PROBLÈME I (sockets)

Vous avez à réaliser avec des sockets en Java un répartiteur de charge (une classe LoadBalancer) qui reçoit des requêtes HTTP et les distribue de façon aléatoire vers un ensemble de serveurs Web. Le début de la classe LoadBalancer est le suivant :

```
public class LoadBalancer {
   static String hosts[] = {"host1", "host2"};
   static int ports[] = {8081,8082};
   static int nbHosts = 2;
   static Random rand = new Random();
   …
}
```

A chaque réception d'une requête HTTP, LoadBalancer transfère la requête à un des serveurs web (les adresses de ces serveurs sont données par les tables hosts et ports) et LoadBalancer transfère le résultat de la requête à l'émetteur. Le choix du serveur Web est aléatoire (rand.nextInt(nbHosts) retourne un entier entre 0 et nbHosts-1). Pour être efficace, LoadBalancer est évidemment multi-threadé.

Pour la programmation des entrées/sorties, on utilisera :
- InputStream : `public int read(byte[] b);` // bloquante, retourne le nombre de bytes lus
- OutputStream : `public void write(byte[] b, int off, int len);` // écrit les len bytes à la position off et on suppose que les requêtes et réponses sont lues ou écrites en un seul appel de méthode avec un buffer de 1024 bytes.

```java
public class LB {

  static String hosts[] = {"host1", "host2"};
  static int ports[] = {8081,8082};
  static int nbHosts = 2;
  static Random rand = new Random();

  public static void main(String args[]) {

    ServerSocket ss = new ServerSocket(8080);

    while(true) {

      Socket s = ss.accept();
      Slave slave = new Slave(s);
      slave.start();
    }
  }
}

class Slave extends Thread {

  Socket s1;

  public Slave (Socket s) {

    this.s1= s;
  }

  public void run() {

    int n = LB.rand.nextInt(LB.nbHosts);
    Socket s2 = new Socket(LB.hosts[n], LB.ports[n]);

    InputStream s1_in = s1.getInputStream();
    OutputStream s1_out = s1.getOutputStream();

    InputStream s2_in = s2.getInputStream();
    OutputStream s2_out = s2.getOutputStream();

    byte[] buff = new byte[1024];
    int nblu;

    // Transfert client -> serveur
    nblu = s1_in.read(buff);
    s2_out.write(buff, 0, nblu);

    // Transfert serveur -> clien
    nblu = s2_in.read(buff);
    s1_out.write(buff, 0, nblu);

    s2.close();
    s1.close();
  }
}
```

PROBLÈME II (sockets)

Losrque des abonnés à Internet sont connectés par la technologie ADSL (Asymmétric Digital Subscriber Line), le débit montant (upload) est nettement inférieur au débit descendant (download). Ceci implique que si UsagerClient télécharge un gros document donné par UsagerServer, le transfert est limité par le débit montant (upload) de UsagerServer. Pour diminuer le temps de transfert, il est possible pour UsagerClient de lancer le téléchargement de différents fragments du même document à partir de plusieurs usagers possédant une copie du document. Cette technique est utilisée par de nombreuses plate-formes de téléchargement dites P2P.

Nous voulons implanter le schéma de principe de cette technique. Vous devez programmer avec des sockets en Java deux programmes exécutés respectivement sur le client et sur les machines serveurs :
– UsagerClient télécharge des fragments d'un document depuis plusieurs serveurs
– UsagerServer_i fournit les fragments du document

On suppose que les programmes UsagerClient et UsagerServer_i ont les variables suivantes définies :

```
final static String hosts[] = {"host1", "host2",
"host3"};
final static int ports[] = {8081,8082,8083};
final static int nb = 3;
static String document[] = new String[nb];
```

Les 3 premières variables donnent les adresses des serveurs. Un serveur démarre en prenant en paramètre son numéro de serveur (0, 1 ou 2, l'indice dans les tables hosts et ports). On ne gère qu'un seul document qui est ici un tableau de String (document) et on considère qu'un fragment est une String de ce tableau. On suppose que le tableau document est initialisé pour les serveurs (vous n'avez pas à le faire) et il doit être rempli par le téléchargement pour le client.

On simplifie donc ce schéma avec 1 document composé de 3 String, téléchargées depuis 3 serveurs.

Pour les requêtes, il est recommandé d'utiliser la sérialisation d'objets Java. Une requête peut simplement envoyer un numéro de fragment sur une connexion TCP et recevoir la String correspondant au fragment.

Donnez une implantation des programmes UsagerClient et UsagerServer_i en suivant ce schéma.

```java
public class Client extends Thread {

  final static String hosts[] = {"host1", "host2", "host3"};
  final static int ports[] = {8081,8082,8083};
  final static int nb = 3;

  static String document[] = new String[nb];  // vide au début

  int myno;

  public Client (int n) {

    this.myno = n;
  }

  public static void main (String args[]) {

    for (int i=0; i<nb; i++) {

      Client cli = new Client(i);
      cli.start;
    }
  }

  public void run () {

    Socket s = new Socket(hosts[myno], ports[myno];

    InputStream is = s.getInputStream();
    OutputStream os = s.getOutputStream();

    // Permet de lire et envoyer des objets (int, String) (sérialization)
    ObjectInputStream ois = new ObjectInputStream(is);
    ObjectOutputStream oos = new ObjectOutputStream(os);

    oos.writeObject(myno);  // Envoi de la requête
    document[myno] = (String) ois.readObject();  // Récupération de la réponse
  }
}
```

```java
public class Server {

  static String document[] = new String[nb];  // plein au début

  public static void main (String args[]) {

    int myport = Integer.parseInt(args[0]);

    ServerSocket ss = new ServerSocket(port);

    while (true) {

      Socket s = ss.accept();

      InputStream is = s.getInputStream();
      OutputStream os = s.getOutputStream();

      // Permet de lire et envoyer des objets (int, String) (sérialization)
      ObjectInputStream ois = new ObjectInputStream(is);
      ObjectOutputStream oos = new ObjectOutputStream(os);

      int nb = (int) ois.readObject();
      oos.writeObject(document[nb]);
    }
  }
}
```

PROBLÈME III (RMI)

Vous avez à réaliser un service d'exécution de commande à distance (comme rsh) en utilisant Java RMI.

Ce service est composé de 2 programmes :

– un programme Daemon.java qui doit être lancé sur toutes les machines vers lesquels on veut pouvoir lancer des commandes à distance. Ce programme enregistre un objet RMI sur son RMIRegistry local.
– Un programme RE.java qui permet l'exécution d'une commande à distance. Ce programme interagit avec le programme Daemon du site sur lequel il faut exécuter la commande.

Le programme RE s'utilise de la façon suivante : `java RE <host> <command>`
Le programme RE reçoit dans `args[0]` et `args[1]` les 2 chaines de caractères host et command.
Pour exécuter une commande localement sur les machines distantes, on utilise : `localExec(String cmd);`

Question 1 : Donnez une implantation en Java des programmes Daemon et RE

```java
import java.rmi.*;
import java.rmi.server.*;
import java.rmi.registry.*;

// Côté serveur
public interface Deamon extends Remote {

  // Méthode apppellée pour exécuter la commande
  public void doIt (String command) throws RemoteException;
}

public class DeamonImpl extends UnicastRemoteObjects implements Deamon {

  public DeamonImpl() throws RemoteException {

  }

  public void doIt (String command) throws RemoteException {

    // Si on suit le sujet, on exécute : localExec(String command)
    // Là pour que ça fonctionne, on fait juste un print
    System.out.println("received command");
  }

  public static void main(String args[]) {

    try {

      Deamon d = new DeamonImpl();
      Naming.rebind("//localhost/toto", d);  // Export dans le registry

    }
    catch (Exception ex) {
      ex.printStackTrace();
    }
  }
}

// Côté client
public class RE {

  public static void main(String args[]) {

    String host = args[0];
    String command = args[1];

    try {

      Deamon d =  // Import depuis le registry
        (Deamon) Naming.lookup("//" + host + "toto");
      d.doIt(command);

    }
    catch (Exception ex) {
      ex.printStackTrace();
    }
  }
}
```

Question 2 : On veut maintenant gérer l'affichage console de la commande exécutée à distance. On veut que les affichages de la commande soient effectués sur la console du client qui a lancé la commande.
On exécute maintenant une commande localement avec : `localExec(String command, Console console);`
Console est une interface Java qui fournit notamment la méthode println(String s);

La commande exécutée réalise ses affichages en appelant cette méthode sur l'objet Console passé en paramètre de `localExec()`.

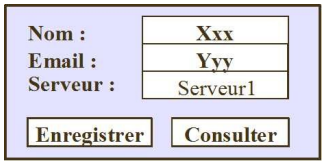
Modifiez votre implantation précédente pour permettre l'affichage sur le poste client de la commande exécutée à distance

```java
import java.rmi.*;
import java.rmi.server.*;
import java.rmi.registry.*;

// Côté serveur
public interface Deamon extends Remote {

  // Méthode apppellée pour exécuter la commande
  public void doIt (String command, Console c) throws RemoteException;
}

public class DeamonImpl extends UnicastRemoteObjects implements Deamon {

  public DeamonImpl() throws RemoteException {

  }

  public void doIt (String command, Console c) throws RemoteException {

    // Si on suit le sujet, on exécute : localExec(command, c)
    // Là pour que ça fonctionne, on fait juste un print
    c.out.println("received command");
  }

  public static void main(String args[]) {

    try {

      Deamon d = new DeamonImpl();
      Naming.rebind("//localhost/toto", d);  // Export dans le registry

    }
    catch (Exception ex) {
      ex.printStackTrace();
    }
  }
}

// Côté client
public class RE {

  public static void main(String args[]) {

    String host = args[0];
    String command = args[1];

    try {

      Deamon d =  // Import depuis le registry
        (Deamon) Naming.lookup("//" + host + "toto");
      Console c = new ConsoleImpl();
      d.doIt(command, c);

    }
    catch (Exception ex) {
      ex.printStackTrace();
    }
  }
}
```

```java
// ---- CONSOLE ----

public interface Console extends Remote {

  public void println (String s) throws RemoteException;
}

public class ConsoleImpl extends UnicastRemoteObjects implements Console {

  public ConsoleImpl() throws RemoteException {

  }

  public void doIt (String command) throws RemoteException {

    // Si on suit le sujet, on exécute : localExec(String command)
    // Là pour que ça fonctionne, on fait juste un print
    System.out.println("received "+s);
  }
}
```

TP RMI

L'objectif de ce TP est d'utiliser Java RMI pour implanter une petite application dans laquelle une applet permet de saisir les coordonnées d'une personne (nom, adresse email) et de les enregistrer dans un serveur. L'interface permet de sélectionner le serveur dans lequel la personne doit être enregistrée. On gèrera 2 serveurs.
L'application permet également de rechercher l'email d'une personne qui a été enregistrée en indiquant le serveur dans lequel faire cette recherche.



Si on ne trouve pas la personne dans le serveur indiqué, la recherche est alors propagée au second serveur.

L'interface d'un serveur est la suivante :

```
public interface Carnet extends Remote {
    public void Ajouter(SFiche sf) throws
RemoteException;
    public RFiche Consulter(String n, boolean forward)
throws RemoteException;
}
public interface SFiche extends Serializable {
    public String getNom ();
    public String getEmail ();
}
public interface RFiche extends Remote {
    public String getNom () throws RemoteException;
    public String getEmail () throws RemoteException;
}
```

L'enregistrement d'une personne utilise la sérialisation pour envoyer au serveur une copie d'un objet d'interface SFiche.
La consultation retourne une référence à un objet RMI d'interface RFiche ; l'applet qui consulte peut alors récupérer l'adresse email par un appel à distance sur cette référence.
La méthode de consultation inclut un paramètre booléen forward indiquant si la requête doit être propogée à l'autre serveur (pour éviter de boucler).

On vous donne :
- Carnet.java : l'interface d'un serveur
- SFiche.java : l'interface de l'objet sérialisé pour l'enregistrement auprès d'un serveur
- RFiche.java : l'interface de l'objet RMI retourné lors de la consultation auprès d'un serveur
- Saisie.java et page.html : l'applet implantant l'interface graphique de l'application

Vous devez :
- implanter CarnetImpl.java : la classe d'un serveur
- implanter SFicheImpl.java : la classe de l'objet sérialisé
- implanter RFicheImpl.java : la classe de l'objet RMI retourné par le serveur
- compléter Saisie.java : pour faire les appels aux serveurs

Carnet.java

```java
import java.rmi.*;

public interface Carnet extends Remote {
  public void Ajouter(SFiche sf) throws RemoteException;
  public RFiche Consulter(String n, boolean forward) throws RemoteException;
}
```

SFiche.java

```java
import java.io.*;

public interface SFiche extends Serializable {

  public String getNom ();
  public String getEmail ();
}
```

RFiche.java

```java
import java.rmi.*;

public interface RFiche extends Remote {

  public String getNom () throws RemoteException;
  public String getEmail () throws RemoteException;
}
```

Saisie.java

```java
import java.lang.*;
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import java.applet.*;
import java.rmi.*;
import java.rmi.registry.LocateRegistry;
import java.rmi.registry.Registry;

import javax.swing.*;

public class Saisie extends JApplet {
   //... ((du code java swing))
  }

  // La reaction au bouton Consulter
  class CButtonAction implements ActionListener {
    public void actionPerformed(ActionEvent ae) {
      String n, c;
      n = nom.getText();
      c = carnets.getSelectedItem();
      message.setText("Consulter("+n+","+c+")        ");

      try {

        Carnet carnet = (Carnet) Naming.lookup("//localhost:1234/carnet");
        String emailReturned = carnet.Consulter(n, false).getEmail();

        if (emailReturned != null) {

          email.setText(emailReturned);
        }
        else {
          System.out.println("no email found");
        }
      }
      catch (Exception e) {

        e.printStackTrace();
      }
    }
  }

  // La reaction au bouton Ajouter
  class AButtonAction implements ActionListener {
    public void actionPerformed(ActionEvent ae) {
      String n, e, c;
      n = nom.getText();
      e = email.getText();
      c = carnets.getSelectedItem();
      message.setText("Ajouter("+n+","+e+","+c+")        ");

      try {

        Carnet carnet = (Carnet) Naming.lookup("//localhost:1234/carnet");
        carnet.Ajouter(new SFicheImpl(n, e));
      }
      catch (Exception ex) {

        ex.printStackTrace();
      }
    }
  }

  public static void main(String args[]) {
    // du java swing (je laisse au cas où):
    Saisie a = new Saisie();
    a.init();
    a.start();
    JFrame frame = new JFrame("Applet");
    frame.setSize(400,200);
    frame.getContentPane().add(a);
    frame.setVisible(true);
  }
}
```

CarnetImpl.java

```java
import java.rmi.RemoteException;
import java.rmi.registry.LocateRegistry;
import java.rmi.server.UnicastRemoteObject;
import java.util.HashMap;
import java.rmi.Naming;

public class CarnetImpl extends UnicastRemoteObject  implements Carnet {

    HashMap<String, RFiche> carnet = new HashMap<>();

    public CarnetImpl() throws RemoteException {}

    @Override
    public void Ajouter(SFiche sf) throws RemoteException {

        carnet.put(sf.getNom(), new RFicheImpl(sf.getNom(), sf.getEmail()));
    }

    @Override
    public RFiche Consulter(String n, boolean forward) throws RemoteException {

        return carnet.get(n);
    }

    public static void main(String[] args) {

        try {

            LocateRegistry.createRegistry(1234);
            Carnet c = new CarnetImpl();
            Naming.bind("//localhost:1234/carnet", c);
        }
        catch (Exception e) {

            e.printStackTrace();
        }
    }
}
```

RFicheImpl.java

```java
import java.rmi.RemoteException;
import java.rmi.server.UnicastRemoteObject;

public class RFicheImpl extends UnicastRemoteObject implements RFiche{

    private String nom;
    private String email;

    public RFicheImpl (String nom, String email) throws RemoteException {

        this.nom = nom;
        this.email = email;
    }

    @Override
    public String getNom() throws RemoteException {

        return this.nom;
    }

    @Override
    public String getEmail() throws RemoteException {

        return this.email;
    }
}
```

SFicheImpl.java

```java
import java.rmi.RemoteException;

public class SFicheImpl implements SFiche {

    private String nom;
    private String email;

    public SFicheImpl (String nom, String email) {

        this.nom = nom;
        this.email = email;
    }

    @Override
    public String getNom() {

        return this.nom;
    }

    @Override
    public String getEmail() {

        return this.email;
    }
}
```