Le client/serveur
L'API socket
Java RMI

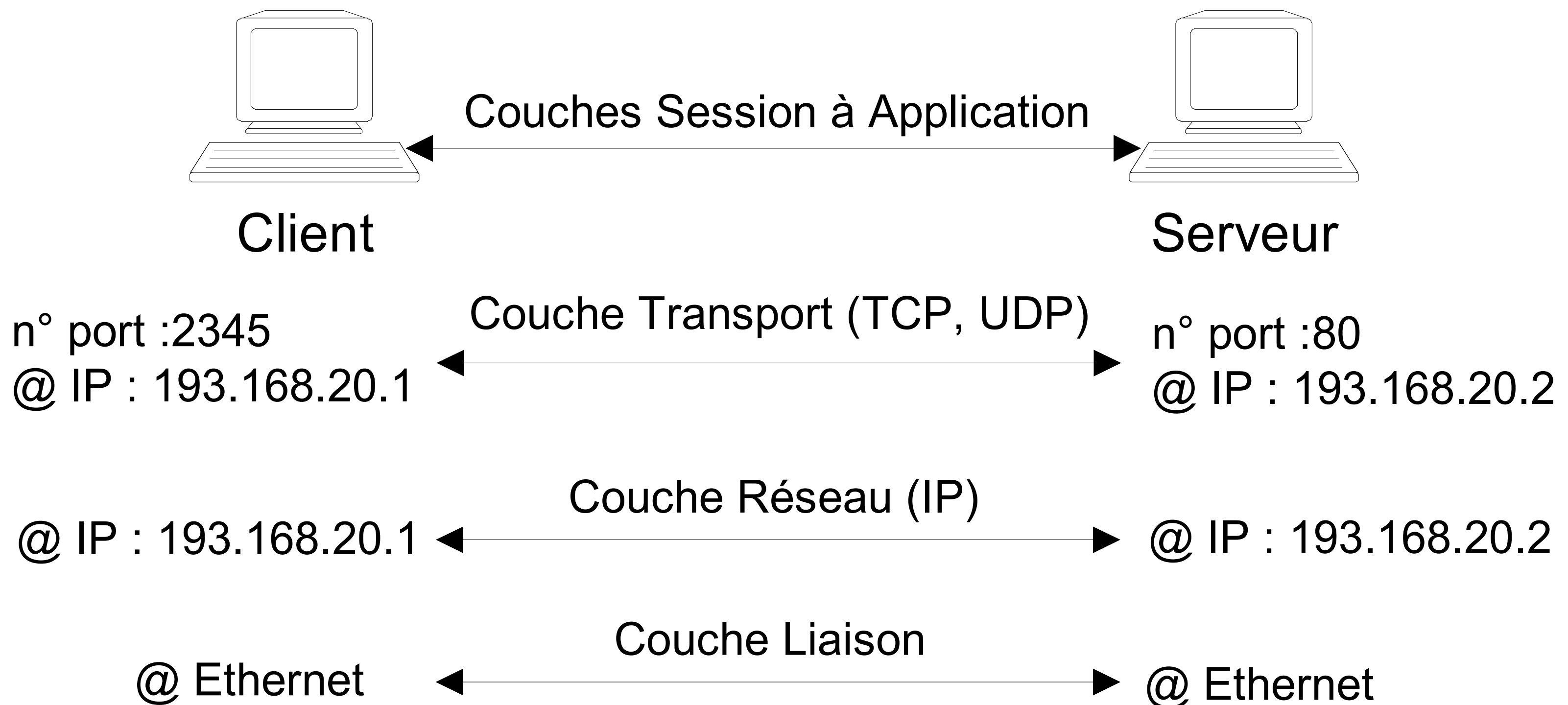
Noel.DePalma@inrialpes.fr

Mode connecté/non connecté

- Mode connecté (TCP) :
  - problèmes de communications gérés automatiquement,
  - primitives simples d’émission et de réception,
  - gestion de la connexion coûteuse,
  - pas de délimitation des messages dans le tampon.
- Mode non connecté (UDP) :
  - consomme moins de ressources systèmes,
  - permet la diffusion,
  - gestion de toutes les erreurs à la main : il faut réécrire la couche transport !!!

Les sockets

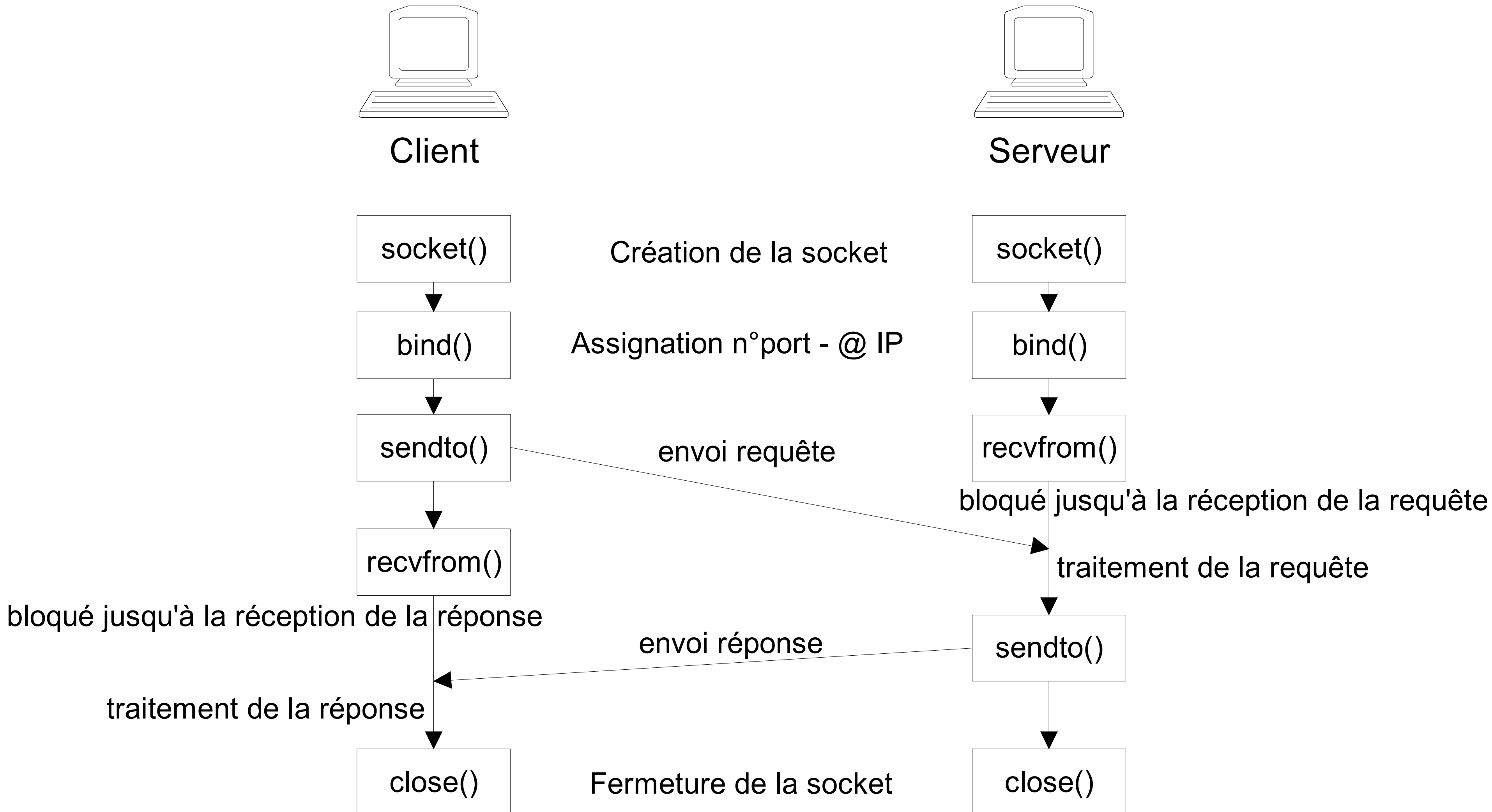
- Interface d'accès au réseau
- développé dans Unix BSD
- n° port, @ IP, protocole (TCP, UDP, ...)



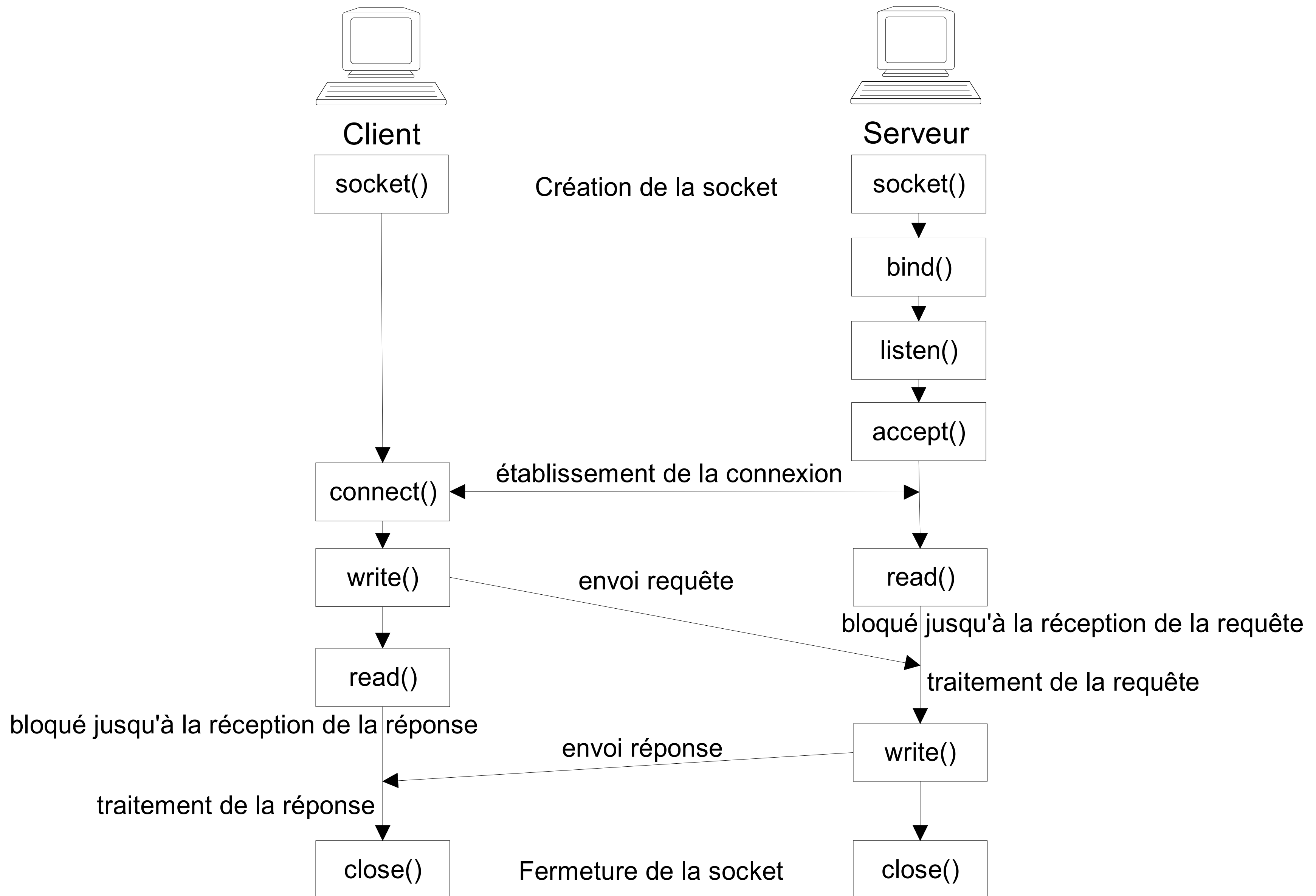
L'API socket

- Création de socket : socket(family, type, protocol)
- Ouverture de dialogue :
  - client : connect(...)
  - serveur : bind(..), listen(...), accept(...)
- Transfert de données :
  - mode connecté : read(...), write(...), send(...), recv(...)
  - mode non connecté : sendto(...), recvfrom(...), sendmsg(...), recvmsg(...)
- Clôture du dialogue :
  - close(...), shutdown(...)

Client/Serveur en mode non connecté



Client/Serveur en mode connecté



Modèle de serveur

- Simple
- Maître/esclave
  - Creation de processus/threads à la demande
  - Pool de processus/threads
- Dupliqué
  - Aiguilleur de requêtes
  - Replication primaire/secondaires
  - Replication active

Programmation Socket en Java

- package **java.net**
  - **InetAddress**
  - **Socket**
  - **ServerSocket**
  - **DatagramSocket / DatagramPacket**

Socket cliente et connexion TCP

```
try {
   Socket s = new Socket
   ("www.inria.fr",80);
   InputStream is = s.getInputStream();
   …
   OutputStream os = s.getOutputStream();
   …
}
catch (Exception e) {
   System.err.println(e);
}
finally {s.close(); }
```

Sockets serveur TCP

```
try {
   ServerSocket serveur = new ServerSocket(port);
   Socket s = serveur.accept();
   OutputStream os = s.getOutputStream();
   InputStream is = s.getIntputStream();
   …
}
catch (IOException e) {
   System.err.println(e);
}
 finally { s.close(); serveur.close(); }
```

Un exemple complet : TCP + serialisation

Passage d’objets par valeur à l’aide de la serialization

L’objet à passer à passer au serveur :

```
public class voiture implements Serializable{
    public String type;
    public int imm;

    public voiture(String type, int imm) {
      this.type = type;
      this.imm = imm;
    }
    public String toString() {
      return this.type+" "+this.imm;
    }
}
```

Un exemple complet : TCP + serialisation

Le client

```
import java.io.*;
import java.net.*;

public class client {
    public static void main (String[] str) {
      try {

            Socket CNX = new Socket("efate",6666);
            ObjectOutputStream p = new
                                    ObjectOutputStream (CNX.getOutputStream());
            p.writeObject(new voiture("peugeot",171838));
            CNX.close();
      }
      catch (Exception e) {
            System.out.println("An error has occurred ...");
      }
    }
}
```

Un exemple complet : TCP + serialisation

Le serveur

```
public static void main (String[] str) {
        ServerSocket ss;
        int port = 6666;
        ss= new ServerSocket(port);
        System.out.println("Server ready ...");
        while (true) {
           slave rh = new slave(ss.accept());
           rh.start();
        }
      }
```

Un exemple complet : TCP + serialisation

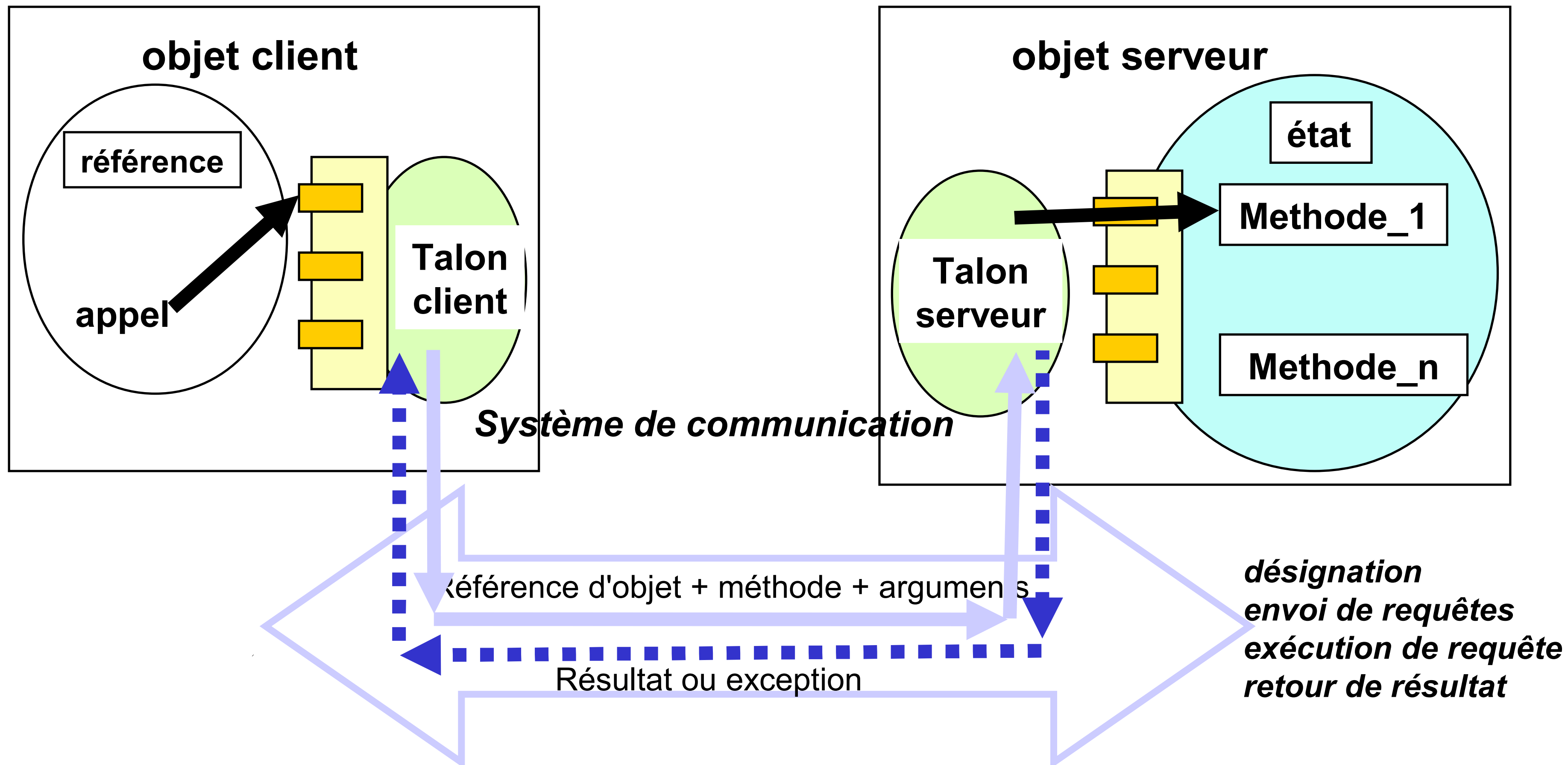
L'esclave :

```
public class slave extends Thread {

    Socket currentRq;

     public slave(Socket currRq) {
      this.currentRq = currRq;
    }

      public void run() {
      ObjectInputStream p = new ObjectInputStream(currentRq.getInputStream());
      voiture v = (voiture)p.readObject();
      System.out.println("voiture recu : "+ v);
      currentRq.close();
      }
    }
```

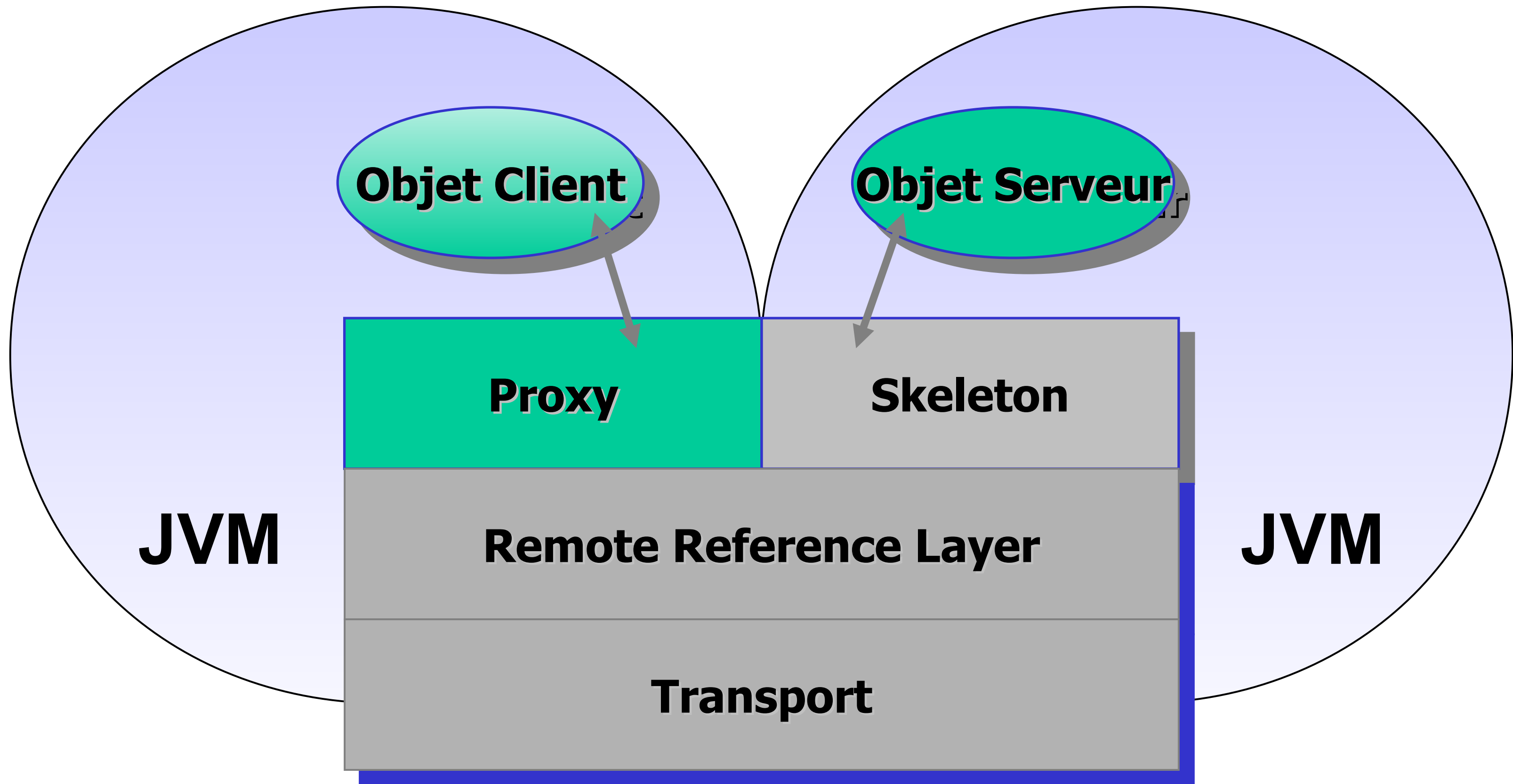
RPC
Java RMI

- Un RPC objet intégré à Java
- Interaction d'objets situés dans des espaces d'adressage différents sur des machines distinctes
- Simple à mettre en œuvre : un objet distribué se manipule comme tout autre objet Java

Appel de méthode à distance
Remote Method Invocation (RMI)



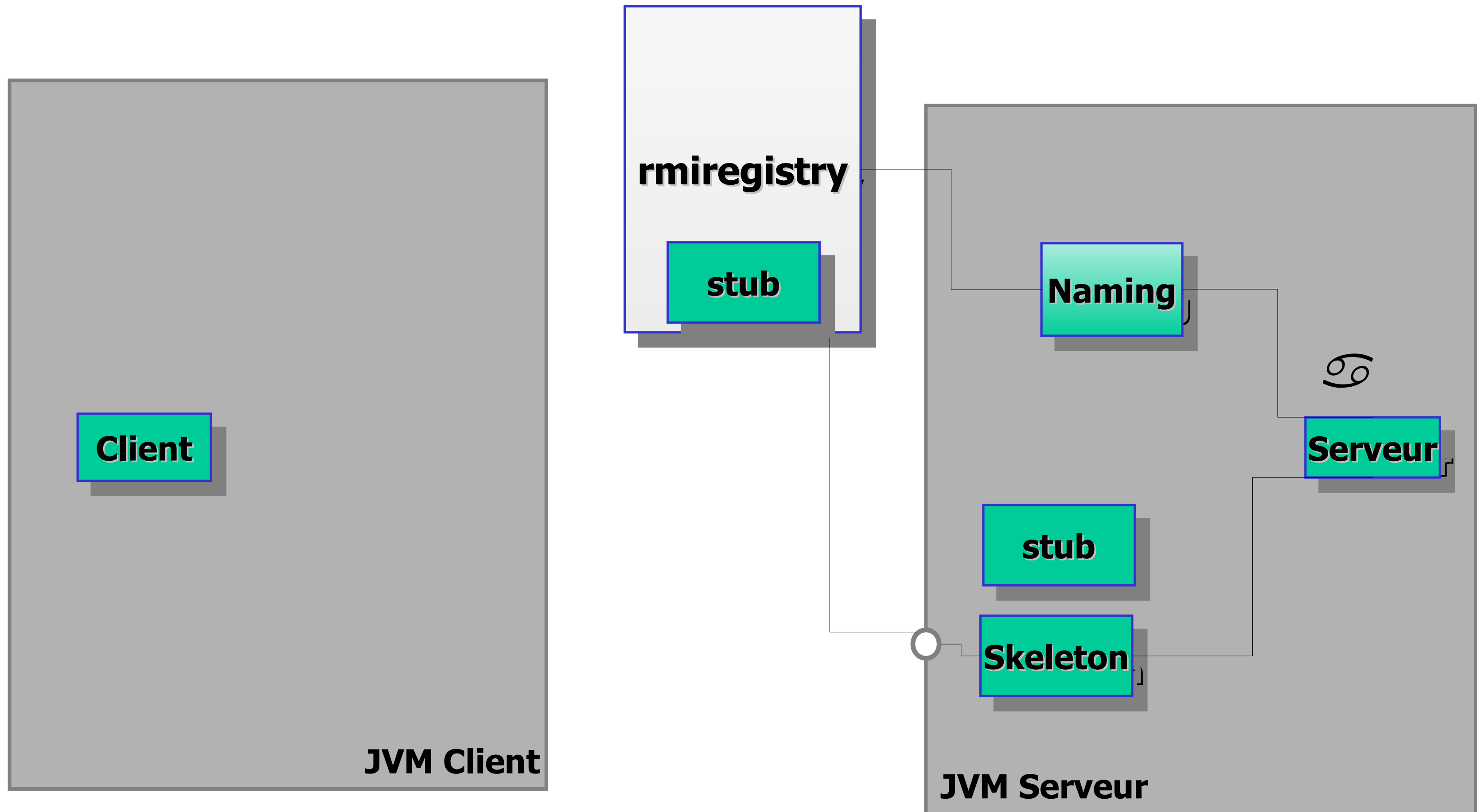
Java RMI Architecture



Java RMI
Mode opératoire coté serveur

- 0 - A la création de l ’objet, un stub et un skeleton (avec un port de communication) sont créés coté serveur
- 1 - L'objet serveur s'enregistre auprès du Naming de sa JVM (méthode *rebind*)
- 2 - Le Naming enregistre le stub de l’objet (sérialisé) auprès du serveur de noms (rmiregistry)
- 3 - Le serveur de noms est prêt à donner des références à l’objet serveur

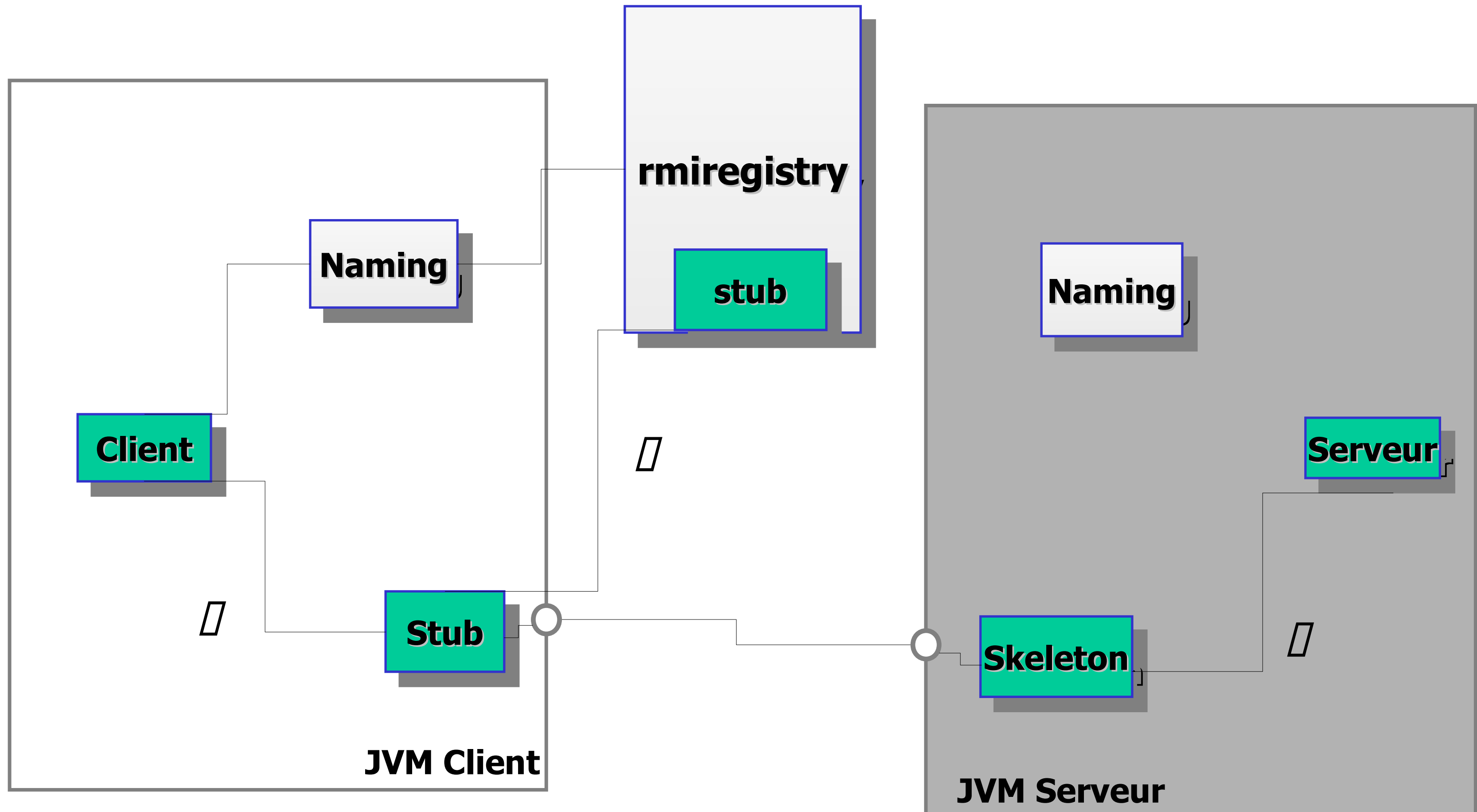
Java RMI Architecture



Java RMI
Mode opératoire coté client

- 4 - L'objet client fait appel au Naming pour localiser l'objet serveur (méthode *lookup*)
- 5 - Le Naming récupère le stub vers l'objet serveur, ...
- 6 - installe l’objet Stub et retourne sa référence au client
- 7 - Le client effectue l'appel à l’objet serveur par appel à l’objet Stub

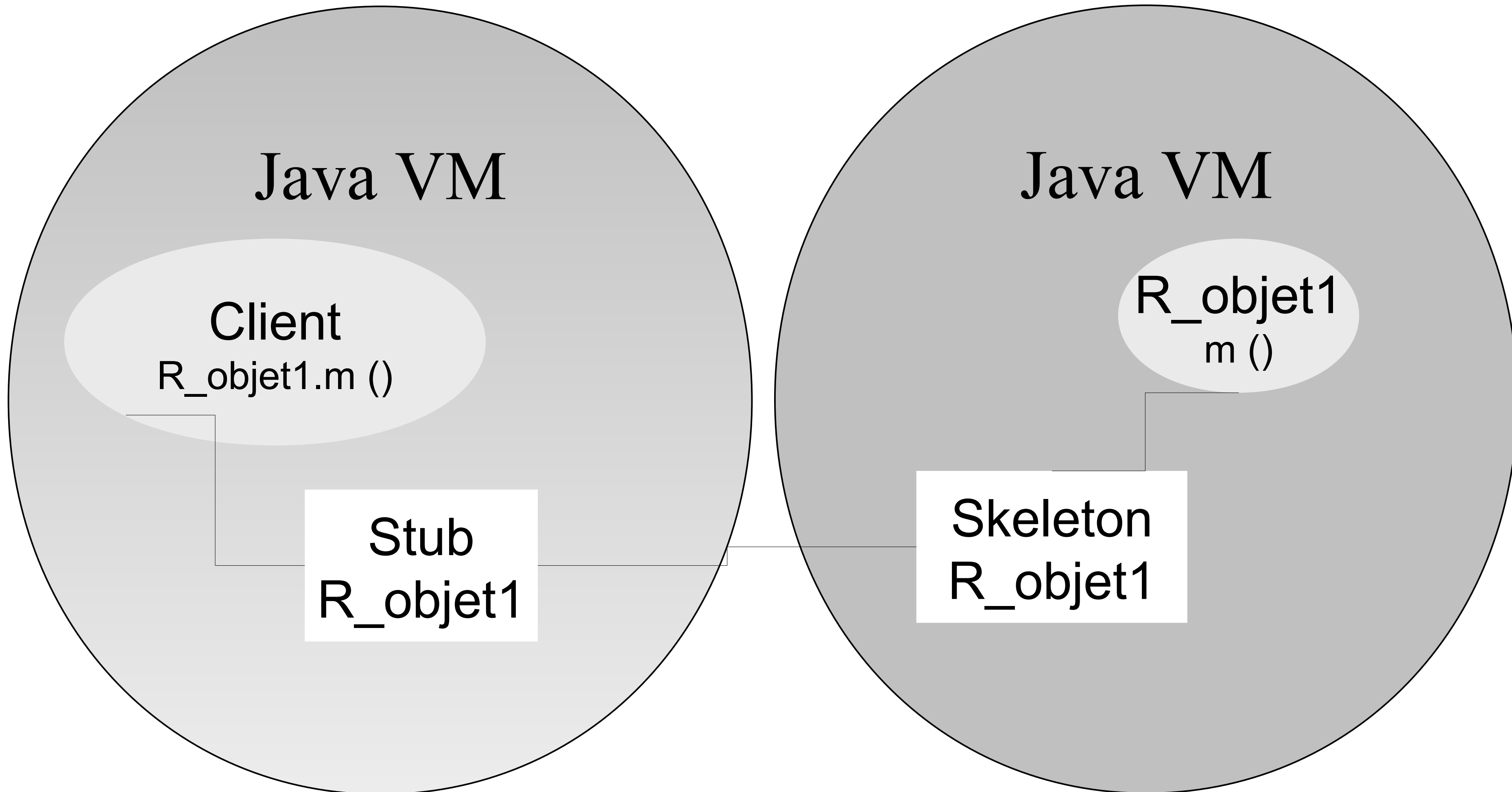
Java RMI Architecture



Java RMI
Manuel d'utilisation

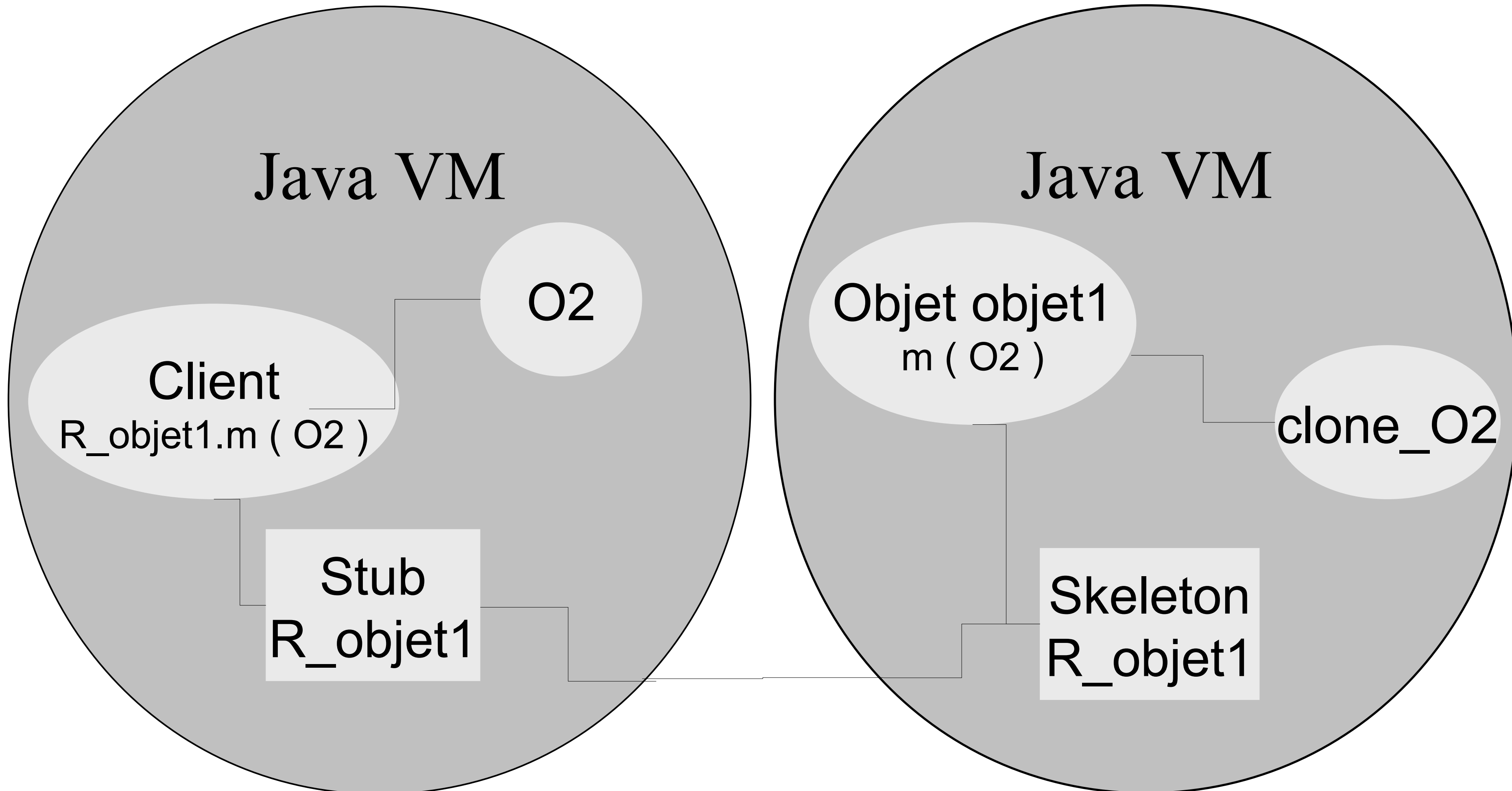
- Définition de l'interface de l'objet réparti
  - interface : "extends java.rmi.Remote"
  - methodes : "throws java.rmi.RemoteException"
  - paramètres sérializable : "implements Serializable"
  - paramètres référence : "implements Remote"
- Ecrire une implémentation de l'objet serveur
  - classe : "extends java.rmi.server.UnicastRemoteObject"

Java RMI
Principe de l'appel de procédure



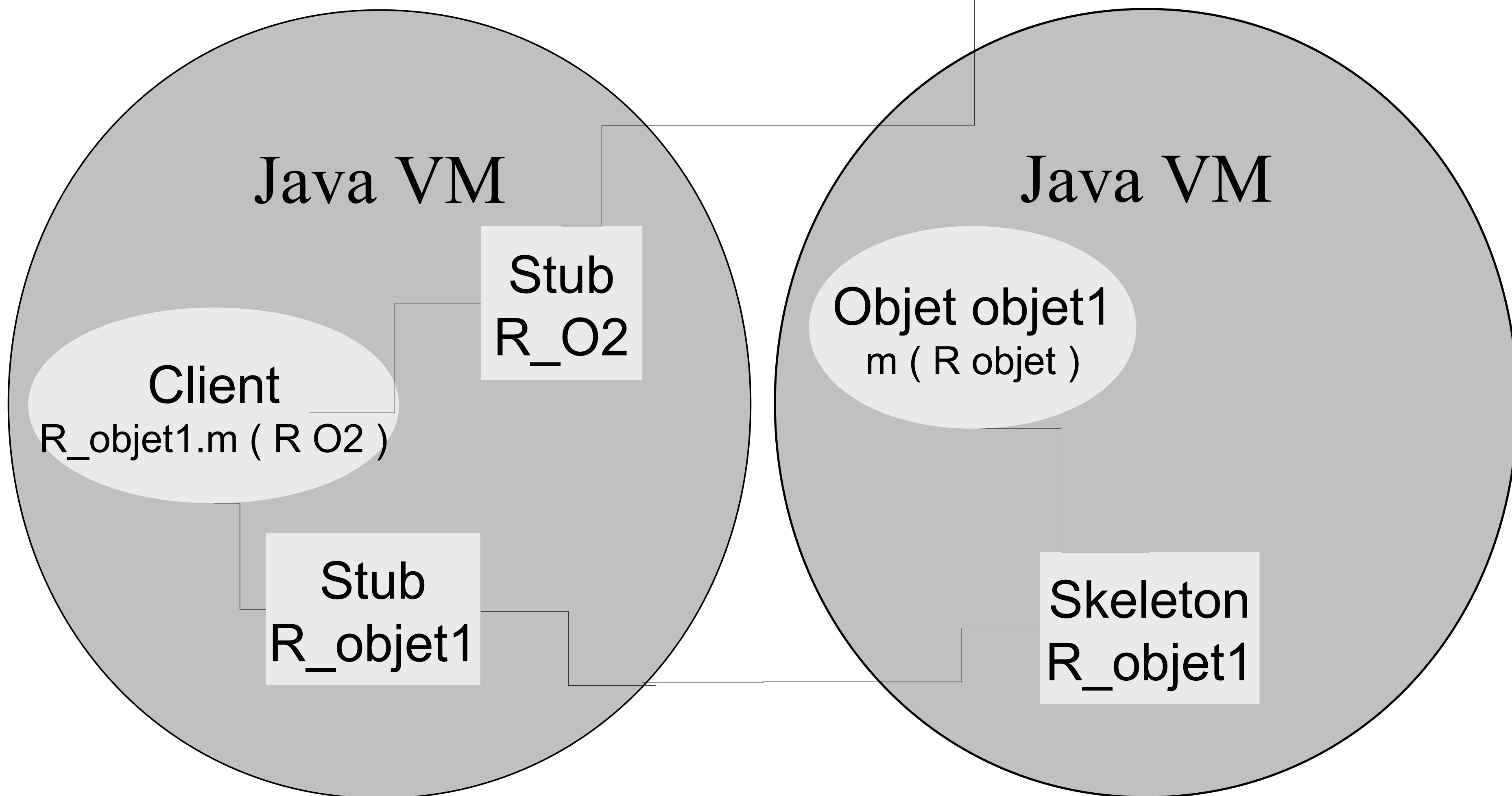
Java RMI

Passage en paramètre d’un objet sérialisable



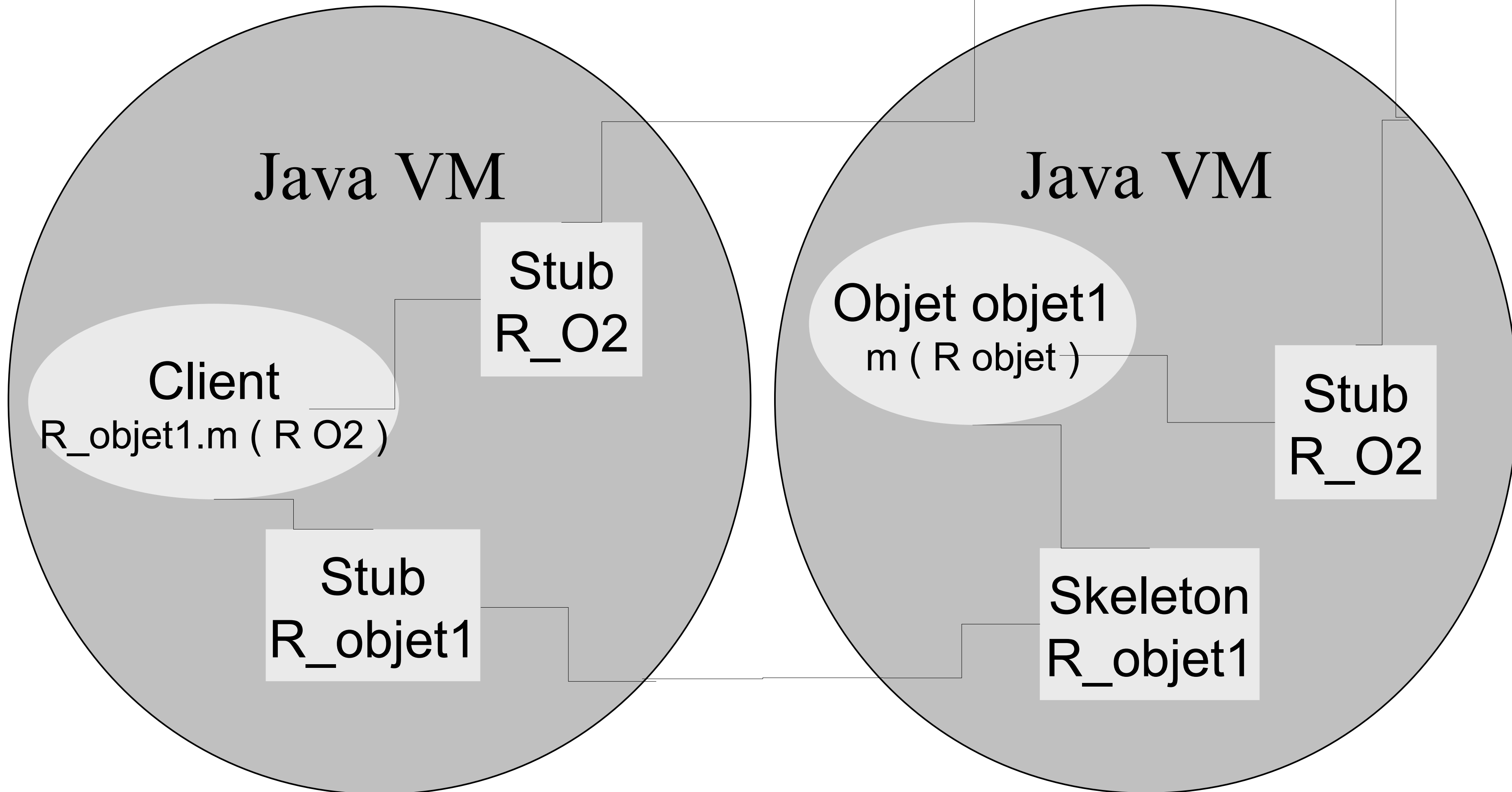
Java RMI

Passage en paramètre d'un objet remote



Java RMI

Passage en paramètre d'un objet remote



Java RMI
Mode opératoire

- codage
  - description de l'interface du service
  - écriture du code du serveur qui implante l'interface
  - écriture du client qui appelle le serveur
- compilation
  - compilation des sources (javac)
  - génération des stub et skeleton (rmic)
- activation
  - lancement du serveur de noms (rmiregistry)
  - lancement du serveur
  - lancement du client

RPC
Java RMI : écriture de l’interface

- Mêmes principes de base que pour l’interface d’un objet local
- Principales différences
  - l’interface distante doit être publique
  - l’interface distante doit étendre l’interface java.rmi.Remote
  - chaque méthode doit déclarer au moins l’exception java.rmi.RemoteException
  - toute référence d ’objet (objet "remote" ou "sérialisable") doit être déclaré comme une interface

Java RMI
Exemple : Interface

Description de l'interface

fichier ConfigManagerItf.java

```
public interface ConfigManagerItf extends java.rmi.Remote {
  String getProperty(String name) throws
                                    java.rmi.RemoteException;

  void setProperty(String name,String value)
                                    throws java.rmi.RemoteException;

}
```

Java RMI : écriture du serveur

- Serveur = la classe qui implémente l'interface
  - spécifier les interfaces distantes qui doivent être implémentées
    - objets passés par copie (il doivent implémenter l'interface java.io.serialisable)
    - objets passés par référence (en fait une référence à un stub)
  - c'est un objet java standard
    - définir le constructeur de l'objet
    - fournir la mise en œuvre des méthodes pouvant être appelée à distance
    - ainsi que celle des méthodes n'apparaissant dans aucune interface implémentée
  - créer au moins une instance du serveur
  - enregistrer au moins une instance dans le serveur de nom (rmiregistry)

Java RMI
Exemple : Serveur

fichier ConfigServeur.java

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

public class ConfigServeur extends UnicastRemoteObject
                              implements ConfigManagerItf {
   private File propFile = ...;

   public void setProperty(String name, String val) throws
java.rmi.RemoteException {
         propFile.write(name, val);
   }

   public String getProperty(String name) throws
                                     java.rmi.RemoteException {
         return propFile.read(name);
   }
}
```

Réalisation du serveur

Java RMI
Exemple : Serveur

fichier ConfigServeur.java

```
   ...

 public static void main(String args[]) {
        try {
                // Crée une instance de l 'objet serveur.
                ConfigManagerItf obj = new ConfigServeur();
                // Enregistre l'objet créer auprès du serveur de noms.
                Naming.rebind("//suldrun/remoteconfig", obj);
                System.out.println("ConfigServeur " + " bound in registry");
        } catch (Exception exc) {... }
    }
}
```

Réalisation du serveur (suite)

ATTENTION : dans cet exemple le serveur de nom doit être activé avant la création du serveur

Java RMI

Activation du serveur de nom par le serveur

fichier HelloServeur.java

```
public static void main(String args[]) {
  int port;   String URL;

  try {                              // transformation d 'une chaîne de caractères en entier
    Integer I = new Integer(args[0]);     port = I.intValue();
  } catch (Exception ex) {
    System.out.println(" Please enter: Server <port>");     return;
  }

  try {
     // Création du serveur de nom - rmiregistry
     Registry registry = LocateRegistry.createRegistry(port);

     // Création d 'une instance de l'objet serveur
     ConfigManagerItf obj = new ConfigServeur();

     // Calcul de l'URL du serveur
     URL = "//"+InetAddress.getLocalHost().getHostName()
+":"+port+"/mon_serveur";
     Naming.rebind(URL, obj);
  } catch (Exception exc) { ...
```

Java RMI
Exemple : Client

fichier ConfigClient.java

Réalisation du client

```
    ...

  public static void main(String args[]) {
        try {
                // Enregistre l'objet créer auprès du serveur de noms.
                ConfigManagerItf s=Naming.lookup("//suldrun/remoteconfig");
                s.setProperty("prop1", "value");
        } catch (Exception exc) {... }
     }
}
```

Java RMI Compilation

- Compilation de l'interface, du serveur et du client
  - javac ConfigManagerItf.java ConfigServeur.java ConfigClient.java
- Génération des talons (non obligatoire)
  - rmic ConfigServeur
    - skeleton dans ConfigServeur_Skel.class
    - stub dans ConfigServeur_Stub.class.

Java RMI
Déploiement

- 1) Activation du serveur de nom
  - start rmiregistry (W95) ou rmiregistry & (Unix)
- 2) Activation du serveur
  - java ConfigServeur
  - java -Djava.rmi.server.codebase=http://suldrun/…
    - path indiquant à quelle endroit la machine virtuelle cliente va pouvoir chercher le code du stub
    - Nécessaire si le client et le serveur ne sont pas sur la même station
- 3) Activation du client
  - java ConfigClient

Chargement dynamique et sécurité

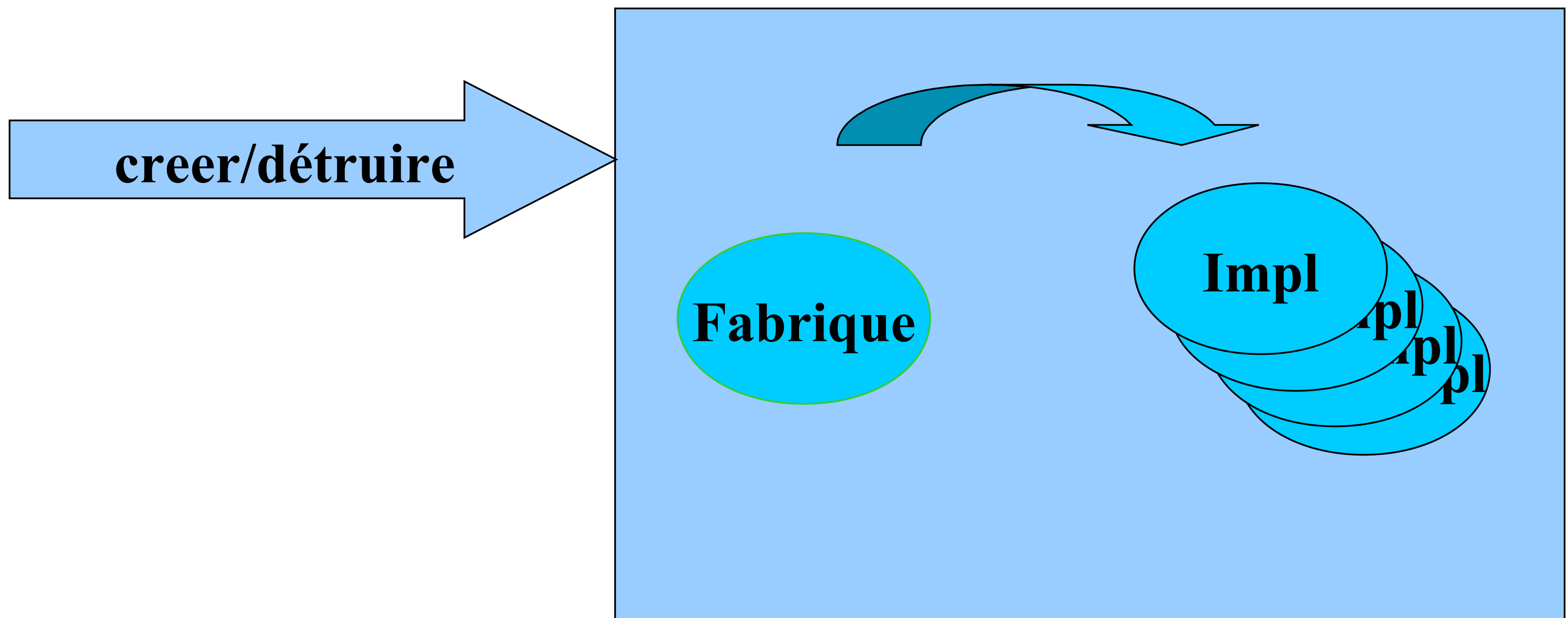
- Si le code du stub n'est pas présent sur le site local, le protocole RMI prévoit le chargement dynamique du stub en utilisant un serveur web et le protocole HTTP
  - java -Djava.rmi.server.codebase=http://suldrun/…
- Si chargement dynamique…
  - RMI impose l'utilisation d'un gestionnaire de sécurité (*SecurityManager*)
    - interdit l'accès à des ressources protégées depuis du code téléchargé
  - créer et installer le "gestionnaire de sécurité"
    - System.setSecurityManager(new RMISecurityManager());

Pattern de factory

- Creation/destruction d'objet RMI à distance
  - Comment créer d'un objet ConfigServeur à distance et à la demande ?

Pattern de factory

- Factory
  - créer/détruire des objets rmi à distance
  - singleton ou non



Pattern de duplication d'objet rmi

- ConfigServeur RMI dupliqué pour traiter des panne franche de machines
  - Duplication primaire/secondaire
  - Nombres de serveurs statiques
- Architecture et Problèmes ?

Java RMI : bilan

- Très bon exemple de RPC
  - facilité d'utilisation
  - intégration au langage Java et à l'internet
  - utilisation de l'apport de Java
    - Hétérogénïté des plateformes -> machine virtuelle
    - Passage de référence -> sérialisation ou référence à distance
    - Persistance -> sérialisation
    - Absence de talon -> chargement dynamique
    - Désignation -> URL

Annexe Socket C

La primitive socket()

- int socket(int family, int type, int protocol)
- family :
  - AF_INET : pour des communications Internet
  - AF_UNIX : pour des communications locales
- type ou mode de fonctionnement :
  - SOCK_STREAM : mode connecté (TCP)
  - SOCK_DGRAM : mode déconnecté (UDP)
  - SOCK_RAW : accès direct aux couches basses (IP)
- protocol :
  - IPPROTO_UDP (protocole UDP avec SOCK_DGRAM)
  - IPPROTO_TCP (protocole TCP avec SOCK_STREAM)
  - IPPROTO_ICMP (protocole ICMP avec SOCK_RAW)
  - IPPROTO_RAW (accès direct IP avec SOCK_RAW)

La primitive connect()

- int connect(int sock_desc, struct sockaddr * @_serveur, int lg_@)
- sock_desc : descripteur de socket retourné par socket()
- @_serveur : adresse IP et n° de port du serveur distant
- Exemple de client :

```
int sd;
struct sockaddr_in serveur; // @IP, n° port, mode
struct hostent     remote_host; // nom et @IP

sd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, IPPROTO_TCP);
serveur.sin_family = AF_INET;
serveur.sin_port = htons(13);
remote_host = gethostbyname("brassens.upmf-grenoble.fr");
bcopy(remote_host->h_addr, (char *)&serveur.sin_addr,
       remote_host->hlength); // Recopie de l'adresse
connect(sd, (struct sockaddr *)&serveur, sizeof(serveur));
```

La primitive bind()

- int bind(int sock_desc, struct sockaddr *my_@, int lg_@)
- sock_desc : descripteur de socket retourné par socket()
- my_@ : adresse IP et n° de port auxquels le serveur veut répondre
- Exemple de serveur :

```
int sd;
struct sockaddr_in serveur; // @IP, n° port, mode

sd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, IPPROTO_TCP);
serveur.sin_family = AF_INET;
serveur.sin_port = 0; // Laisse le système choisir un port
serveur.sin_addr.s_addr = INADDR_ANY;
       // Autorise des connexions de n'importe où
bind(sd, (struct sockaddr *)&serveur, sizeof(serveur));
```

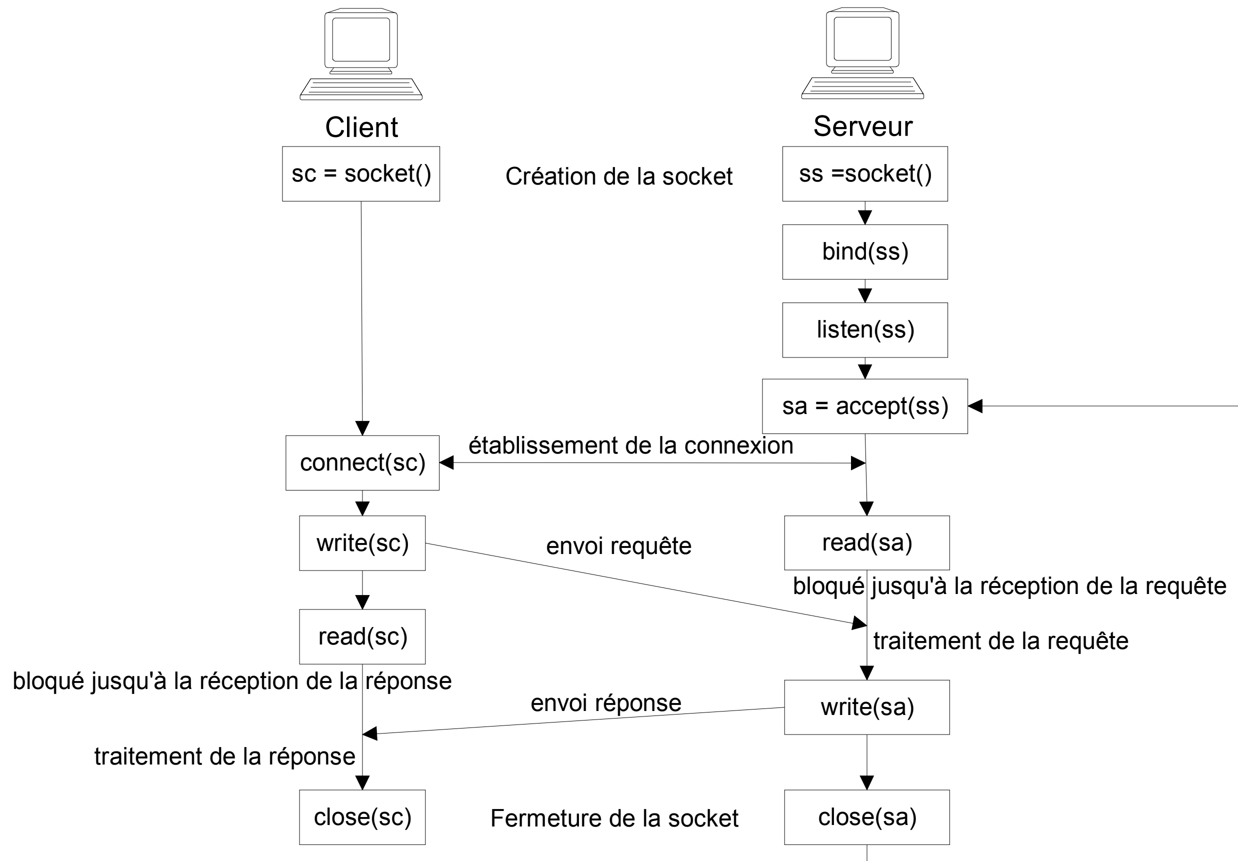
La primitive listen()

- int listen(int sock_desc, int backlog)
- sock_desc : descripteur de socket retourné par socket()
- backlog : nombre maximum de connexions en attente d'être acceptées
- Exemple de serveur :

```
int sd;
struct sockaddr_in serveur; // @IP, n° port, mode

sd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, IPPROTO_TCP);
serveur.sin_family = AF_INET;
serveur.sin_port = 0; // Laisse le système choisir un port
serveur.sin_addr.s_addr = INADDR_ANY;
       // Autorise des connexions de n'importe où
bind(sd, (struct sockaddr *)&serveur, sizeof(serveur));
listen(sd, 5);
```

La primitive accept()

- int accept(int sock_desc, struct sockaddr *client, int lg_@)
- sock_desc : descripteur de socket retourné par socket()
- client : identité du client demandant la connexion
- accept renvoie le descripteur de la nouvelle socket créée



Les primitives d'envoi/réception

- `int write(int sock_desc, char *tampon, int lg_tampon);`
- `int read(int sock_desc, char *tampon, int lg_tampon);`
- `int send(int sock_desc, char *tampon, int lg_tampon, int drap);`
- `int recv(int sock_desc, char *tampon, int lg_tampon, int drap);`
- `int sendto(int sock_desc, char *tampon, int lg_tampon, int drap, struct sockaddr *to, int lg_to);`
- `int recvfrom(int sock_desc, char *tampon, int lg_tampon, int drap, struct sockaddr *from, int lg_from);`

- `drap :` options de contrôle de la transmission (consulter le man)

Un serveur concurrent sous Unix

- Lors du fork() le fils hérite des descripteurs du père
- Exemple de serveur :

```
int sd, new_sd;
...
sd = socket(AF_INET, SOCK_STREAM, IPPROTO_TCP);
...
bind(sd, (struct sockaddr *)&serveur, sizeof(serveur));
listen(sd, 5);
while (!fin)
{
 nsd = accept(sd, ...);
 if (fork() == 0)
 { // C 'est le fils !
     close(sd); // On n'a plus besoin de la socket du père
     /* On traite ici la connexion avec le client */
     close(nsd); // Fin de la connexion avec le client
     exit(0); // Mort du fils
 }
 close(nsd); // Le père n'a plus besoin la socket vers le client
}
```