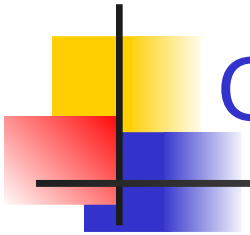


Luc Courtrai

CONCURRENCE

Les Threads JAVA

Université de Bretagne SUD
UFR SSI - Departement MIS

Plan

Notion de processus

Les appels système UNIX

La synchronisation entre processus

La communication entre processus

Problème d'interblocage

Les threads JAVA

Les Posix threads

Concurrence : les threads

INTRODUCTION

Sous UNIX, un procesus lourd est l'exécution d'un binaire (fichier) et chaque processus possède son espace adressage (segments texte, Pile, Data), ses descripteurs de fichiers, gestionnaire de signaux, son contexte.

Le système d’exploitation effectue la commutation de contexte entre chaque processus (cas du temps partagé).

Processus légers (ou threads):

- [Plusieurs activités dans un processus lourd]
- Partage des ressources du processus (mémoire, (segments), [fichiers ouverts] ...)
- Efficacité du changement de contexte
- Communication rapide entre threads via la mémoire partagée

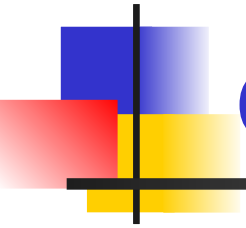
Concurrence : les threads

Processus légers :

- un compteur ordinal
- une pile d'exécution
- ses registres
- un état
- [gestionnaire de signaux]

Processus lourds

- l'espace d'adressage (Segments)
- éventuellement:
- *les fichiers ouverts (descripteurs)*
- *[gestionnaire de signaux]*

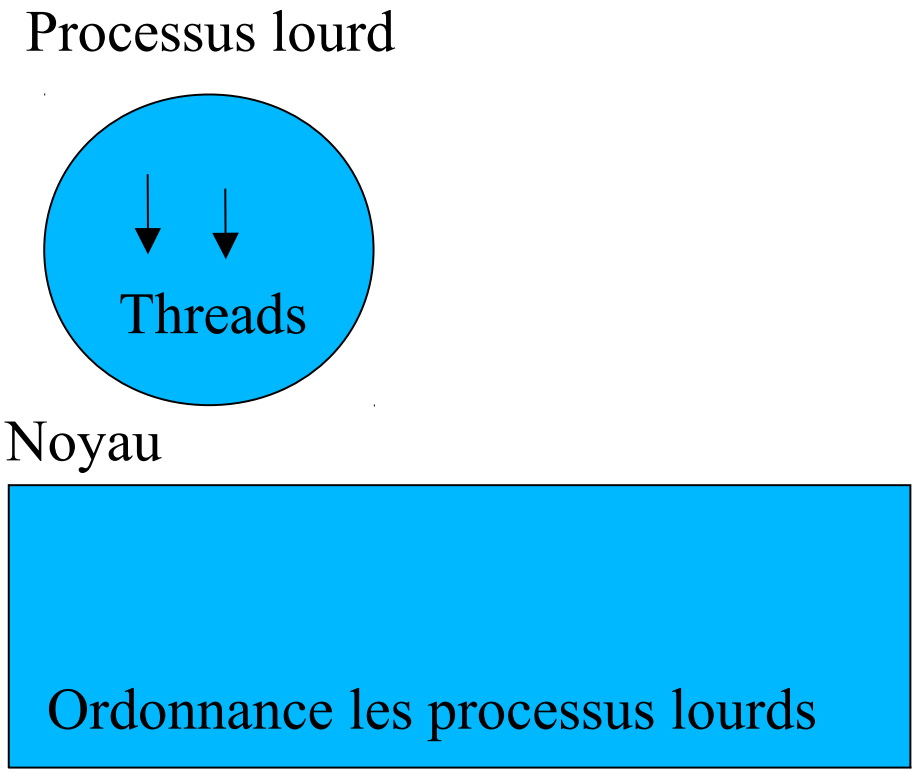


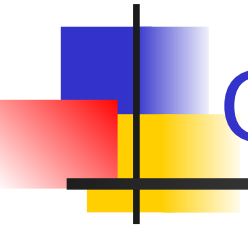
Concurrence : les threads

Mode Utilisateur (USER LEVEL)

Les threads sont applicatifs (non connus par le système d'exploitation)
API avec une bibliothèque de fonctions (POSIX)
Cette bibliothèque contient l'ordonnanceur de threads

Concurrence : les threads

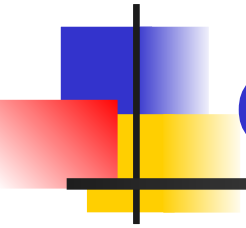




Inconvénients :

- Taille des piles des threads
- Les appels systèmes bloquants

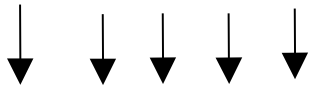
Concurrence : les threads



Mode Noyau :
Les systèmes comme Linux à partir de 2.6.xx ...
gèrent les threads au niveau du noyau
Ordonnanceur gère à la fois les processus lourds et les threads

Concurrence : les threads

Processus lourds ou threads

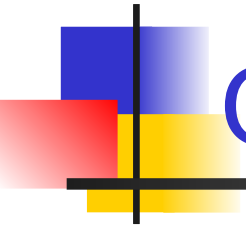


Noyau

Ordonnance
les processus lourds
et threads noyaux

Les Java Threads

En Java :
chaque activité (un thread)
+ les objets (passifs)



Concurrence : les threads Java 10

- La machine virtuelle Java (JVM) permet à une application d'exécuter plusieurs threads en parallèle.

- Chaque Thread a une ”priorité”. Un thread de haute priorité est exécuté en préférence. Par défaut un thread a la même priorité que le thread qui l'a créé.

- Les threads se partagent l'ensemble des objets de l'application. Il faut gérer les confits d'accès aux objets, attributs ou variables de classe.

- Chaque objet possède un emplacement pour un verrou qui permettra de synchroniser les threads.

- Un thread peut être daemon (détaché, en tâche de fond, non joinable) ; un thread créé par un thread daemon est aussi daemon.

Java Threads

Lorsque la machine virtuelle (JVM) démarre, il y a un thread non daemon (user) qui exécute la fonction main de la classe principale de l'application. La JVM continue l'exécution des threads en cours jusqu'à :

- l'appel de la méthode exit de la classe Runtime (ou System)
- tous les threads non daemon(s) soient arrêtés (morts)
- propagation d'une exception sans try … catch.

Java Threads : création d'un thread

Hériter de la classe **Thread** et surcharger la méthode **run**

```
class PrimeThread extends Thread {


        public void run() {
            // compute primes larger than minPrime
             . . .
        }
 } // class PrimeThread

// Utilisation
PrimeThread monThread=new PrimeThread()
monThread.start() ;
```

Exemples dans sourceJava_1 :
Thread/TestThread.java et Thread/TestThreadCalcul.java

Concurrence : les threads Java 13

Java Threads : la classe Thread :

public static void sleep(long millis[,int nanos]) throws InterruptedException

endort le threads pendant un nombre spécifié de millisecondes.

Concurrence : les threads Java 14

Java Threads : la classe Thread :

public final void setPriority(int newPriority)
public final int getPriority()

Change la priorité d'un thread entre MAX_PRIORITY, `MIN_PRIORITY`

en fonction de l ’implantation de la JVM

Exemples dans sourceJava_1 : TestPrio/TestThread.java

Concurrence : les threads Java 15

Java Threads : la classe Thread :

public final void join([long millis [int nanos]]) throws InterruptedException

attend la fin du thread (equivalent du wait avec les forck)
Un timeout (delai) peut être spécifié. Si le thread n'est pas terminé durant le délai, le thread appelant est débloqué.

Java Threads : la classe Thread :

public final void yield()

passe le CPU au thread suivant

Java Threads : la classe Thread :

public final boolean isDaemon()
public final void setDaemon(boolean on)

Positionne et teste le thread comme daemon ou user (demon: non joinnable).
La méthode peut être appelée avant l'appel de la méthode start.

La JVM s'arrête lorsqu'il n'y a plus que des threads daemons.
Le thread main est user

Exemples dans sourceJava_1 : Daemon/TestThread.java

Java Threads : Runnable

AUTRE FACON DE CRÉER DES THREADS

L'interface Runnable

- permet hériter d'une autre classe
- dissocier le thread (controleur) de l'action à effectuer

Java Threads : création d'un thread avec runnable

```
class PrimeRun implements Runnable {
    public void run() {
        // compute primes larger than minPrime
        . . .
    }
}
...
PrimeRun p = new PrimeRun();
Thread th=new Thread(p)
th.start(); /// sur le thread et non sur le runnable
th.join();
```

On utilise un thread qui gère le runnable

Il faut passer un runnable au constructeur de la classe Thread

Exemple dans sourceJava_1 : Runnable/TestRunnable.java

Runnable + son thread attaché
(même utilisation que extends Thread)

```
public class PrinRun implements Runnable  {
  protected Thread unThread;

  public PrinRun( ) {
          unThread = new Thread((Runnable)this);
  }
  public void start() {   // pour avoir la même interface qu'un thread
    unThread.start();
  }
  public void join() throws InterruptedException {
    unThread.join();
  }
   public void run() {
              // compute primes larger than minPrime
             …..
   }
}
```

Java Threads : création d'un thread Runnable + son thread attaché

```
PrimeRun p = new PrimeRun();


 p.start(); // comme un thread
             // cela remplace
            //Thread th=new Thread(p)
            // th.start();


 p.join()...

 ….
```

Exemple dans sourceJava_1 : Runnable/TestRunnableControleur.java

Java Threads : **Groupe de threads**

Chaque thread appartient à un groupe de threads

- Structurer les applications
- Controler un ensemble de threads

….

Concurrence : les threads Java 23

Java Threads : Groupe de threads
Permet de structurer et controler l'application par des ensembles d'activités

```
public class UseThreads {
   public static void main(String args[]) {

      ThreadGroup tGr = new ThreadGroup("Groupe de Threads ");
      Slave a = new Slave(tGr,"threadA");  // un thread
                                          // le gid + nom symbolique du thread
      a.start();
      System.out.println(tGr.activeCount()); //1
      Slave b = new Slave(tGr,"threadB");
      b.start();
      System.out.println("nombre de threads "+ tGr.activeCount()); //2
     Thread[] list = new Thread[] ; //
     tGr.enumerate(list); // rempli la liste des threads actifs
     for (Thread th:list) System.out.println(th) ; // threadA +threadB
```

Exemple dans sourceJava_1 : GroupThreads/TestThread.java

Concurrence : les threads Java

Java Threads : **Synchronisation**

Tout Objet Java possède un verrou .

Ces verrous sont manipulés par la clause synchronized qui exprime une section critique sur l'objet (exclusion mutuelle de threads).

Synchronized : Exclusion mutuelle de tous les threads qui appellent une méthode synchronized d'un même objet

La clause est mise sur une méthode ou sur un bloc d'instruction {}

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Synchronisation

Synchronisation sur un objet

```
class Toto {
  int value;
  public synchronized void setValue(int v){
      value =v;
  }
  public synchronized int getValue(){
      value =v;
  }
  public synchronized void incValue(int v){
      value = getValue() + v; // appel réentrant
  }
}
```

Exemple dans Synchronized/TestThread.java

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Synchronisation

Toto unToto =new Toto();
Toto unAutreToto =new Toto();

Deux threads ne peuvent pas entrer dans une des méthodes synchronized sur l'objet "unToto" (exclusion mutuelle).

Le deuxième appel est mis dans une file d'attente

Un thread peut appeler une des méthodes synchronized sur "unToto" pendant qu'un deuxième thread appelle une des méthodes synchronized de "unAutreToto" (deux objets -> deux verrous)

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Synchronisation

Le Synchronized dans un bloc, il faut prendre un verrou (dans l'exemple suivant celui de l'objet)

```
class Titi
  static Object o = new Object();
  void m(){
    ...
    synchronized(o){// verrou de o
      // partie de code en SC
    }
    …
```

Ici l'objet o peut être partagé par des objets différents (voir des classes différentes). O sert à nommer la synchro

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Synchronisation

Le Synchronized dans un bloc, il faut prendre un verrou (dans l'exemple suivant celui de l'objet o)

class Titi

```
void m1(Object o){
  ...
  synchronized(o){// verrou de o
    // partie de code en SC
    // avec tutu m2 et titi m1
  }
  …
```

class Tutu

```
void m2(Object o){
  ...
  synchronized(o){// verrou de o
    // partie de code en SC
    // avec tutu m2 et titi m1
  }
```

Ici l'objet o est ici partagé par des objets différents de classes différentes.

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Synchronisation

verrou sur l'objet

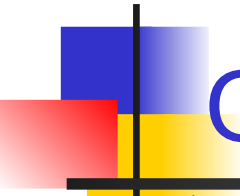
```
void m(){
    … // non protégé
   synchronized(this){// verrou sur l'objet courant
      // partie de code en section critique
   }
    …  // non protégé
}
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Synchronisation

Verrou de l'objet Classe

```
class  Th extends Thread{
  static int Cpt =0;
  static synchronized  int Incremente(){
      return Cpt++;
  }
  public Th(){
  }
  public void run(){
    while(true){
        System.out.println(this + "CPT: " +Incremente());
    }
  }
}
```



Concurrence : les threads Java

Java Threads : Synchronisation

```
public class Test {
   public static void main(String args[]) {
       Th t1 = new Th();
       Th t2 = new Th();
       Th t3 = new Th();
       Th t4 = new Th();

       t1.start(); t2.start(); t3.start();t4.start();

       try {
         t1.join();
      ….
```

t1,t2,t3,t4 sont des objets différents mais synchronisés sur l'objet classe Th

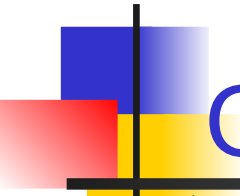
Concurrence : les threads Java

Java Threads : Synchronisation

La méthode thread

public static boolean holdsLock(Object obj)

retourne vrai si le thread courrant a le verrou sur l'objet obj



Concurrence : les threads Java

Wait et Notify

Abstraction de Synchronisation les Moniteurs

Synchonisation bloquante

public final void wait([long timeout,int nanos])
throws InterruptedException

La méthode bloque le thread courant jusqu'a ce qu'un autre thread le notifie

La synchronisation est nommée par l'objet sur lequel s'applique le wait

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Synchronisation Wait et Notify

public final void notify()
public final void notifyAll()

La méthode notify réveille un thread ayant effectuer un wait sur l'objet courant. Si plusieurs threads sont bloqués sur cet objet, le choix du thread est aléatoire.

La méthode notifyAll réveille tous les threads bloqués sur l'objet.

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Synchronisation Wait et Notify

Pour appeler la méthode Wait ou Notify, il faut posséder le verrou de l'objet sur lequel s'applique la méthode.

Cela garantit l'exclusion mutuelle aux appels des méthodes Wait ou Notify.

Exemple : cela interdit de rentrer dans un notify si un autre thread est entrain d'effectuer un wait (sinon la programmation conccurrence serait impossible).

Pour obtenir le verrou, il faut être dans un bloc synchronized.

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Synchronisation Wait et Notify

Lorsqu'un thread T1 se bloque sur un Wait, il relache automatiquement le verrou. Cela permet à un autre thread T2 d'effectuer le Notify.

Après ce Notify, le premier thread T1 attend qu'il "réoptienne" le verrou pour continuer son exécution, code après le wait. Il rentre alors en compétition avec les autres threads qui veulent obtenir aussi le vérrou (synchronized).

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Wait et Notify

thread-1

```
synchronized(o) {

  ….
      try {
          o.wait();
   ...
      }catch(..) {..}

  ...
}
```

thread-2

```
synchronized(o) {

  ….

  o.notify();
  …
}
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Wait et Notify

thread-t1

```
synchronized(o) {
    try {
        o.wait();
  …
                                  }catch(..) {..}...
}
```

prend le verrou o

bloque t1
relache le verrou de o

attend le verrou

prend le verrou

relache le verrou

thread-t2

```
synchronized(o) {
  o.notify();
  …
}
```

prend le verrou o

debloque t1

relache le verrou

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Wait et Notify

ATTENTION

thread-1

```
synchronized(o) {
      try {
            o.wait(); // jamais reveillé
      }catch(..) {..}

  ...
}
```

thread-2

```
synchronized(o) {

  o.notify(); // notify  personne
  …
}
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Wait et Notify Exemple :synchro

Exemple de synchro (un ou n thread(s) doivent attendre le fin d'une tache)

```
class SynchroL {

   Object lock;  // un Objet pour son verrrou  (ou l'object this)
   boolean isLock; //  le verrou pris ou pas
   public SynchroL() { // contructeur
      lock = new Object();
      isLock = True;
   }
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Wait et Notify Exemple :synchro

```
public void testSynchro(){  // bloquante
    synchronized (lock){
        if (isLock) //il faut le verrou de l'objet pour le test et pour le wait
            try {
                lock.wait(); // libère aussi le verrou
            }  catch (InterruptedException e) {};
    }
}
 public void ok(){
     synchronized(lock){ // prend le verrou pour le  notify et modif isLock
         lock.notifyAll(); // libère le wait à la fin de ce bloc synchronized
         isLock = false;
     }
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Wait et Notify Exemple : synchro

```
class  T1 extends Thread{
     SynchroL unLock;
     public T1(SynchroL loc){
     this.unLock = loc;
  }
  public void run(){
     ….
    System.out.println("Avant Synchro");
    unLock.testSysnchro();
    System.out.println("Apres Synchro");
    //...
  }

}
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Wait et Notify Exemple : synchro

```
class  T2 extends Thread {
    SynchroL unLock;
    public T2(SynchroL l){
    this.unLock = l;
}
public void run(){
  //  Etape1;
  System.out.println("Avant ok");
  unLock.ok(); // previent de la fin de t1
  System.out.println("Apres ok");

  //...
}
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Wait et Notify Exemple : synchro

```
public class Test {
    public static void main(String args[]) {
        SynchroL sync = new SynchroL();
        T1 t1 = new T1(sync);
        T2 t2 = new T2(sync);
        t1.start();
        t2.start();
        ...
  }
}
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Wait et Notify Exemple : **Producteur-consommateur**

```
class TamponCirc {

   private Object tampon[];
   private int taille;
   private int in, out, nbMess;

   // constructeur d'un tampon borne
   public TamponCirc (int taille) {
       tampon = new Object[taille]; // ou Vector
       this.taille = taille;
       in = 0;
       out = 0;
       nbMess = 0;
   }
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Wait et Notify Exemple : producteur-consommateur

```
public synchronized void depose(Object obj) {
    while (nMess == taille) {    // tantque "si" plein
        try {
            wait();              // attends non-plein
        } catch (InterruptedException e) {}
    }
    tampon[in] = obj;
    nbMess++;
    in = (in + 1) % taille;
    notify();                    // envoie un signal non-vide
}
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Wait et Notify Exemple : producteur-consommateur

```
public synchronized Object preleve() {
      while (nMess == 0) {    // tantque "si" vide
          try {
              wait();           // attends non-vide
          } catch (InterruptedException e) {}
      }
      Object obj = tampon[out];
      tampon[out] = null;    // supprime la ref a l'objet pour le GC
      nbMess--;
      out = (out + 1) % taille;
      notify();                 // envoie un signal non-plein
      return obj;
  }
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Wait et Notify Exemple : producteur-consommateur

```
class Consommateur extends Thread {

    private TamponCirc tampon;
    public consommateur(TamponCirc tampon) {
        this.tampon = tampon;
    }
    public void run() {
        while (true) {
            System.out.println("je preleve "+((Integer)tampon.preleve()).toString());
            try {
                Thread.sleep((int)(Math.random()*200));    // attends jusqu'a 200 ms
            } catch (InterruptedException e) {}
        }
    }
}
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Wait et Notify Exemple : producteur-consommateur

```
class producteur extends Thread {
    private tamponCirc tampon;
    private int val = 0;
    public producteur(tamponCirc tampon) {
        this.tampon = tampon;
    }
    public void run() {
        while (true) {
            System.out.println("je depose "+val);
            tampon.depose(new Integer(val++));
            try {
                Thread.sleep((int)(Math.random()*100));   // attend jusqu'a 100 ms
            } catch (InterruptedException e) {}
        }
    }
}
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Wait et Notify Exemple : producteur-consommateur

```
class TestTampon {

  public static void main(String args[]) {

      tamponCirc tampon = new tamponCirc(5);
      producteur prod = new producteur(tampon);
      consommateur cons = new consommateur(tampon);

      prod.start();
      cons.start();

  }

}
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Wait et Notify Exemple : producteur-consommateur

Algorithme précédant :

Pas d'ordre dans les threads débloqués (nonFIFO)

Concurrence : les threads Java

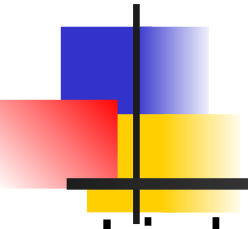
Java Threads :

Algorithme précédant :
Pas d'ordre dans les threads débloqués (nonFIFO)
(A cause du motify qui réveille au hasard un des threads bloqués sur le wait)

Producteur consommateur FIFO

Avec une LinkedBlockingQueue

1 - package java.util.concurrent
2 - réecriture avec wait et notify



Concurrence : les threads Java

LinkedBlockingQueue<E>

Tampon non borné, ordre FIFO des retraits.

Implantation d'une file bloquante

package java.util.concurrent

public LinkedBlockingQueue<E>() ...

    // crée une BlockingQueue avec une liste de noeuds.

    // Les   accès aux méthodes par les threads respectent

    // l'ordre FIFO des demandes.

public void put(<E> o) ;

    // insère l'élément o à la fin de la file (pas limite de taille)

public <E> take() ;

    // retourne et supprime la tête de la file, attend si

     // aucun élément n'est présent dans la file.

Concurrence : les threads Java

```
public class LinkedBlockingQueue<E>{
 // BlockingThread classe interne pour associer un thread
 // bloqué  en attente d'un objet et une référence sur l'objet
 class BlockingThread{
     private  Thread  thread; // reference du thread bloqué
     private  E  o; // reférence pour  l objet à récuperer
     public BlockingThread(Thread th){
       this.th=th;
    }
    public void setObject(E o){ this.o=o;}
    public E getObject(){return o;}
    public Thread getThread(){return thread;}
}
```

Concurrence : les threads Java

```
public class LinkedBlockingQueue<E>{
   private LinkedList<BlockingThread> listeTh;
   private LinkedList<E> listeObject;


   public LinkedBlockingQueue()
   {
    listeTh = new LinkedList<BlockingThread>();
    listeObject =  new LinkedList<E>();
   }
```

Concurrence : les threads Java

```
public class LinkedBlockingQueue<E>{

public synchronized void put(E o){
                    // synchronized sur la blockingqueue
    if (listeTh.size() == 0){
          listeObject.add(o);
   } else
        BlockingThread tb =  listeTh.remove();
        tb.setObject(o);
        synchronized(tb.getThread()){ // le thread bloqué
            tb.getThread().notify();
        }
   }
```

Concurrence : les threads Java

```
public  E take() {
  Thread    my=Thread.currentThread();
   BlockingThread tb =null;
   synchronized(my){ // le thread
      synchronized(this){ // la blockingqueue
          if (listeObject.size() != 0)
                  return  listeObject.remove();
          tb = new BlockingThread(my);  // sinon
          listeTh.add(tb);
      } // synchronized(this) // la blockingqueue
      try{
          my.wait();
          return tb.getObject();
      }catch(InterruptedException e){};
  } // synchronized(my)
}
```

Java Threads

Interruptible

Interrompt un thread bloqué dans un sleep, wait ....
(ie du point d'annulation : endroit où un thread peut être arrété)

t1

```
synchronized (this) {
  Try {
     wait();   // ou sleep
  }catch (InterruptedException e) {
        System.out.println(this +"Exception levee  + " + e)
     }
 }
```

t2

```
t1.interrupt();
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads

Interruptible

controler les interrupt()

```
t1
    synchronized (this) {
       try {wait();}
          catch (InterruptedException e) {
            System.out.println(this +"Exception levee  + " + e)
          }
    }
     public void interrupt();  // Redéfinir la méthode interrupt
t2
    t1.interrupt();
```

Java Threads : java.util.concurrent.Semaphore

Utiliser les algorithmes classiques :
- producteur-consomateur
- lecteur-rédacteur

Java Threads : java.util.concurrent.Semaphore

Class java.util.concurrent.semaphore

public Semaphore(int permits)
permits peut être négatif
public Semaphore(int permits, boolean fair)
fair // true FIFO acquire
// false aléatoire (NE PAS UTILISER)

Concurrence : les threads Java

Java Threads : java.util.concurrent.Semaphore

```
// operation P

public void acquire()
        throws InterruptedException

public void acquireUninterruptedException()


// operation V

public void release()
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : java.util.concurrent.Semaphore

exemple le tampon borné avec les sémaphores

```
class tamponCirc {

    private Object tampon[];
    private Semaphore sMutex,sPlaceLibre,sArticle;
    private int en;

    public tamponCirc (int taille) {
        tampon = new Object[taille];
        this.taille = taille;
        sMutex = new Semaphore(1,true);
        sPlaceLibre = new Semaphore(taille,true);// true FIFO
        sArticle = new Semaphore(0,true); /
        en = 0;
    }
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : java.util.concurrent.Semaphore

exemple tampon borne

```
public  void depose(Object obj) {
        sPlaceLibre.acquireUninterruptibly();
        sMutex.acquireUninterruptibly();
        tampon[en] = obj;
        en = (en + 1) % tampon.size;
        sMutex.release();
        sArticle.release();

    }
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : java.util.concurrent.Semaphore

exemple tampon borne

```
public Object preleve() {
        sArticle.acquireUninterruptibly();
        sMutex.acquireUninterruptibly();
        Object obj = tampon[hors];
        tampon[hors] = null;    // supprime la ref a l'objet
        hors = (hors + 1) % tampon.length;
        sMutex.release();
        sPlaceLibre.release();
        return obj;
    }
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : java.util.concurrent.Semaphore

Quelques autres méthodes :

```
public void acquire(int permits)
public void release(int permits)

public boolean tryAcquire(int permits)

public boolean tryAcquire(int permits,
                          long timeout,
                          TimeUnit unit)
                                  // TimeUnit.SECONDS
                                  // TimeUnit.MILLISECONDS
                                  // TimeUnit.MICROSECONDS
                                  // TimeUnit.MANOSECONDS
                  throws InterruptedException
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : java.util.concurrent.

Les Verrous (ie TestAndSet)

verrou = new AtomicBoolean(false)

dans le code concurrent

```
boolean lock= verrou.getAndSet(true);
if ( ! lock) {
 // en exclusion mutuelle
 ....
 // fin exclusion mututelle
 verrou.set(false);
}
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : java.util.concurrent.

Java. concurrent.*
Producteur consommateur

LinkedBlockingQueue
Utilisant l'algo producteur consommateur
Producteur : void put(E elt)
Consommateur : E take()

L'appel de la méthode E take() peut être bloquant.

Avec un ordre FIFO sur les threads bloqués sur le take()

Concurrence : les threads Java

java.util.concurrent.CyclicBarrier

```
Class   Test  extends Thread {
 static CyclicBarrier barrier;

 public void run() {
                    ……..
            try {  barrier.await();
                          } catch (InterruptedException ex) {
                                        return;
                          } catch (BrokenBarrierException ex) {
                                        return;
          }}}
…
barrier = new CyclicBarrier(N);
for (int i = 0; i < N; ++i)
          new Test().start();
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads :

Implantation des Sémaphores en JAVA au dessus des moniteurs wait/notify

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Ecrire son Implantaton des Sémaphores en JAVA

```
public class Semaphore {

 private   int              count = 0;

 private LinkedList<Thread> lockThreads;
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Implantaton des Sémaphores en JAVA

```
public Semaphore(int v) {
        count = v;
        lockThreads=new LinkedList<Thread>();

  }
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Implantaton des Sémaphores en JAVA

```
public void P() {
        boolean interrupted = false;
        synchronized (Thread.currentThread()){
            synchronized (this) {
                    if (count != 0) {
                        count--;
                        return; // sort de la fonction (relache les deux verrous
                    }
                    lockThreads.add(Thread.currentThread());
            }
            try {
                    Thread.currentThread().wait();
            }catch (InterruptedException ie) {interrupted=true;}
        }
        if (interrupted) Thread.currentThread().interrupt()
}
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Implantaton des Sémaphores en JAVA

```
public synchronized void V() {


        if (lockThreads.size() != 0) {

            Thread first= lockThreads.remove(); // return first
            synchronized(first){
                    first.notify();
            }
        } else {
            count++;

        }

}
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : Implantaton des Sémaphores en JAVA

exemple producteur consomateur :

```
class tamponCirc {
  private Object tampon[];
  private int taille;
  private Semaphore sMutex,sPlaceLibre,sArticle;
  private int en,hors;
  public tamponCirc (int taille) {
      tampon = new Object[taille];
      this.taille = taille;
      sMutex = new Semaphore(1,"Mutex");
      sPlaceLibre = new Semaphore(taille,"PlaceLibre");
      sArticle = new Semaphore(0,"Article");

      en = 0;
      hors = 0;
  }
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : **Pool de threads**

package java.concurrent // PollThread Callable Futur

// Exemple Oracle

// Tache à effectuer (appeler) avec un résultat (futur)

```
public   class WordLengthCallable
        implements Callable {
    // Callable (ie Runnable) avec return
    private String word;
    public WordLengthCallable(String word) {
      this.word = word;
    }
    public Integer call() { // à definir
      return Integer.valueOf(word.length());
    }
}
```

Concurrence : les threads Java

Java Threads : PoolThread, Callable, Future

// Future (synchro à l'appel de get)

```
public class TestPollThreadCallable {
  public static void main(String args[] ) throws Exception {

    String mots[]= {"0","12","345","6789"};
    ExecutorService pool = Executors.newFixedThreadPool(2);
    Set<Future<Integer>> set = new HashSet<Future<Integer>>();
    for (String word: mots) {
      Callable<Integer> callable = new
                                   WordLengthCallable(word);
      Future<Integer> future = pool.submit(callable);
      set.add(future);
    }
    … // les taches sont en cours via la pool
    int sum = 0;
    for (Future<Integer> future : set)
      sum += future.get(); //
    System.out.printf("The sum of lengths is %s%n", sum);
  }
```

Concurrence : les threads Java

java.util.Stream (pipeline sur une liste d'objets) java8 exemple sur les int

```
InitStream flux= IntStream.range(0,10) // flux d'entiers
flux.forEach(System.out::println);
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
flux.forEach(System.out::println);
// erreur le flux est déjà consommé
```

Concurrence : les threads Java

java.util.Stream (pipeline sur une liste d'objets) java8 exemple sur les int

```
// le pipeline range et forEach
IntStream.range(0,10).forEach(System.out::println);

0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
```

Concurrence : les threads Java

java.util.Stream (pipeline sur une liste d'objets) java8

filter() lambda fonction `i ->i%2==0`

```
IntStream.range(0,10)
        .filter(i ->i%2==0)  // les i pairs
        .forEach(System.out::println);

0
2
4
6
8
```

Concurrence : les threads Java

java.util.Stream (pipeline sur une liste d'objets) java8
traitement() sur le pipeline avec une lambda fonction

```
IntStream
     .range(0,10)
     .map(i ->   i * i  )
     .forEach(System.out::println);
```

```
0
1
4
9
16
25
36
49
64
81
```

Concurrence : les threads Java

java.util.Stream (pipeline sur une liste d'objets) java8

Traitement() sur le pipeline avec une lambda fonction

```
IntStream.range(0,10).map(
            i ->
                { // avec des instructions
                 int r = i*i ;
                 return r ;
                }
            )
            .forEach(System.out::println);
```

```
0
1
4
9
16
25
36
```

Concurrence : les threads Java

java.util.Stream (pipeline sur une liste d'objets) java8
traitement en parallèle (thread)

```
IntStream.range(0,10)
         .parallel()
         .map(
           i ->
           { return   i * i ; }
           )
           .forEach(System.out::println);
```

```
1
25
64
16
4
0
49
36
```

Concurrence : les threads Java

java.util.Stream (pipeline sur une liste d'objets) java8
Reduction de la liste (thread)

```
int sum  =IntStream
   .range(0,10)
   .reduce(0  // premier appel (init)
           ,(i1,i2) -> {return i1+i2;}// autres appels
           )
System.out.println(sum) :
45
```

Concurrence : les threads Java

java.util.Stream (pipeline sur une liste d'objets) java8
Exemple de pipeline : somme de [0, 999]

```
sum =IntStream.range(0,10)
 .map(i -> i *10)   // 0  10 20 30 … 90
 .parallel()  // en parallèle (threads differents)
 .map(i -> {
      // traitement en parallel
      int som=0;
      for (int s=i ; s < i +10; s++) //sum des [i ,i +10]
         som+=s;
      return som; })
  // fusion des resultats
 .reduce(   0, // premier appel (ie init)
            (i1,i2) -> {return i1+i2;}); // les autres

// 4950  somme des 100 premiers entiers 0  à 99 (99*100)/2
```