NSY102
Conception de logiciels Intranet
Concurrence

Cnam Paris
jean-michel Douin, douin au cnam point fr
26 Février 2013

Notes de cours

Sommaire

- **Les bases**
  - java.lang.Thread
    - start(), run(), join(),...
  - java.lang.Object
    - wait(), notify(),...
  - java.util.Collection, et java.util.Collections
    - Vector, PriorityQueue, SynchronousQueue …
- **java.util.concurrent**
  - Par petites touches, un autre support
- **3 Patrons**
  - **Singleton**, adapté à la programmation concurrente
  - Découpler l'acquisition du traitement
    - Chain of Responsability et Interceptor

Bibliographie utilisée

- Design Patterns, catalogue de modèles de conception réutilisables
  de Erich Gamma, Richard Helm, Ralph Johnson, John Vlissides [Gof95]
  International thomson publishing France

Doug Léa, http://g.oswego.edu/dl/

Mark Grand
http://www.mindspring.com/~mgrand/pattern_synopses.htm#Concurrency%20Patterns

http://www-128.ibm.com/developerworks/edu/j-dw-java-concur-i.html
au cnam http://jfod.cnam.fr/NSY102/lectures/j-concur-ltr.pdf

https://developers.sun.com/learning/javaoneonline/2004/corej2se/TS-1358.pdf

Pré-requis

- **Notions de**
  - **Interface**
  - **Abstract superclass**
  - **Patron délégation**
  - **Exclusion mutuelle, interruptions, …**

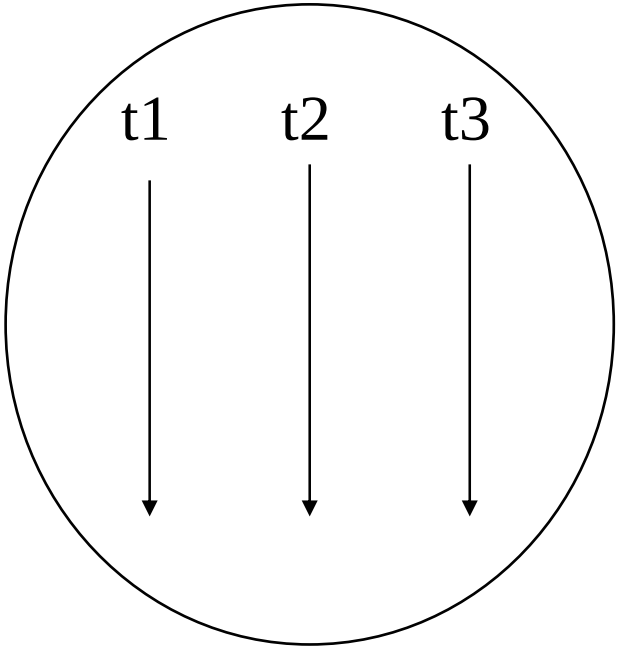
Exécutions concurrentes

- **Les *Threads* Pourquoi ?**

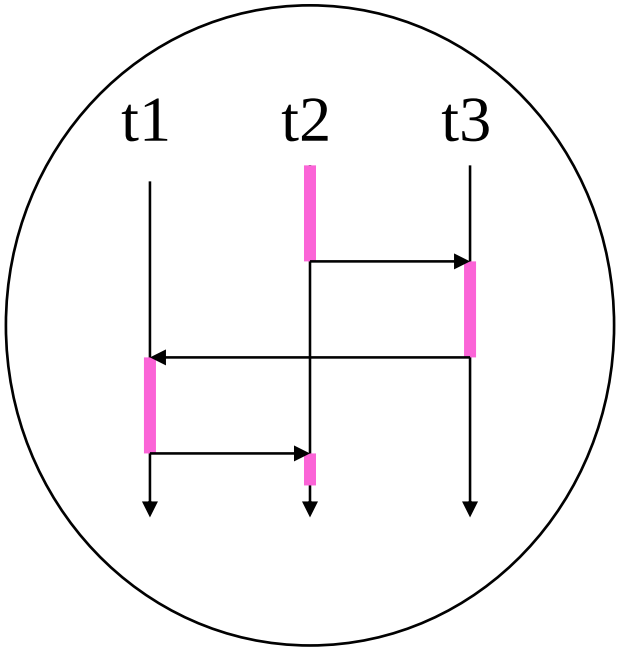
- **Entrées sorties non bloquantes**
  - **Lecture/écriture de fichiers, réseaux clients comme serveurs, …**
- **Alarmes, Réveil,**
  - **Déclenchement périodique**
- **Tâches indépendantes**

- **Algorithmes parallèles**
- **…**

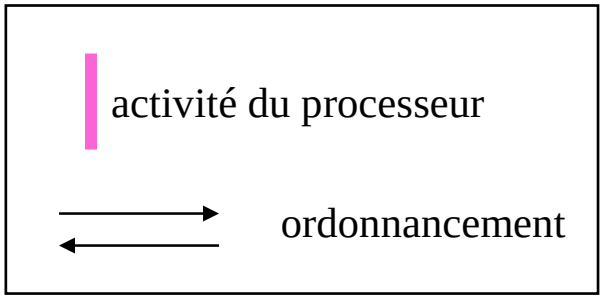
Contexte : Quasi-parallèle



vue logique



vue du processeur



– **Plusieurs *Threads* mais un seul processeur abordé dans ce support**

La classe Thread

- **La classe Thread est prédéfinie (package java.lang)**

- **Syntaxe : Création d 'une nouvelle instance** *(comme d 'habitude)*
  - **Thread unThread = *new T (); … (T extends Thread)***
    - ***(un(e) Thread pour processus allégé...)***

Puis

1) Éligibilité du processus

- **unThread.start();**

2) Exécution du processus

L'ordonnanceur choisit unThread exécute la méthode run()

- *Soit l'appel par l'ordonnanceur (et uniquement) de la méthode run (ici **unThread.run();**)*

Un exemple sans fin

```
public class T extends Thread {
   public void run(){
     while(true){
        System.out.println("dans "  + this + ".run");
      }
   }
}


public class Exemple {
  public static void main(String[] args) {
      T t1 = new T(); T t2 = new T(); T t3 = new T();
      t1.start(); t2.start(); t3.start();
      while(true){
        System.out.println("dans Exemple.main");
      }
  }
}
```

Où sont les Threads ?

Un thread peut en créer d'autres

Remarques sur l'exemple

– Un *Thread* est déjà associé à la méthode *main* pour une application Java (ou au navigateur dans le cas d'applettes). (Ce *Thread* peut donc en engendrer d'autres…)

trace d'exécution

```
dans Exemple.main
dans Thread[Thread-4,5,main].run
dans Thread[Thread-2,5,main].run
dans Exemple.main
dans Thread[Thread-4,5,main].run
dans Thread[Thread-2,5,main].run
dans Exemple.main
dans Thread[Thread-4,5,main].run
dans Thread[Thread-3,5,main].run
dans Thread[Thread-2,5,main].run
dans Thread[Thread-4,5,main].run
dans Thread[Thread-3,5,main].run
dans Thread[Thread-2,5,main].run
dans Thread[Thread-4,5,main].run
dans Thread[Thread-3,5,main].run
dans Thread[Thread-2,5,main].run
dans Exemple.main
dans Thread[Thread-3,5,main].run
```

toString() :

[Thread-4, 5, main].

Le créateur

La priorité

Un nom

- un premier constat à l'exécution : *il semble que l'on ait un* Ordonnanceur de type tourniquet, ici sous windows

La classe java.lang.Thread

- **Quelques méthodes**

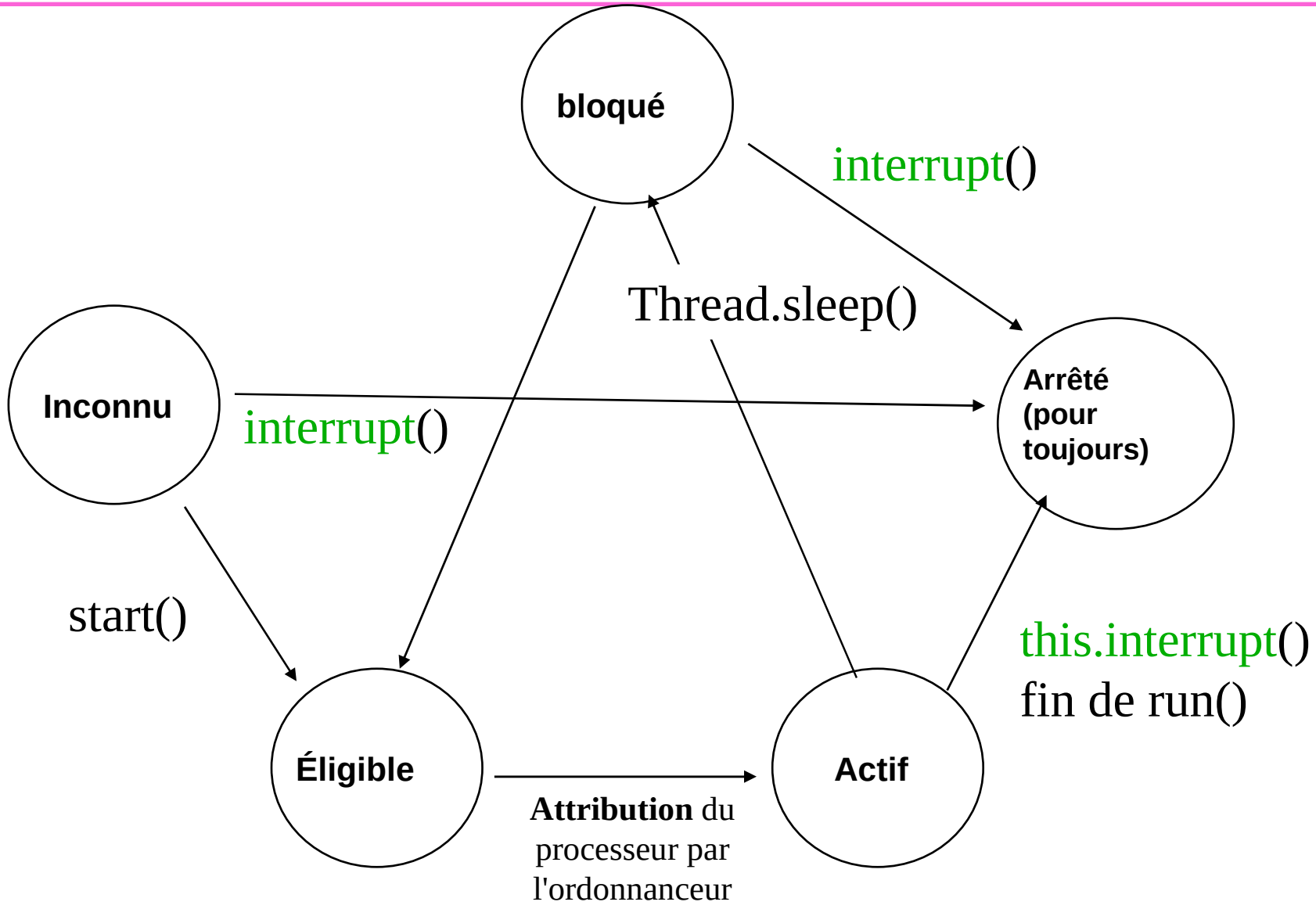
Les constructeurs publics

- ***Thread();*** ***// création***
- ***Thread(Runnable target);***
- ***…***

Les méthodes publiques

- ***void start();*** ***// éligibilité***
- ***void run();*** ***// instructions du Thread***
- ***void interrupt();*** ***// arrêt programmé***
- ***boolean interrupted();***
- *void stop(); // deprecated*
- ***static void sleep(long ms);*** ***// arrêt pendant un certain temps***
- ***static native Thread currentThread();***

États d 'un Thread



- **États: une première approche**

Exemple initial revisité

```
public class T extends Thread {
   public void run(){
     while(!this.interrupted()){
        System.out.println("dans "  + this + ".run");
      }
   }
}


public class Exemple {

  public static void main(String[] args) throws InterruptedException{
      T t1 = new T(); T t2 = new T(); T t3 = new T();
      t1.interrupt();
      t2.start(); t2.interrupt();
      t3.start();
      System.out.println("dans Exemple.main");
      Thread.sleep(2000);  // 2 secondes
      t3.interrupt();
  }
}
```

L'exemple initial revisité

```
public class T extends Thread {
   public void run(){
     while(!this.interrupted()){                    // test du statut « a-t-il été interrompu » ?
        System.out.println("dans "  + this + ".run");
      }
   }
}
```

Note : l'appel de interrupt ici se contente de positionner le booléen interrupted dans le contexte du thread
(lu et remis à false : par l'appel de interrupted(),
lu seulement : appel de isInterrupted())

```
public class Exemple {

  public static void main(String[] args) throws InterruptedException{
      T t3 = new T();
      t3.start();
      System.out.println("dans Exemple.main");
      Thread.sleep(2000);
      t3.interrupt();
   }
}
```

Interrupt mais ne s'arrête pas

```
public class T extends Thread {
  public void run(){
    while(!this.interrupted()){      // test du statut « a-t-il été interrompu » hors sleep ?
      try{
        System.out.println("dans "  + this + ".run");
        Thread.sleep(5000);
      }catch(InterruptedException ie){
         return;   //  sans cet appel  le programme ne s'arrête pas  (return ou interrupt)
      }
    }
  }
}
```

Note : l'appel de interrupt lève une exception dans le contexte du Thread
Si cela se produit pendant exécution de la méthode Thread.sleep(5000),
À l'extérieur de cette méthode: le transparent précédent

Note : l'appel de interrupt ici se contente de positionner le booléen interrupted dans le contexte du thread
(lu et remis à false : par l'appel de interrupted(),
lu seulement : appel de isInterrupted())

```
public class Exemple {
  public static void main(String[] args) throws InterruptedException{
      T t3 = new T();
      t3.start();
      System.out.println("dans Exemple.main");
      Thread.sleep(2000);
      t3.interrupt();
  }
}
```

La classe java.lang.Thread

- **Quelques méthodes**

Les constructeurs publics

- ***Thread();***
- ***Thread(Runnable target);***
- ***…***

Les méthodes publiques

- ***void start();*** ***// éligibilité***
- ***void run();*** ***// instructions du Thread***
- ***void interrupt();*** ***// arrêt programmé***
- ***boolean interrupted();***
- *void stop(); // deprecated*
- ***static void sleep(long ms);*** ***// arrêt pendant un certain temps***

- ***static native Thread currentThread();***

Le constructeur Thread (Runnable r)

La syntaxe habituelle avec les interfaces

```
public interface Runnable{
      public abstract void run();
}
```

```
public class T implements Runnable {

   public void run(){
     ....
   }
}

public class Exemple{
  public static void main(String[] args){
     Thread t1 = new Thread( new T());
     t1.start();
```

Remarques sur l'arrêt d 'un Thread

- Sur le retour de la méthode *run()* le Thread s 'arrête
- Si un autre Thread invoque la méthode *interrupt()* ou this.interrupt() … *voir les remarques faites*
- Si n'importe quel Thread invoque *System.exit()* ou *Runtime.exit(),* tous les Threads s 'arrêtent
- Si la méthode *run()* lève une exception le Thread se termine (avec libération des ressources)

- *Note*
  - *destroy() et stop() ne sont plus utilisés, non sûr*
  - *La JVM ne s'arrête que si tous les Threads créés ont terminé leur exécution*

Attendre la fin

- **attente active de la fin d 'un Thread**
  - **join() et join(délai)**

```
public class T implements Runnable {
  private Thread local;
  …

  public void attendreLaFin() throws InterruptedException{
     local.join();
   }

public void attendreLaFin(int délai) throws InterruptedException{
     local.join(délai);
   }
```

Critiques

- « jungle » de Thread
- Parfois difficile à mettre en œuvre
  - Création, synchronisation, ressources … *à suivre…*
- Très facile d'engendrer des erreurs …
- Abstraire l'utilisateur des « détails » , …
  - Éviter l'emploi des méthodes start, interrupt, sleep, etc …
- 1) Règles d'écriture *: une amélioration syntaxique*
- 2) Usage de java.util.concurrent

Un style possible d 'écriture…

A chaque nouvelle instance, un Thread est créé

```
public class T implements Runnable {
  private Thread local;
  public T(){
     local = new Thread(this);
     local.start();
  }

  public void run(){
     if(local== Thread.currentThread ())          // ← précaution, pourquoi * ?
       while(!local.interrupted()){
          System.out.println("dans " + this + ".run");
       }
  }
}
```

- ** Les méthodes des interfaces sont (obligatoirement) publiques…*
  - *Inhiber l'appel direct de t1.run()*

Un style possible d 'écriture (2)...

Un paramètre transmis lors de la création de l 'instance, *classique*

```
public class T implements Runnable {
  private Thread local; private String nom;

  public T(String nom){
     this.nom = nom;
     this.local = new Thread(this);
     this.local.start();
  }

  public void run(){
     while(!local.interrupted()){
          System.out.println("dans " + this.nom + ".run");
      }
  }

  public void stop(){
     local.interrupt();
  }}
```

L'interface Executor

- **Paquetage java.util.concurrent,**

- public interface Executor{ void execute(Runnable command);}

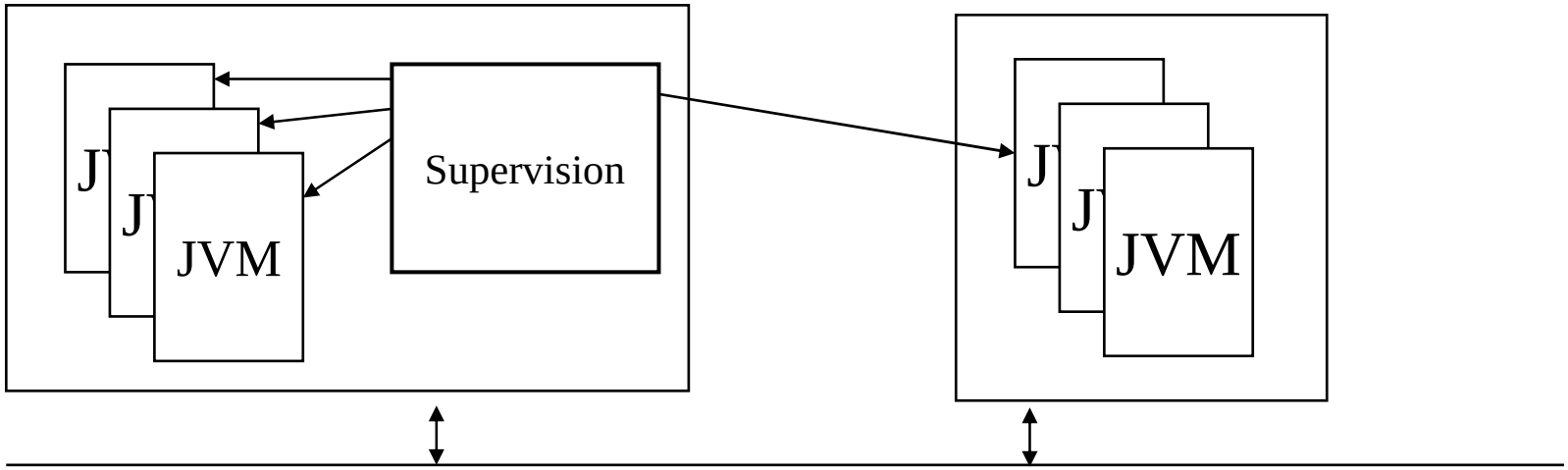
  - **Executor executor = new ThreadExecutor();**

  - **executor.execute(new T());**
  - **executor.execute(new Runnable(){ …});**
  - **executor.execute(new Runnable(){ …});**
  - **executor.execute(new Runnable(){ …});**

```
import java.util.concurrent.Executor;
public class ThreadExecutor implements Executor{

  public void execute(Runnable r){
    new Thread(r).start();
  }
}
```

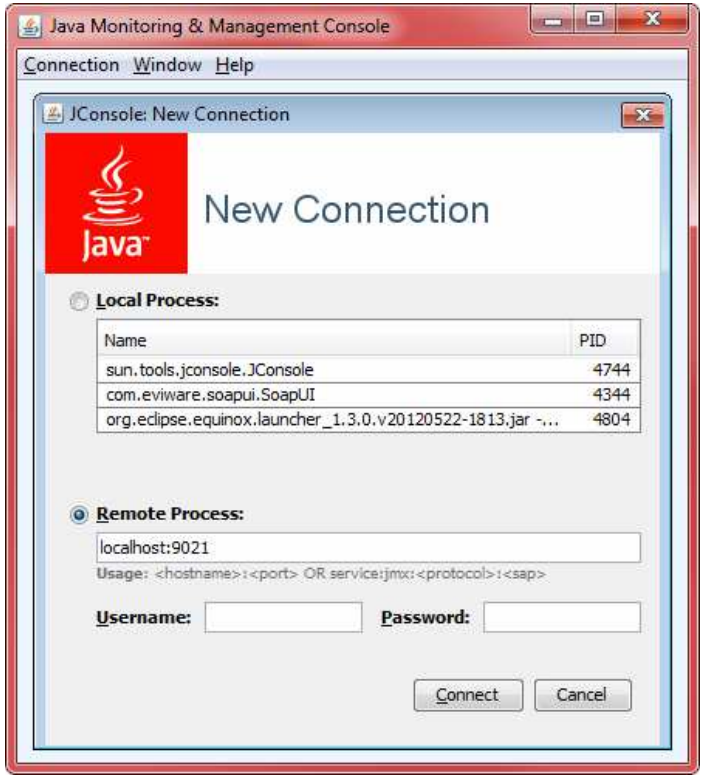
Pause …

- **Existe-t-il des outils ?**
  - **De contrôle, supervision de Thread d'une JVM**
  - **Une JVM en cours d'exécution ?**
    - **Quels Threads ?**
    - **Mémoire utilisée**
      - **Comment ?**
      - **Quelles instructions ?, quelles méthodes …**

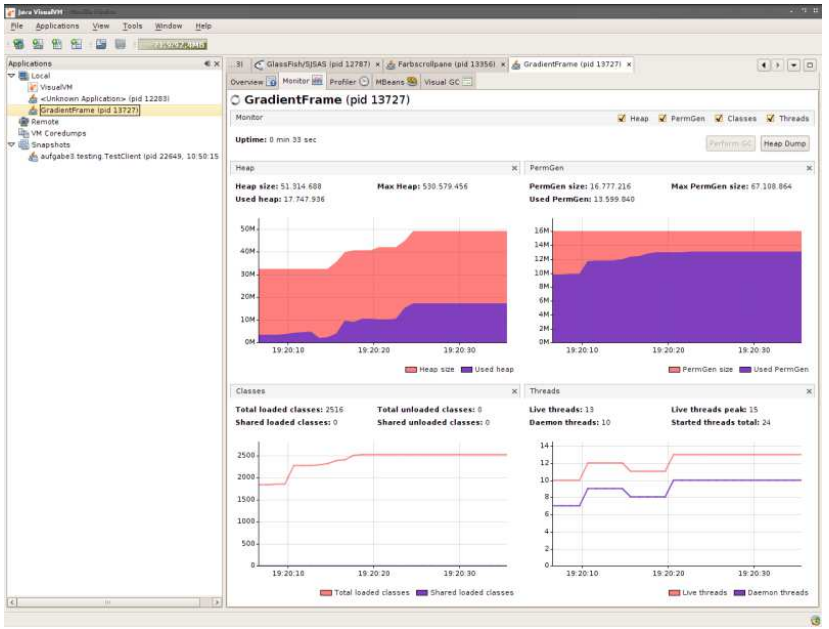


Outils déjà installés !

jconsole



jvisualvm



- **Outils présents avec toute installation du jdk**
  - **jconsole, jvisualvm**
  - **Supervision, interaction, fuites mémoire, ...**
    - **Technologie JMX présentée dans cette unité**

Pause… suite

- **Interrogation d'une JVM en cours d'exécution ?**
  - **Diagnostic,**
  - **Configuration,**
  - **Détection d'un Thread qui ne s'arrête pas,**
    - ***Deadlock*…**
  - **Modification de variables**
  - **Et plus…**

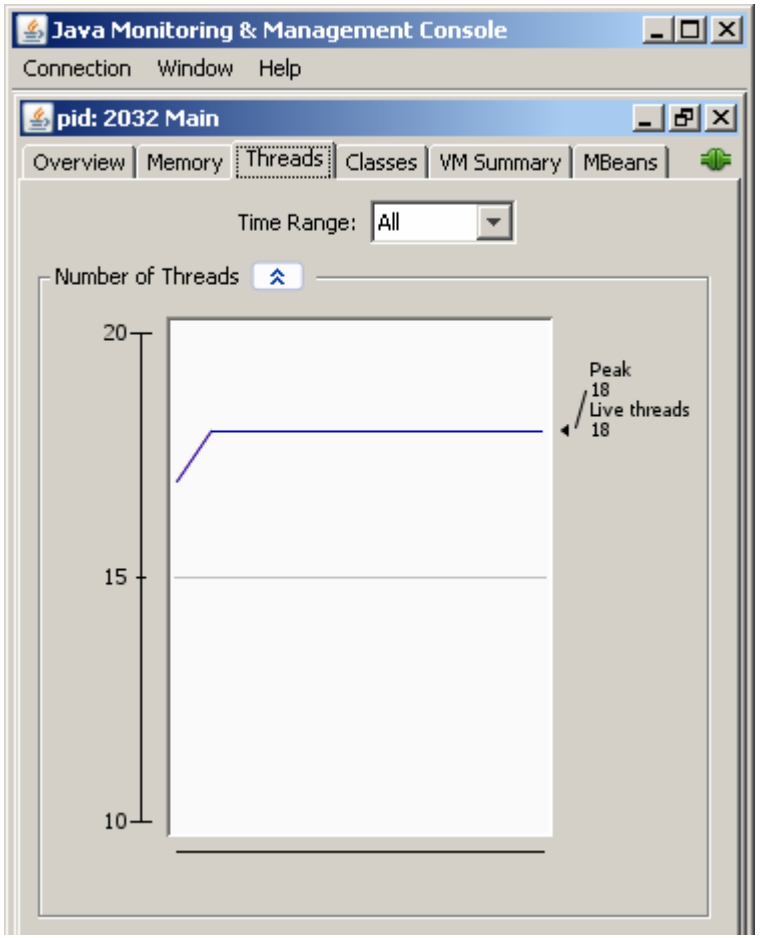
  - **JMX : Java Management eXtensions**
    - **Outil prédéfini jconsole, jvisualvm**

- **Exemple** « 5 Threads issus de la classe T » **:**

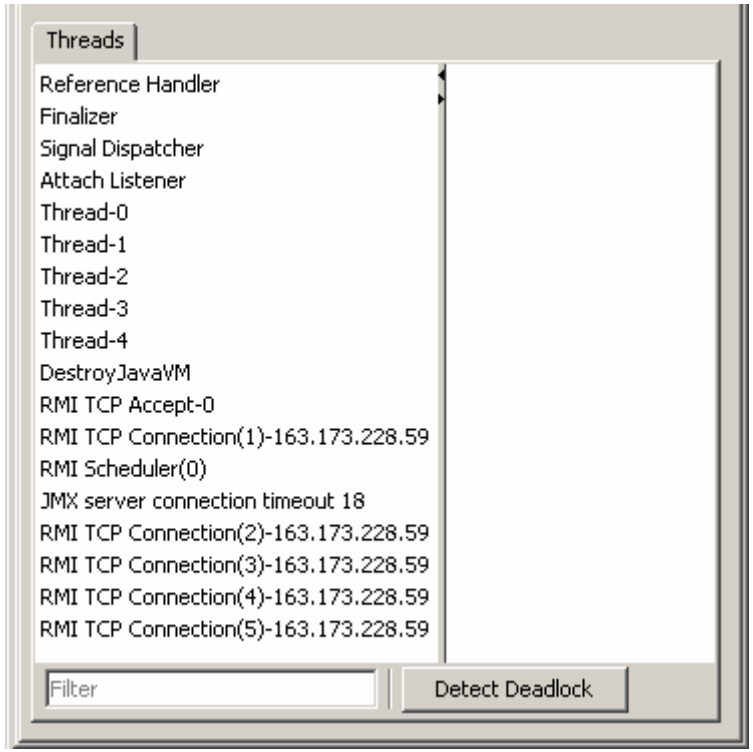
```
public class Main{
  public static void main(String[] args){
    for(int i = 0; i < 5; i++){
      new T(" dans_une_instance_de_T_"+i);
    }
  }
}
```

```
dans une_instance_de_T_2.run
dans une_instance_de_T_0.run
dans une_instance_de_T_3.run
dans une_instance_de_T_1.run
dans une_instance_de_T_2.run
dans une_instance_de_T_4.run
dans une_instance_de_T_0.run
dans une_instance_de_T_2.run
dans une_instance_de_T_3.run
dans une_instance_de_T_1.run
dans une_instance_de_T_4.run
dans une_instance_de_T_0.run
dans une_instance_de_T_2.run
dans une_instance_de_T_3.run
dans une_instance_de_T_1.run
```

Fin de l'intermède JMX



« 5 Threads issus de la classe T »



- **Supervision d'une JVM proche ou distante accessible au programmeur**
- **Lerveur déjà installé sur toute JVM**

Programmation concurrente: suite

- **Notion de priorité**
- **Section critique**
  - **Bloc synchronized**
- **Synchronisation**
  - **wait, notify, méthodes héritées de la classe Object**
  - **Parfois difficile à mettre en œuvre**
- **java.util.concurrent**
  - **À la rescousse**

Thread: Priorité et ordonnancement

- **Pré-emptif, le processus de plus forte priorité devrait avoir le processeur**

- **Arnold et Gosling96 : *When there is competition for processing resources, threads with higher priority are generally executed in preference to threads with lower priority. Such preference is not, however, a guarantee that the highest priority thread will always be running, and thread priorities cannot be used to implement mutual exclusion.***

- **Priorité de 1 à 10 (par défaut 5). Un thread adopte la priorité de son processus créateur (*setPriority(int p)* permet de changer celle-ci)**

- **Ordonnancement dépendant des plate-formes (……...)**
  - **Tourniquet facultatif pour les processus de même priorité,**
  - **Le choix du processus actif parmi les éligibles de même priorité est arbitraire,**
  - ***…void yield(); // passe « la main » au prochain thread de même priorité***

Et le ramasse-miettes ?

La classe java.lang.Thread

- **Quelques méthodes**

Les constructeurs

- ***Thread();***
- ***Thread(Runnable target);***
- ***…***

Les méthodes publiques

- ***void start();*** ***// éligibilité***
- *void run();* ***// instructions du Thread***
- ***void interrupt();*** ***// arrêt programmé***
- *boolean interrupted();*
- *void stop(); // deprecated*
- *static void sleep(long ms);* ***// arrêt pendant un certain temps***
- *static native Thread currentThread();*

- ***static void yield(); // passe « la main » au prochain thread de même priorité***
- ***setPriority(int priority);***
  - ***(MIN_PRIORITY..MAX_PRIORITY) (1..10)***

Accès aux ressources ?

- **Comment ?**
- **Exclusion mutuelle ?**
- **Synchronisation ?**

Moniteur de Hoare 1974

- *Le moniteur assure un accès en exclusion mutuelle aux données qu ’il encapsule*

- *En Java avec le bloc* ***synchronized***

- **Synchronisation ? par les variables conditions :**

  Abstraction évitant la gestion explicite de files d ’attente de processus bloqués

En Java avec

wait et notify ***dans un bloc*** *synchronized* *(et uniquement !)*

méthodes héritées de la classe Object

Le mot-clé synchronized

Construction *synchronized*

```
synchronized(obj){
        // ici le code atomique sur l 'objet obj
 }

class C {
    synchronized void p(){  ……}
 }
////// ou  //////
class C {
    void p(){
        synchronized (this){……}
   }}
```

Une ressource en exclusion mutuelle

```
public class Ressource<E> extends Object{
    private E valeur;

    public synchronized E lire(){
      return valeur;
    }

   public synchronized void ecrire(E v){
     valeur = v;
    }
}
```

Il est garanti qu'un seul Thread accède à une instance de la classe Ressource, ici au champ d'instance valeur

Accès « protégé » aux variables de classe

```
public class LaClasse{
  private static Double valeur;


synchronized( valeur){

}

Et aussi pour les variables de classes

synchronized( LaClasse.class){

}
```

Synchronisation

Méthodes de la classe java.lang.Object

→ *toute instance en java*

// Attentes

final void wait() *throws InterruptedException*

final native void wait(long timeout) *throws InterruptedException*

// Notifications

final native void notify()

final native void notifyAll()

Note : Toujours à l'intérieur d'un bloc synchronized

Synchronisation : lire si c'est écrit

```
public class Ressource<E> {
    private E valeur;
    private boolean valeurEcrite = false;                    // la variable condition

    public synchronized E  lire(){
     while(!valeurEcrite)
        try{
            this.wait();                                     // attente d'une notification
        }catch(InterruptedException ie){ ...}
     valeurEcrite = false;
     return valeur;
    }

   public synchronized void ecrire(E elt){
     valeur = elt; valeurEcrite = true;   this.notify();                    // notification
    }}
```

Usage de la Ressource

- **Démonstration**
- **Une Ressource**
  - **Ressource<Float> r = new Ressource<Float>();**
- **Un Consommateur**
  - **Consommateur c = new Consommateur(r);**
    - **Float f = r.lire();**
- **Un Producteur**
  - **Producteur p = new Producteur(r);**
    - **p.ecrire(3.0);**

Discussion & questions

- **2 files d'attente à chaque « Object »**

  1. **Liée au synchronized**
  2. **Liée au wait**

- **Quel est le Thread bloqué et ensuite sélectionné lors d'un notify ?**
  - **Thread de même priorité : aléatoire, celui qui a attendu le plus, le dernier arrivé ?**

- **Quelles conséquences si notifyAll ?**
  - **test de la variable condition**
    - **while(!valeurEcrite) wait()**

- **Encore une fois, serait-ce des mécanismes de « trop » bas-niveau ?**
  - **À suivre…**

Plus Simple ? : lire avec un délai de garde

```
public synchronized E  lire(long délai){
  if(délai <= 0)
    throw new IllegalArgumentException(" le d\u00e9lai doit \u00eatre > 0");

     long topDepart = System.currentTimeMillis();
     while(!valeurEcrite)
       try{
            this.wait(délai);   // attente d'une notification avec un délai
          long durée = System.currentTimeMillis()-topDepart;
          if(durée>=délai)
            throw new RuntimeException("d\u00e9lai d\u00e9pass\u00e9");
       }catch(InterruptedException ie){ throw new RuntimeException();}

        valeurEcrite = false;
     return valeur;
   }
```

Plus simple ?

Synchronisation lire si écrit et écrire si lu

- **Programmation de trop bas-niveau ?**
  - **Sources de difficultés …**
    - **Interblocage en annexe**
  - **Développeurs**
    - **j2se,j2ee -> java.util.concurrent**

Plus simple ?

- **java.util.concurrent**
  - **SynchronousQueue<E>**
  - Modèle CSP, RdV

```
final BlockingQueue<Integer>
                    queue = new SynchronousQueue<Integer>(true);
              true pour le respect de l'ordre d'arrivée
```

```
queue.put(i)                          // bloquantes
i = queue.take()

queue.offer(i, 1000, TimeUnit.SECONDS )
i = queue.poll(TimeUnit.SECONDS)
```

Ressource<T>: usage de SynchronousQueue

```
public class Ressource<E> {

    private BlockingQueue<E> queue = new SynchronousQueue<E>();


    public E  lire(){
      return queue.take();
    }


   public void ecrire(E elt){
     queue.put(elt);
    }

}
```

java.util.concurrent.SynchronousQueue<E>

- **java.util.concurrent**
  - **Exemple : une file un producteur et deux consommateurs**

```
final BlockingQueue<Integer>
                    queue = new SynchronousQueue<Integer>(true);

    Thread producer = new Runnable(){
                        public void run(){
                          private Integer i = new Integer(1);
                          public void run(){
                            try{
                              queue.put(i);
                              i++;
                              Thread.sleep(500);
                             }catch(InterruptedException ie){}
                            }});
```

java.util.concurrent.SynchronousQueue<E>

Exemple suite : les deux consommateurs

```
Thread consumer = new Thread(new Runnable(){
                      public void run(){
                        while(true){
                          try{
                            System.out.println(queue.take());
                          }catch(InterruptedException ie){}
                        }}});
  consumer.start();

  Thread idle = new Thread(new Runnable(){
                      public void run(){
                        while(true){
                          try{
                            System.out.print(".");
                            Thread.sleep(100);
                           }catch(InterruptedException ie){}
                        }}});
  idle.start();
```

Avec un délai de garde

```
Thread consumer2 =
   new Thread(new Runnable(){
     public void run(){
       while(true){
         try{
            Integer i = queue.poll(100,TimeUnit.MILLISECONDS);
           if(i!=null) System.out.println("i = " + i);
       }catch(InterruptedException ie){}
                              }}});
   consumer2.start();
```

java.util.concurrent

- java.util.concurrent.LinkedBlockingQueue<E>
- java.util.concurrent.PriorityBlockingQueue<E>
- *Trop simple? 50 nouvelles classes …*

java.util.concurrent

- java.util.concurrent.ThreadPoolExecutor
  - Une réserve de Threads
  - java.util.concurrent.ThreadPoolExecutor.AbortPolicy
    - **A handler for rejected tasks that throws a RejectedExecutionException.**

JavaOne 2004, Un serveur « Web » en une page

```
class WebServer {  // 2004 JavaOneSM Conference | Session 1358
  Executor pool = Executors.newFixedThreadPool(7);

  public static void main(String[] args) {
     ServerSocket socket = new ServerSocket(80);
     while (true) {
        final Socket connection = socket.accept();
        Runnable r = new Runnable() {
                        public void run() {
                           handleRequest(connection);
                        }
                     };
        pool.execute(r);
     }
  }
}
```

Un serveur Web en quelques lignes

```
public class WebServer implements Runnable{

  public interface Command<T>{
    public void handleRequest(T t) throws Exception;
  }
  private final Executor executor;
  private Thread   local;
  private final Command<Socket> command;
  private int      port;

  public WebServer(Executor executor,
                   Command<Socket> command, int port) {
    this.executor = executor;
    this.command  = command;
    this.port     = port;
    this.local = new Thread(this);
    this.local.setDaemon(true);
    this.local.setPriority(Thread.MAX_PRIORITY);
    this.local.start();}
```

Serveur web, la suite

```
public void run(){
   try{
     ServerSocket socket = new ServerSocket(port);
     while (true) {
       final Socket connection = socket.accept();
       Runnable r = new Runnable() {
         public void run(){
           try{
             command.handleRequest(connection);
           }catch(Exception e){
             e.printStackTrace();
           }
         }
       };
       executor.execute(r);
     }
   }catch(Exception e){e.printStackTrace();}}
```

Un client, une requête en //, attente avec join

```
public class Requête extends Thread {
   private String url; private String résultat ;

   public Requête(String url){
     this.url = url; this.start();
   }

   public String result(){
     try{  this.join();
     }catch(InterruptedException ie){}
     return résultat;
   }

   public void run(){
     this. résultat = new String();
     try{
       URL urlConnection = new URL(url);
       URLConnection connection = urlConnection.openConnection();

       BufferedReader in = new BufferedReader( new InputStreamReader(connection.getInputStream()));
       String inputLine = in.readLine();
       while(inputLine != null){
         résultat += inputLine;
         inputLine = in.readLine();
       }
       in.close();
     }catch(Exception e){ this. résultat = "exception " + e.getMessage();}
```

Une requête/thread + join + résultat

Le *Future*, Une requête HTTP sans attendre…

- Une requête en //, puis demande du résultat

Avec java.util.concurrent

- **Callable interface au lieu de Runnable**
  - **Soumettre un thread à un ExecutorService**
    - **Méthode *submit()***
    - **En retour une instance de la classe Future<T>**
    - **Accès au résultat par la méthode *get()* ou mis en attente**

La requête HTTP reste simple, interface Callable<T>

```
public class RequeteHTTP implements Callable<String>{
  public RequeteHTTP(){…}

 public String  call(){
 try{
   URL urlConnection = new URL(url);                                  // aller
   URLConnection connection = urlConnection.openConnection();
     …

   BufferedReader in = new BufferedReader(                            // retour
            new InputStreamReader(connection.getInputStream()));
   String inputLine = in.readLine();
   while(inputLine != null){
    result.append(inputLine);
    inputLine = in.readLine();
   }
   in.close();
  }catch(Exception e){…}}}

   return result.toString()
```

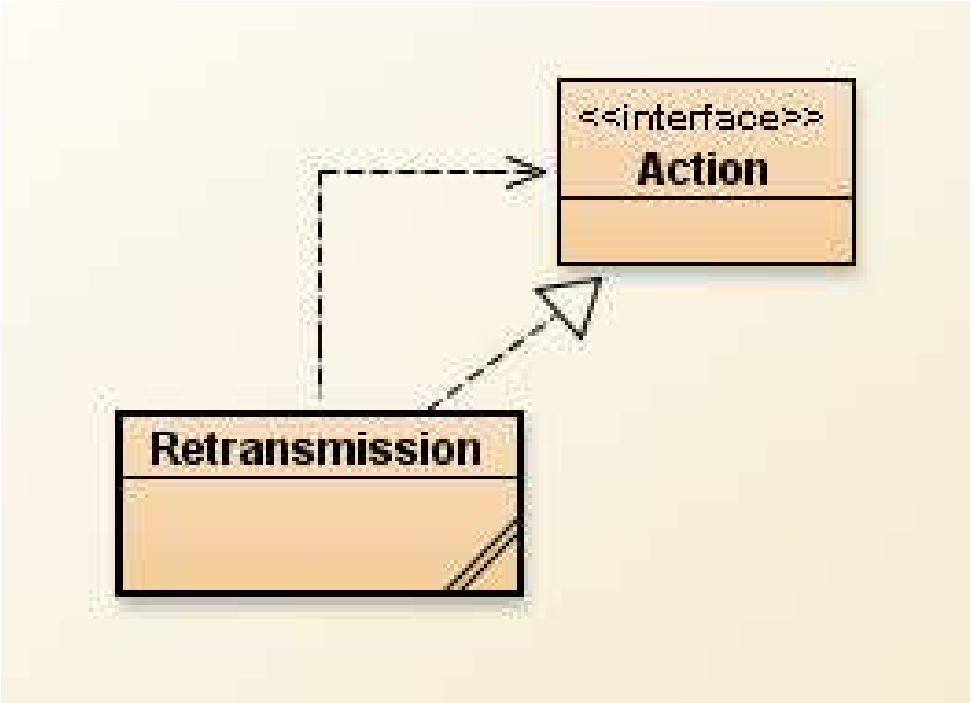
La requête HTTP dans le futur

- **ExecutorService executor = ...**
- **Future<String> future = executor.submit(new RequeteHTTP());**

- **…**

- **String s = future.get(); // get avec un délai de garde**
  // isDone(), cancel()

Le patron Retransmission, Mark Grand Vol 3



- **Principe :**
  - **Effectuer une action (une requête) jusqu'à ce que celle-ci réussisse !**
  - **Apparenté Proxy ?**

Le patron Retransmission 1/3

– **Une proposition d'implémentation non testée …**

```
public interface Action<E>{
  public void action(E... e) throws Exception;
}


public class Retransmission<E> implements  Action<E>{
  private Action<E> actionInitiale;   // à retransmettre, si nécessaire
  private int period = 10000;         // la période entre deux tentatives
  private int nombre = 10;            // le nombre maximal de retransmissions

  public Retransmission(Action<E> actionInitiale, int period, int nombre) {
    this.actionInitiale = actionInitiale;
    this.period = period;
    this.nombre = nombre;
  }

  public void action(E... e) throws Exception{
    RetansmissionInterne ri = new RetansmissionInterne(e);
    if(ri.enEchec()) throw ri.cause();
  }

  private class RetansmissionInterne extends Thread{
    // page suivante
   }
}
```

Le patron Retransmission 2/3

- *Principe : Effectuer une action (une requête) jusqu'à ce que celle-ci réussisse !*

```
private class RetansmissionInterne extends Thread{
  private E[] e;
  private Exception cause = null;

  public RetansmissionInterne(E e){this.e = e;  this.start();}

  public boolean enEchec() throws Exception{
    try{ this.join();}catch(Exception exc){cause = exc;}
    return cause != null;
  }

  public Exception cause(){return cause;}

  public void run(){
    boolean success = false; int tentatives = 0;
    while(tentatives<=nombre && !success){
      try{
        actionInitiale.action(e);
        success = true;cause = null;
      }catch(Exception e){
        tentatives++;cause = e;
        try{
          Thread.sleep(period);
        }catch(InterruptedException ie){cause = ie;}
        }
      }}}}
```

Le patron Retransmission 3/3

- **Principe :**
  - **Effectuer une action (une requête) jusqu'à ce que celle-ci réussisse !**
  - **Pause**
    - **C'était une proposition d'implémentation non testée …**
  - **À tester donc …**

Les collections

- **Accès en lecture seule**
- **Accès synchronisé**
  - **static <T> Collection<T> synchronizedCollection(Collection<T> c)**
  - **static <T> Collection<T> unmodifiableCollection(Collection<? extends T> c)**

```
Collection<Integer> c = Collections.synchronizedCollection(
                                        new ArrayList<Integer>());

Collection<Integer> c1 = Collections.synchronizedCollection(
                                        new ArrayList<Integer>());
c1.add(3);
c1 = Collections.unmodifiableCollection(c1);
```

Conclusion intermédiaire

- **Mécanisme de bas niveau, nous avons**

- **java.util.concurrent et quelques patrons, nous préfèrerons**

la roue

- . Whenever you are about to use...
  - . Object.wait, notify, notifyAll,
  - . synchronized,
  - . new Thread(aRunnable).start();

- . Check first if there is a class in java.util.concurrent that...
  - Does it already, or
  - Would be a simpler starting point for your own solution

- **extrait de https://developers.sun.com/learning/javaoneonline/2004/corej2se/TS-1358.pdf**

Conclusion première partie

- **java.util.concurrent**
  - **À utiliser**
- **Quid ? Des Patrons pour la concurrence ?**
  - **Critical Section, Guarded Suspension, Balking, Scheduler, Read/Write Lock, Producer-Consumer, Two-Phase Termination**
  - **À suivre … un autre support**

3 patrons

- **Le Singleton revisité pour l'occasion**
  - **Garantit une et une seule instance d'une classe**
- **Architectures logicielles : un début**
  - **Le couple Acquisition/Traitement**
  - **Le patron Chaîne de responsabilités**
  - **Le patron Interceptor**

UML et la patron Singleton

- **Une et une seule instance,**
  - **même lorsque 2 threads tentent de l'obtenir en « même temps »**

Le Pattern Singleton, revisité ?

```
public final class Singleton{
  private static volatile Singleton instance = null;          // volatile ??

  public static Singleton getInstance(){
    synchronized(Singleton.class){                          // synchronized ??
      if (instance==null)
        instance = new Singleton();
      return instance;
    }
  }

  private Singleton(){
  }
}
```

Extrait de Head First Design Pattern,
O'Reilly,http://oreilly.com/catalog/9780596007126

Préambule, chain of responsability

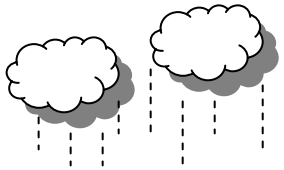
- **<u>Découpler</u> l'acquisition du traitement d'une information**

1) Acquisition

2) Traitement

- **Par la transmission de l'information vers une chaîne de traitement**
- **La chaîne de traitement est constitué d'objets relayant l'information jusqu'au responsable**

Exemple : capteur d'humidité et traitement



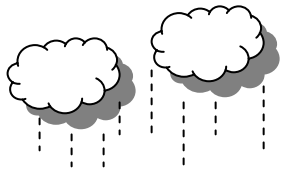
DS2438, capteur d'humidité

Acquisition

Traitement
- Persistance
- Détection de seuils
- Alarmes
- Histogramme
- …

- **Acquisition / traitement, suite**

Acquisition + Chaîne de responsabilités



DS2438, capteur d'humidité

valeur → Persistance → valeur → Détection de seuils → valeur →

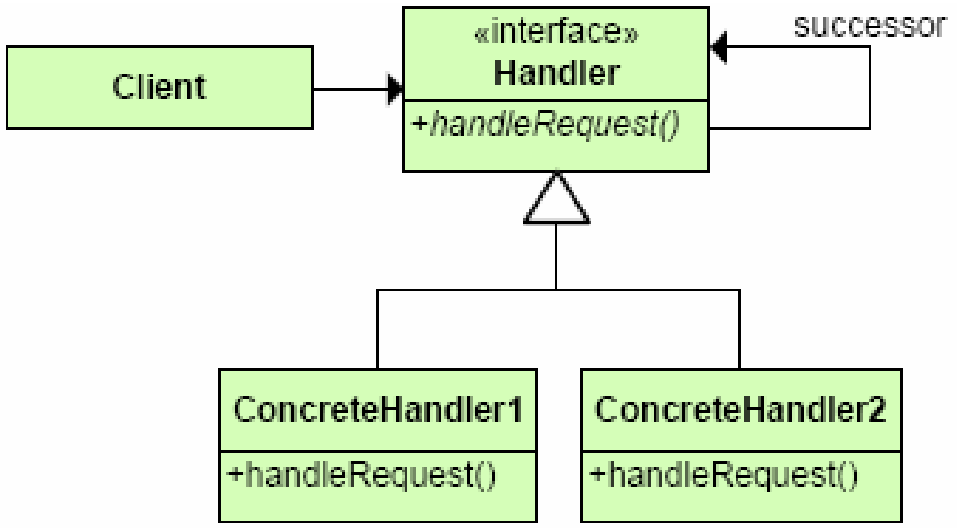
Acquisition

Chaîne de responsabilités

Traitement

Un responsable décide d'arrêter la propagation de la valeur

Le patron Chain of Responsability

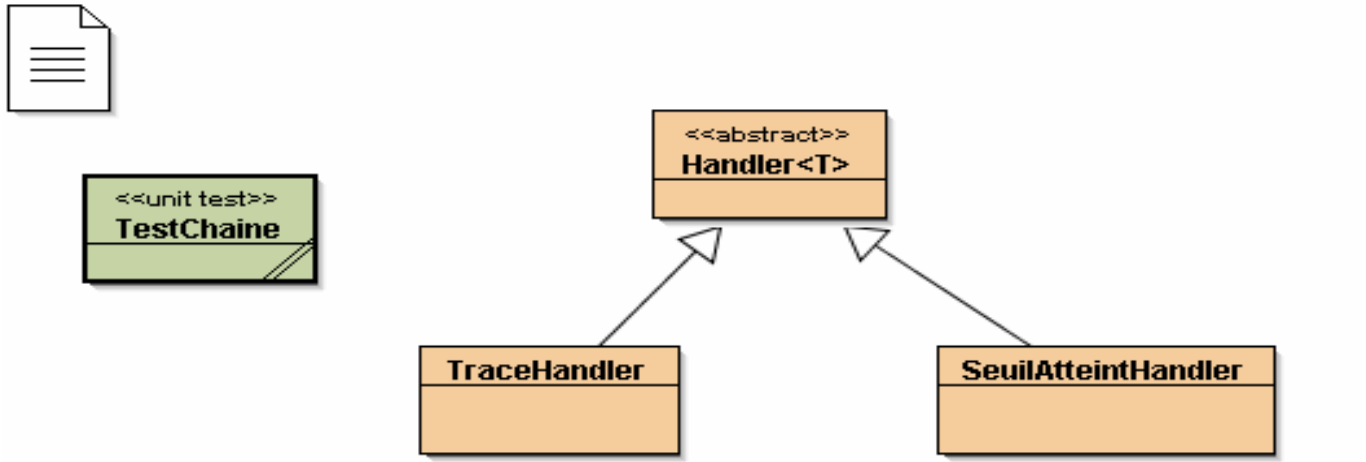


- **Le client ne connaît que le premier maillon de la chaîne**
  - **Chaque maillon propage l'information à son successeur,**
  - **Un maillon peut décider d'arrêter la propagation**
  - **Ajout/retrait dynamique de maillons dans la liste**

abstract class Handler<V>, V comme valeur

```
public abstract class Handler<V>{        // héritée par tout maillon
  protected Handler<V> successor = null;

  public Handler(){ this.successor = null;}
  public Handler(Handler<V> successor){
      this.successor = successor;
  }
  public void setSuccessor(Handler<V> successor){
      this.successor = successor;
  }
  public Handler<V> getSuccessor(){
     return this.successor;
  }

  public boolean handleRequest(V value){  // propagation
    if ( successor == null )  return false;
    return successor.handleRequest(value);
  }
}
```

2 classes concrètes, pour le moment



Deux maillons :

TraceHandler et SeuilAtteintHandler

TraceHandler se contente d'afficher l'information et la propage sans condition

SeuilAtteintHandler interrompt la propagation en delà d'un certain seuil

- **Soit la chaîne : TraceHandler → SeuilAtteintHandler**

class ConcreteHandler1 : une trace,
et il n'est pas responsable

```
public class TraceHandler extends Handler<Integer>{

  public TraceHandler(Handler<Integer> successor){
    super(successor);
  }

  public boolean handleRequest(Integer value){
    System.out.println("received value : " + value);

    // l'information, « value » est propagée sans condition
    return super.handleRequest(value);
  }
}
```

class ConcreteHandler2 : la détection d'un seuil

```
public class SeuilAtteintHandler extends Handler<Integer>{

  private int seuil;

  public SeuilAtteintHandler(int seuil, Handler<Integer> successor){
    super(successor);
    this.seuil = seuil;
  }

  public boolean handleRequest(Integer value){
    if( value > seuil){
     System.out.println(" seuil de " + seuil + " atteint, value = " + value);
      // return true; si le maillon souhaite arrêter la propagation
   }

    // l'information, « value » est propagée
      return super.handleRequest(value);
    }}
```

Une instance possible, une exécution

la chaîne : TraceHandler → SeuilAtteintHandler(100)

Extrait de la classe de tests

```
Handler<Integer> chaine =
        new TraceHandler( new SeuilAtteintHandler(100,null));

chaine.handleRequest(10);
chaine.handleRequest(50);
chaine.handleRequest(150);
```

```
received value : 10
received value : 50
received value : 150
 seuil de 100 atteint, value = 150
```

Ajout d'un responsable à la volée

la chaîne : TraceHandler → SeuilAtteintHandler(50) → SeuilAtteintHandler(100)

Détection du seuil de 50

```
Handler<Integer> chaine = new TraceHandler( new SeuilAtteintHandler(100,null));

    chaine.handleRequest(10);
    chaine.handleRequest(50);
    chaine.handleRequest(150);

     Handler<Integer> seuil50 =
         new SeuilAtteintHandler(50, chaine.getSuccessor());

      chaine.setSuccessor(seuil50);

      chaine.handleRequest(10);
      chaine.handleRequest(50);
      chaine.handleRequest(150);
```

```
received value : 10
received value : 50
received value : 150
 seuil de 100 atteint, value = 150
received value : 10
received value : 50
received value : 150
 seuil de 50 atteint, value = 150
 seuil de 100 atteint, value = 150
```

Un responsable ! enfin

```
public class ValeurNulleHandler extends Handler<Integer>{

  public ValeurNulleHandler (Handler<Integer> successor){
    super(successor);
  }

  public boolean handleRequest(Integer value){
    if( value==0) return true;
    else

    // sinon l'information, « value » est propagée
    return super.handleRequest(value);
  }
}
```

TraceHandler → ValeurNulleHandler → SeuilAtteintHandler(50) → ..

Arrêt de la propagation

Interceptor : une variante de CoR

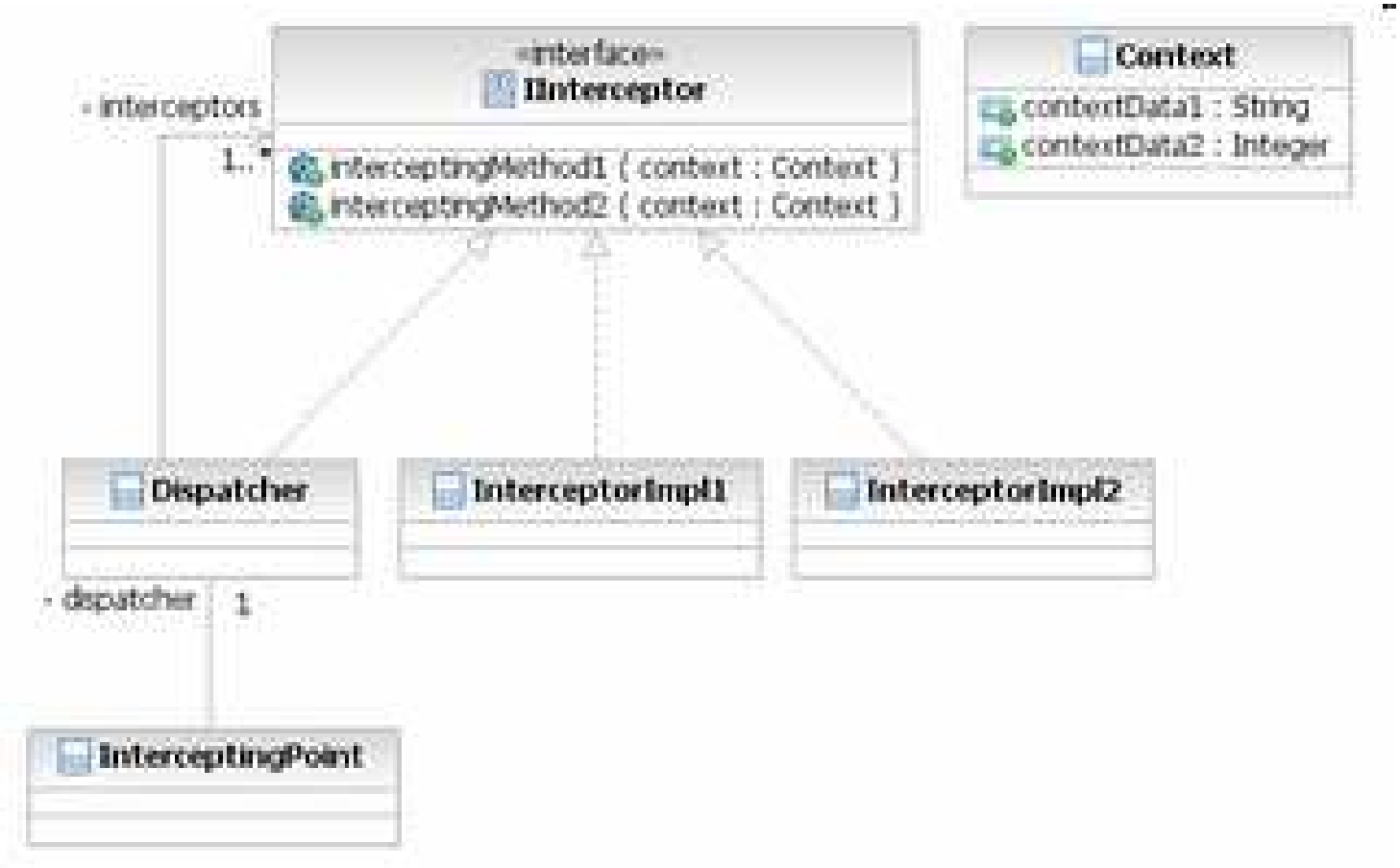
- **Interception d'appels de méthodes**
- **Filtrage de certains contenus, paramètres**
- **Trace, journal, temps d'exécution**
- **Ajout d'instructions avant et après l'exécution d'une méthode**
- **Capture des exceptions**
- **Changement des paramètres à la volée**

- **framework**
  - **@interceptor pour les EJB**
    - **Configuration en XML**
      - http://longbeach.developpez.com/tutoriels/EJB3/Interceptors/
  - http://struts.apache.org/release/2.0.x/docs/interceptors.html

Framework Interceptors

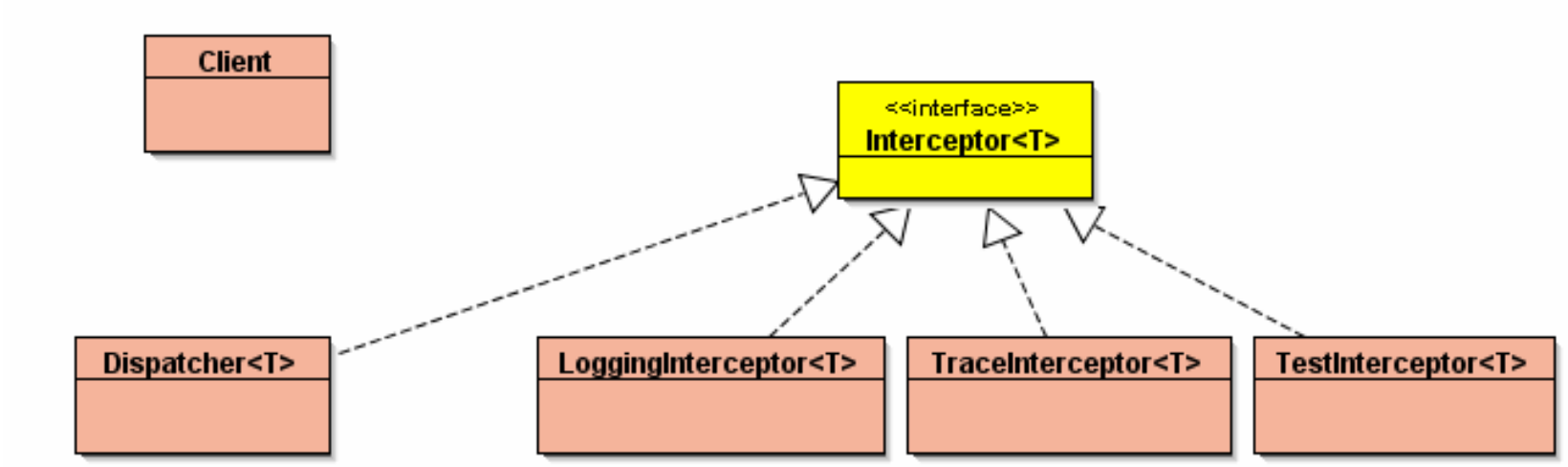
Interceptor	Name	
Alias Interceptor	alias	Converts similar parar
Chaining Interceptor	chain	Makes the previous Ac type="chain"> (in the
Checkbox Interceptor	checkbox	Adds automatic checkb (usually 'false') value. value is overridable fo
Cookie Interceptor	cookie	Inject cookie with a ce

Interceptor : une variante « Chain of Responsability »



http://bosy.dailydev.org/2007/04/interceptor-design-pattern.html
http://struts.apache.org/release/2.0.x/docs/interceptors.html

Une implémentation légère* …



Dispatcher propage l'information le long des *interceptors* …
Chaque *interceptor* réalise une action

* une implémentation plus conséquente avec introspection cf. le support Proxy

Interceptor<T> et une implémentation

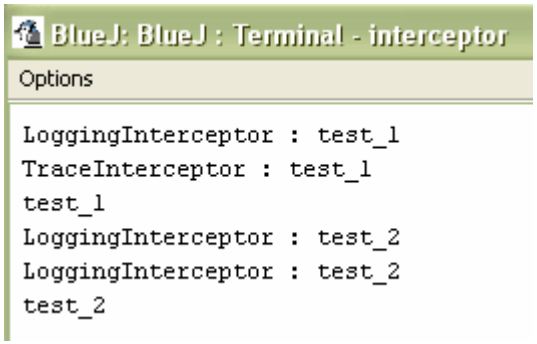
```
public interface Interceptor<T>{

   public T invoke(T in) throws Exception;
}


public class TraceInterceptor<T> implements Interceptor<T>{

  public T invoke(T in) throws Exception{
    System.out.println(this.getClass().getName() + " : " + in);
    return in;
  }
}

public class LoggingInterceptor<T>  idem
```

Dispatcher<T> *(une version simple)*

```
public class Dispatcher<T> implements Interceptor<T>{
  private Interceptor<T>[] interceptors;

  public Dispatcher(final Interceptor<T>... interceptors){
    this.interceptors = interceptors;
  }

   //  Attention public Dispatcher(final Class<? extends Interceptor<T>>... interceptors)
   //                    serait la « bonne » syntaxe mais Client ne se compile pas
    public Dispatcher(final Class<? extends Interceptor>... interceptors)
                      throws InstantiationException, IllegalAccessException{
    int i = 0;
    this.interceptors = new Interceptor[interceptors.length];
    for(Class<? extends Interceptor> interceptor : interceptors){
      this.interceptors[i] = interceptor.newInstance();
      i++;
    }
  }

  public T invoke(final T in){ // in1/out1 → in2/out2 → …
    T out = in;
    for(Interceptor<T> interceptor : interceptors){
      try{
        out = interceptor.invoke(out);
      }catch(Exception e){}
    }
    return out;
  }}
```

Le Client

```
public class Client{

  public static void main(String[] args) throws Exception{
    Dispatcher<String> dispatcher1 =
     new Dispatcher<String>(new LoggingInterceptor<String>(),
                            new TraceInterceptor<String>());
    System.out.println(dispatcher1.invoke("test_1"));

    Dispatcher<String> dispatcher2 =
         new Dispatcher<String>(LoggingInterceptor.class,
                                LoggingInterceptor.class);
    System.out.println(dispatcher2.invoke("test_2"));
  }
}
```



Annexe: La classe java.util.Timer

- **Affichage cyclique**
  - "." toutes les secondes

- **Une autre abstraction (réussie)**

```
Timer timer= new Timer(true);
timer.schedule(new TimerTask(){
                    public void run(){
                      System.out.print(".");
                    }},
                    0L,      // départ imminent
                    1000L);  // période

}
```

Annexe: Interblocage : mais où est-il ? discussion

```
class UnExemple{
  protected Object variableCondition;


  public synchronized void aa(){
    ...
    synchronized(variableCondition){
      while (!condition){
        try{
          variableCondition.wait();
        }catch(InterruptedException e){}
  }}


 public synchronized void bb(){
      synchronized(variableCondition){
          variableCondition.notifyAll();
  }}
```