TD 7 - Remote Procedure Call (RPC)

Claude Duvallet

Université du Havre
UFR Sciences et Techniques
25 rue Philippe Lebon - BP 540
76058 LE HAVRE CEDEX
Claude.Duvallet@gmail.com

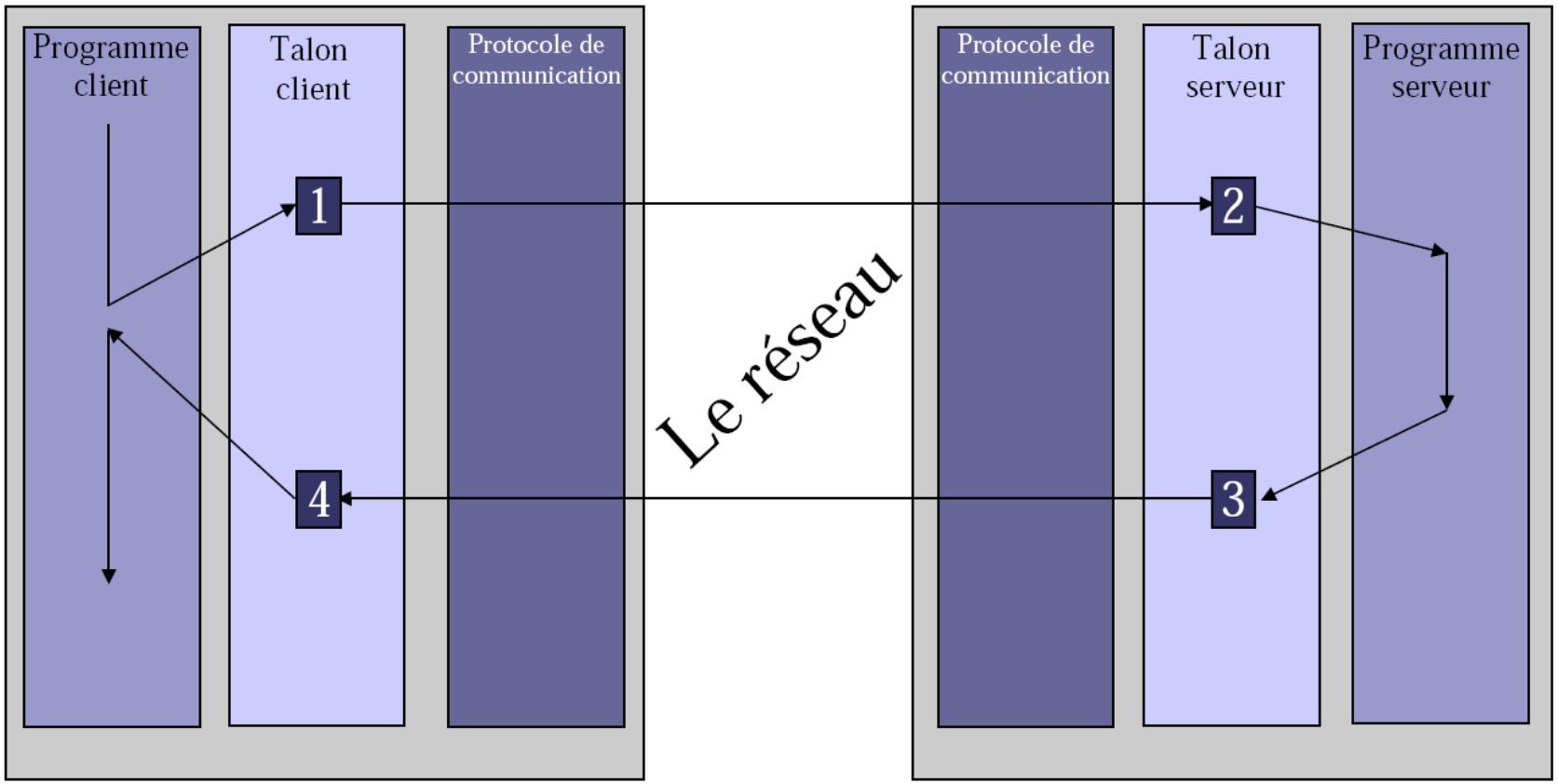
Année scolaire 2008-2009

Plan de la présentation

Objectifs

- Souvent, la communication par socket = invocation de commande à distance.
- Problèmes :
  - Lourd à programmer : Encodage des données (paramètres, résultats, ...), identification du serveur, du protocole, etc.
  - Pas naturel.
  - Élaboration d'un énorme *switch* au niveau du serveur.
- Retrouver la sémantique habituelle de l'appel de procédure :
  - sans se préoccuper de la localisation de la procédure,
  - sans se préoccuper du traitement des défaillances.
- Les difficultés :
  - Appel de procédures locales :
    - Appelant et appelé dans le même espace virtuel : même mode de pannes, appel et retour fiable.
  - Appel de procédures distantes :
    - Appelant et appelé dans deux espaces virtuels : mode de pannes indépendant, réseau non fiable, temps de réponse.

Principe général de fonctionnement



Les RPC sous Linux

- Protocole défini par SUN :
  - Il est à la base de l'implémentation de NFS.
  - Il est Open Source.
  - Il utilise le protocole XDR pour les échange de données (transport des arguments et du résultat).
- Fonctionnement :
  - Au niveau serveur :
    - un processus démon attend des connexions (*portmap*).
    - il détermine le programme *p* qui contient la procédure (qui s'est au préalable fait référencer).
    - le programme *p* décode les paramètres, exécute la procédure et encode le résultat.
    - le démon retourne le résultat.
  - Au niveau client, le talon du client va :
    - déterminer le numéro du programme (public : `0x20000000` à `0x3fffffff`).
    - déterminer la version du programme à utiliser.

Développements

- Il existe trois façon de développer des programmes utilisant des RPC :
  - Utiliser les fonctions de la couche *intermédiaire*.
  - Utiliser les fonctions de la couche *base*.
  - Utiliser le compilateur *rpcgen*.

La couche intermédiaire

- Elle comporte peu de fonctions :

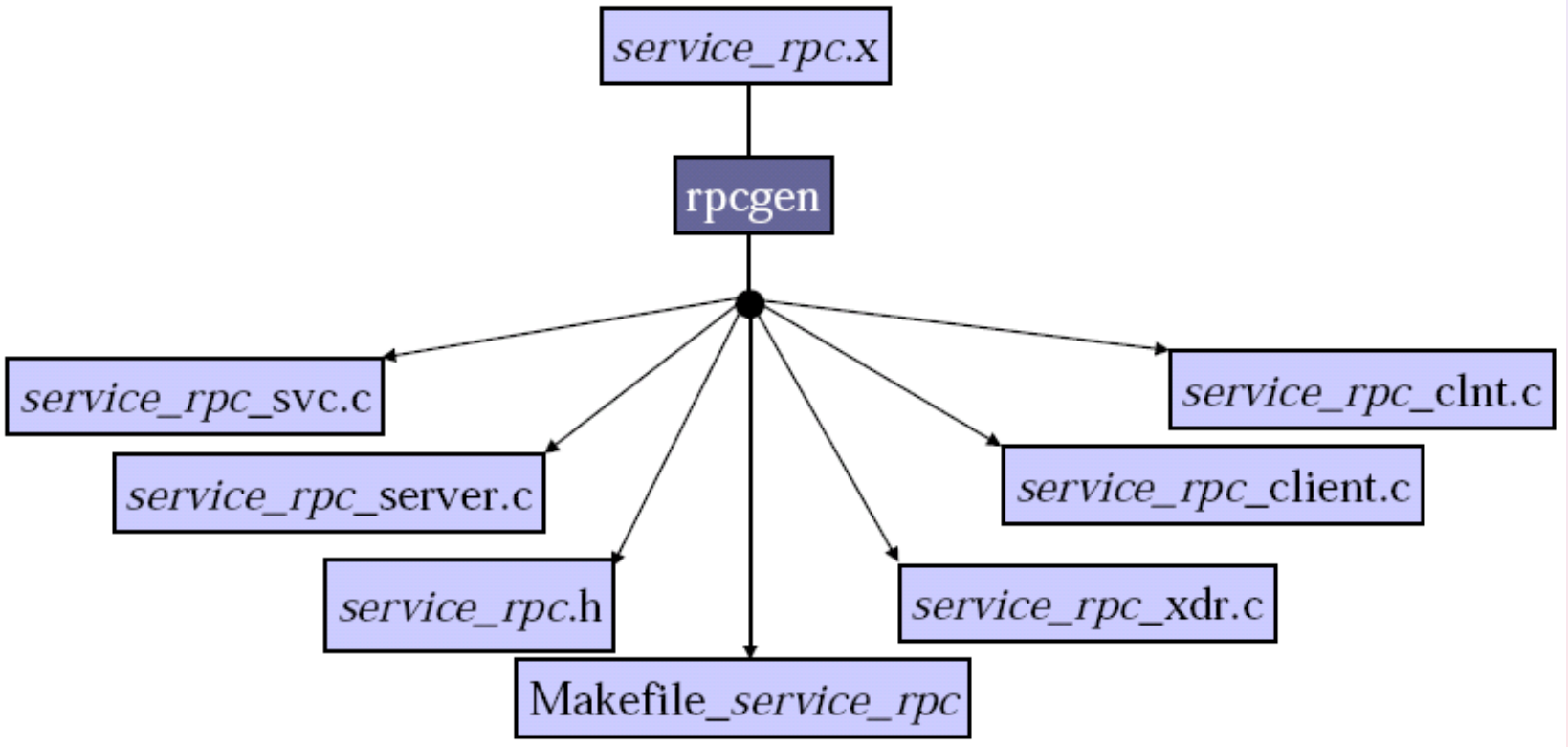
```
int registerrpc(unsigned long prg, unsigned long ver,
                unsigned long proc, void *(*f)(),
                xdrproc_t xdr_param, xdrproc_t xdr_result)

void pmap_unset (unsigned int prog, unsigned int ver)

void svc_run()

int callrpc(char *host, unsigned long prog, unsigned long vers,
            unsigned long proc, xdrproc_t xdr_param, void* param,
            xdrproc_t xdr_result, void* result)
```

- Mais :
  - le programmeur est limité dans la configuration du système (udp, pas d'authentification possible).
  - le programmeur doit développer l'encodage et le décodage.

La couche basse

- C'est un ensemble complet de fonctions
- Mais son utilisation est beaucoup plus complexe que la couche intermédiaire :
  - Elle possède plus de 20 fonctions
- À n'utiliser que :
  - lorsque le protocole de communication et les délais de temporisation de la couche intermédiaire ne sont pas satisfaisant.
  - lorsqu'on veut développer des RPC asynchrones.
  - lorsqu'on veut authentifier le client.

Le compilateur RPCGEN...



Le compilateur *rpcgen* et le langage de description RPCL

- Utilisation de *rpcgen* :
  - rpcgen service_rpc.x ⟶ .h _xdr.c _svc.c _clnt.c
  - rpcgen -a service_rpc.x ⟶ _client.c _server.c Makefile
  - rpcgen -c service_rpc.x ⟶ _xdr.c
  - rpcgen -h service_rpc.x ⟶ .h
  - rpcgen -l service_rpc.x ⟶ _clnt.c
  - rpcgen -s transport service_rpc.x ⟶ _svc. (tcp ou udp)
  - rpcgen -m transport service_rpc.x ⟶ _clnt.c sans main() (tcp ou udp).
- Les fichiers .x ont la structure suivante :

```
[Definition des constantes]
[Definition des types]
programme NOM_PROGRAMME {
  [version NOM_VERSION {
    [type_resultat nom_procedure
    (type_du_parametre) = numero_procedure:]
  } = numero_version]
} = numero_programme;
```

Le langage de description RPCL

- Les constantes :
  const `identificateur = valeur`
- Les types :
  struct `nom_du_type {`
  `type attribut;`
  `}`
  - ou
    typedef `type nom_du_type;`
  - Cas particulier des tableaux et chaînes de caractères :
    typedef `int vecteur <1000>`
    typedef `string chaine <255>`

L'exemple Helloworld en C sous Linux

- Le fichier de description *helloworld.x*

```
typedef string chaine<255>;

program HELLO_WORLD_PROG {
    version HELLO_WORLD_VERSION_1 {
        void hello_world_null(void)=0;
        chaine hello_world(chaine)=1;
    }=1;
} = 0x22222220;
```

- `rpcgen helloworld.x`
  - → helloworld.h
  - → helloworld_xdr.c
  - → helloworld_svc.c
  - → helloworld_clnt.c
- `rpcgen -a helloworld.x`
  - → Makefile
  - → helloworld_server.c

helloworld_server.c

```
/*
 * This is sample code generated by rpcgen.
 * These are only templates and you can use them
 * as a guideline for developing your own functions.
 */
#include "helloworld.h"

void * hello_world_null_1_svc(void *argp, struct svc_req *rqstp) {
        static char * result;
        printf ("Ping\n");fflush (stdout);
        return (void *) &result;
}

chaine * hello_world_1_svc(chaine *argp, struct svc_req *rqstp) {
        static chaine result;
        static char tab[255];
        /*
         * insert server code here
         */
        result=tab;
        strcpy (result, "Hello ");
        strcat (result, *argp);
        printf ("Result: %s\n", *argp);
        printf ("Result: %s\n", result);
        return &result;
}
```

helloworld_client.c

```
/*
 * This is sample code generated by rpcgen.
 * These are only templates and you can use them
 * as a guideline for developing your own functions.
 */

#include "helloworld.h"

void hello_world_prog_1(char *host) {
        CLIENT *clnt;
        void  *result_1;
        char *hello_world_null_1_arg;
        chaine  *result_2;
        chaine  hello_world_1_arg;
#ifndef DEBUG
        clnt = clnt_create (host, HELLO_WORLD_PROG, HELLO_WORLD_VERSION_1, "udp");
        if (clnt == NULL) {
                clnt_pcreateerror (host);
                exit (1);
        }
#endif  /* DEBUG */
        result_1 = hello_world_null_1((void*)&hello_world_null_1_arg, clnt);
        if (result_1 == (void *) NULL) {
                clnt_perror (clnt, "call failed");
        }

        result_2 = hello_world_1(&host, clnt);
        if (result_2 == (chaine *) NULL) {
                clnt_perror (clnt, "call failed");
        }
        printf ("%s\n",*result_2);
#ifndef DEBUG
        clnt_destroy (clnt);
#endif   /* DEBUG */
}

int main (int argc, char *argv[]) {
  if (argc < 2) {
    printf ("usage: %s server_host\n", argv[0]);
    exit (1);
```

Le programme HelloWorld

- Ne pas oublier de dé-enregistrer le processus serveur.

```
#include "helloworld.h"

main (){
  pmap_unset (HELLO_WORLD_PROG, HELLO_WORLD_VERSION_1);
}
```

- Vous pouvez télécharger l'ensemble des sources du programme à l'adresse

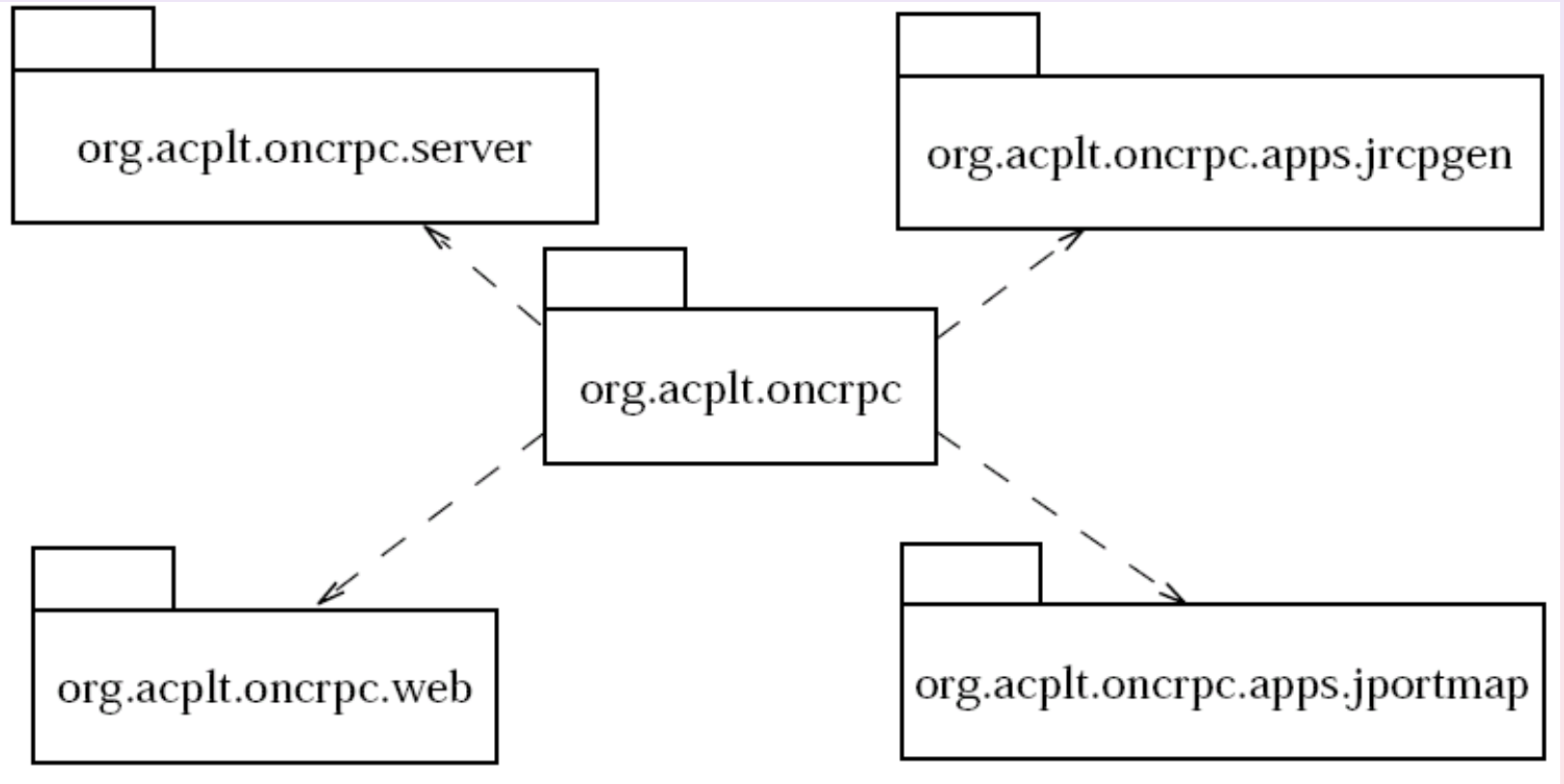
`http ://www-lih.univ-lehavre.fr/~duvallet/Cours/CNAM/RPCHelloWorldC.tgz` puis compilez et testez le programme !

- Pour obtenir la liste des services RPC enregistrés sur une machine :
  - `rpcinfo -p [machine]`
    liste des services enregistrés
  - `rpcinfo -u machine num_prg [num_version]`
    appel de la procédure 0 d'un programme en utilisant le protocole udp
  - `rpcinfo -t machine num_prg [num_version]`

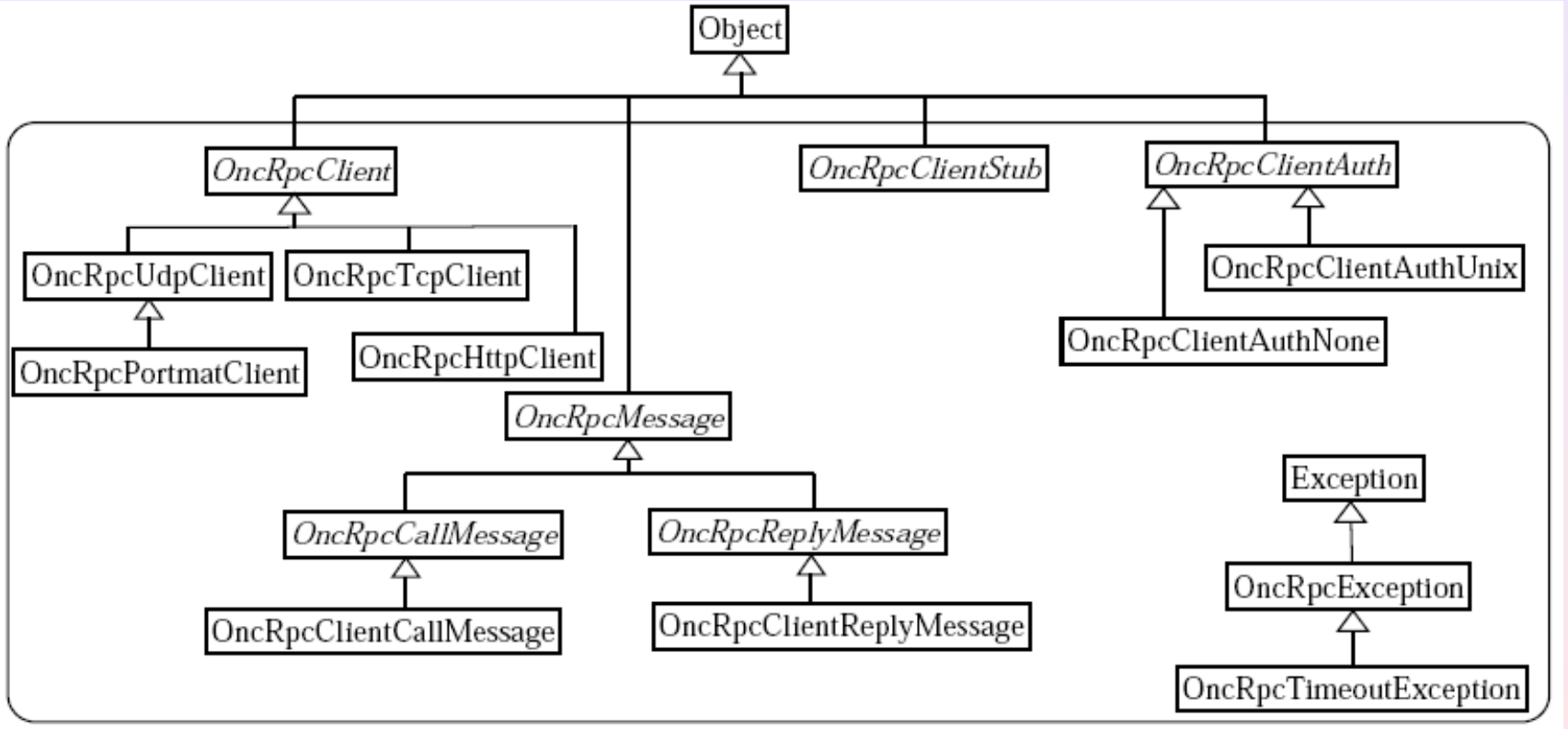
Les RPC en JAVA

- Par défaut Java ne propose pas de classes permettant de faire des clients ou des serveurs RPC compatible avec l'outil développé par Sun.
- Un ensemble de classes Open Source a été développé par ACPLT (Aachen Process Control Engineering) :
  - RemoteTea v1.0.4 (au 11 novembre 2004)
  - `http ://acplt.org/ks/remotetea.html`
- Ce projet propose aussi :
  - Un compilateur RPCL $\longrightarrow$ Java (jrpcgen).
  - Un "portmapper" écrit en Java (jportmap).

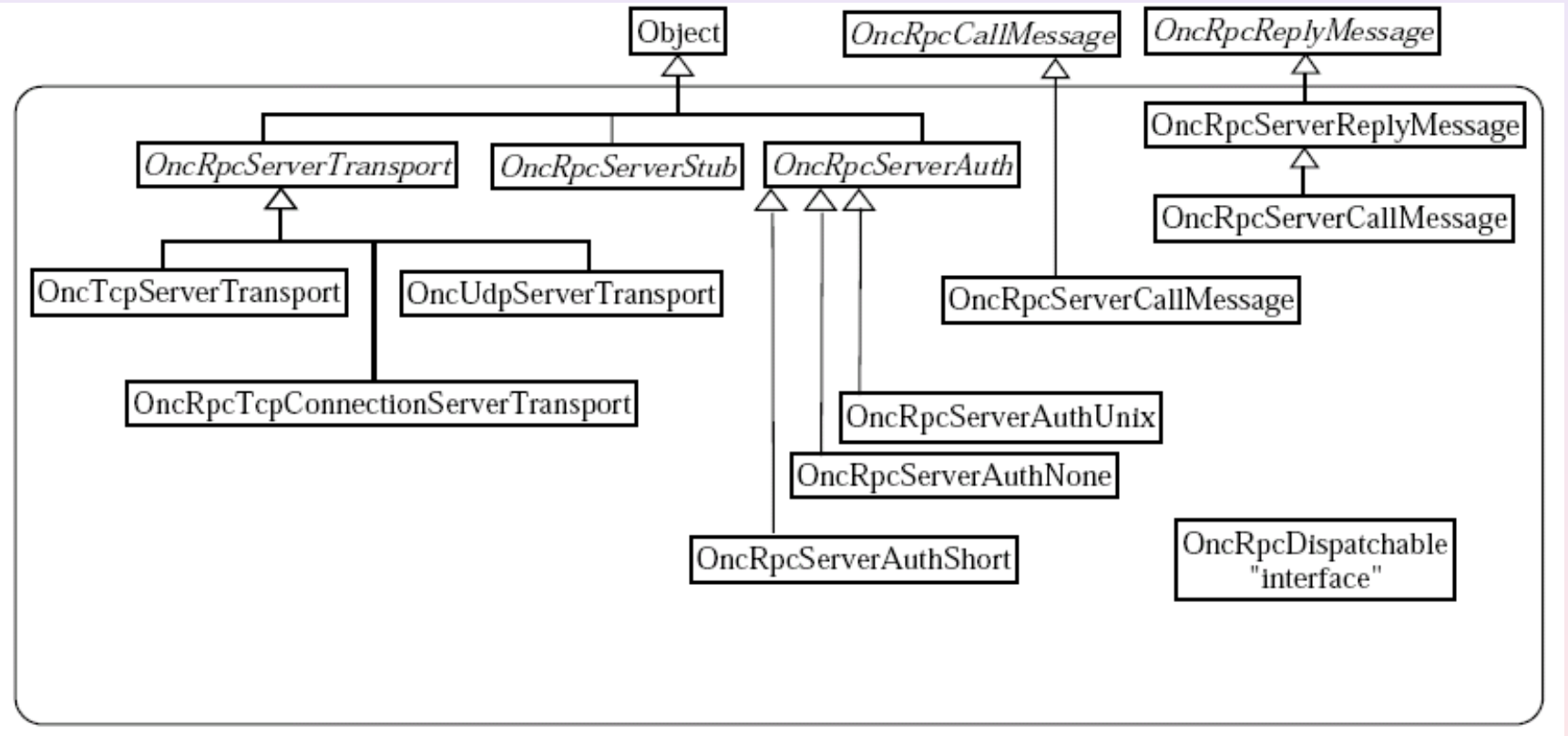
Les packages de Remote Tea



Le package org.acplt.oncrpc



Le package org.acplt.oncrpc.server



Fonctionnement général

- Le stub serveur (Sous-classe de OncRpcServerStub) :
  - S'enregistre au près du portmap (instanciation de l'attribut info).
  - Spécifie les flux XDR utilisables (instanciation de l'attribut transport) en précisant une méthode de dispatch (désignée par une instance d'une classe qui implémente OncRpcDispatchable).
- Le stub client (Sous-classe de OncRpcClientStub) :
  - Se connecte au serveur (en invoquant l'un des deux constructeurs de OncRpcClientStub). L'attribut client est alors instancié (objet de la classe OncRpcClient).
  - Invoque une procédure via la méthode call de client.

L'outil jrpcgen (1/2)

- C'est le compilateur qui permet de créer automatiquement les stubs (client et serveur) à partir d'un fichier en langage RPCL
- Utilisation :

  ```
  java -jar jrpcgen [options] fichier.x
  ```

- Produit les fichiers suivants :
  - fichier.java : interface précisant les constantes
  - fichierClient.java : classe proposant l'appel des procédures distantes
  - fichierServerStub.java : classe abstraite à spécialiser pour implémenter les procédures distantes
  - xx.java : une classe par type déclaré dans fichier.x

L'outil jrpcgen (2/2)

- les options :

`-c <NomClasse>`	spécifie le nom du stub client
`-d <Repertoire>`	spécifie le répertoire destination
`-p <NomPackage>`	spécifie le nom du package
`-s <NomClasse>`	spécifie le nom du stub serveur
`-nobackup`	ne crée pas de sauvegarde des fichiers précédemment générés
`-noclient`	ne crée pas le stub client
`-noserver`	ne crée pas le stub serveur
`-parseonly`	vérifie juste la syntaxe du .x

Un exemple : HelloWorld en JAVA (1/3)

- Le fichier de description HelloWorld.x :

```
typedef string Chaine<255>;
program HELLO_WORLD_PROG {
    version HELLO_WORLD_VERSION_1 {
        void hello_world_null(void)=0;
        Chaine hello_world(Chaine)=1;
    }=1;
} = 0x22222220;
```

- Génération des souches :

```
java -jar jrpcgen.jar HelloWorld.x
```

- Compilation des programmes :

```
javac -classpath ./oncrpc.jar :./jrpcgen.jar :./jportmap.jar :.

*.java
```

- Vous pouvez télécharger l'ensemble des sources du programme à l'adresse

`http ://www-lih.univ-lehavre.fr/~duvallet/Cours/CNAM/RPCHelloWorldJava.tgz`

Un exemple : HelloWorld en JAVA (2/3)

- Le programme HelloServer.java :

```
import org.acplt.oncrpc.*;
import org.acplt.oncrpc.server.*;
import java.io.IOException;
import java.net.InetAddress;

public class HelloServer extends HelloWorldServerStub{

    public HelloServer () throws OncRpcException, IOException {
        super ();
    }

    public void hello_world_null_1(){
        System.out.println ("Connexion d'un client");
    }

    public Chaine hello_world_1(Chaine arg1){
        System.out.println ("Connexion d'un client");
        System.out.println ("Reception de la chaine : "+arg1.value);
        return new Chaine ("Hello "+arg1.value+" !");
    }

    public static void main (String args []){
        try{
            new HelloServer().run ();
        }
        catch (Exception e){
```

Un exemple : HelloWorld en JAVA (3/3)

- Le programme HelloClient.java :

```
import org.acplt.oncrpc.*;
import java.io.IOException;
import java.net.InetAddress;

public class HelloClient {

    public static void main (String args []){
        try{
            HelloWorldClient h = new HelloWorldClient (InetAddress.getLocalHost(),
                                                       OncRpcProtocols.ONCRPC_UDP);
            Chaine result = h.hello_world_1 (new Chaine ("Claude"));
            System.out.println ("Resultat:"+result.value);
        }
        catch (Exception e){
            System.out.println ("Erreur:"+e);
        }
    }
}
```