Introduction CORBA

Alexandre Denis – Alexandre.Denis@inria.fr

Inria Bordeaux – Sud-Ouest
France

ENSEIRB PG306

Contexte

- Besoins
  - Interconnexion de systèmes d'information
  - Réutilisation de codes existants
- Hétérogénéité -> intéropérabilité
  - Matériel, langage, OS, etc.
- Un **standard** d'architecture d'applications réparties
  - Intéropérabilité entre plate-formes, langages, etc.

OMG – Object Management Group

- Consortium à but non-lucratif fondé en 1989
  - Plus de 850 membres (constructeurs, SSI, utilisateurs, recherche)
- **Standards** pour les applications réparties
- Fonctionnement
  - Propositions, discussions, vote
  - -> **spécifications**
- Ne fournit pas d'implémentation
- ex.: OMA, CORBA, UML, MOF

Vue d'ensemble de CORBA

- CORBA - Common Object Request Broker Architecture
  - CORBA 1.0 – 1991, modèle objet
  - CORBA 2.0 – 1995, interopérabilité, IIOP
  - CORBA 3.0 – 2002, modèle composant
    (dernière révision : CORBA 3.3 - 2012)
- Paradigme unifié : appel à des objets distants
- Langage d'interface unifié : IDL
- Large collection de services communs
  - Présentés sous forme d'objets CORBA

Propriétés de CORBA

- Intergiciel suivant un standard ouvert
  - Plusieurs implémentations
  - ex.: omniORB, MICO, TAO, ORBacus, JacORB, ORBexpress, ORBit, VBOrb, R2CORBA, IIOP.NET, JDK, ...
- **Interopérabilité**
  - Entre langages
  - Entre machines, entre OS
  - Entre constructeurs

ORB

- ORB – bus logiciel entre applications

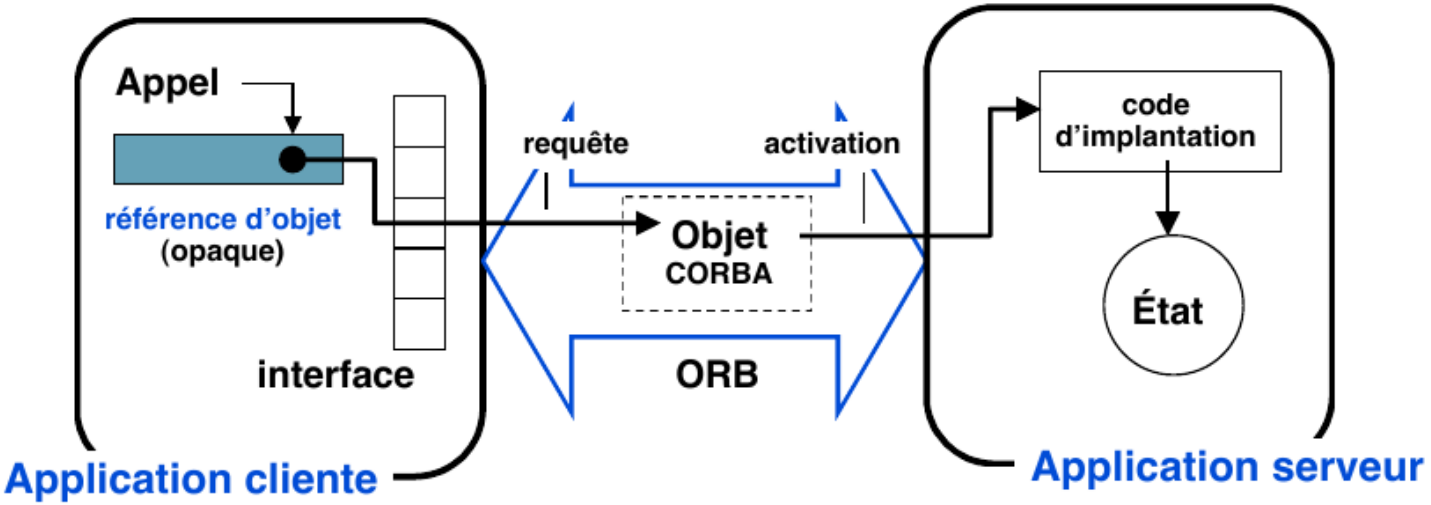


Figure: Krakowiak

Objet CORBA

- Définition
  - Entité logicielle désignée par une référence, recevant les requêtes émises par les applications clientes
- Objet CORBA
  - **Interface** IDL
  - **Implémentation** – *servant*
    - Classe et instance
  - **Référence** localisant l'objet sur le réseau
    - IOR – Interoperable Reference

Protocoles et interopérabilité

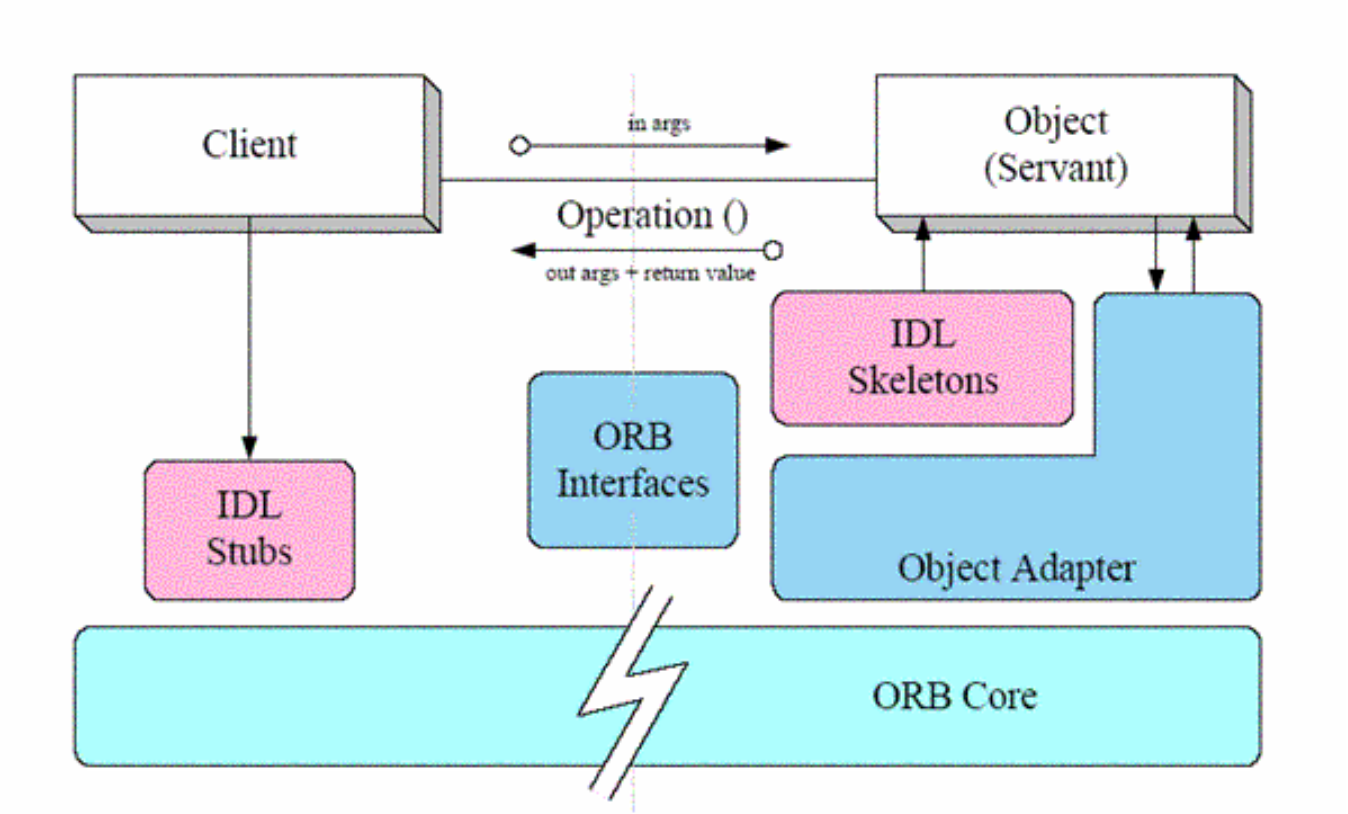
- GIOP – General Inter-ORB Protocol
  - Protocole générique de transport pour CORBA
  - Réprésentation des données commune : CDR
  - Référence des objets : IOR – Inter-Operable Reference
    - Contient : adresse de la machine, version de la couche transport, clef identifiant l'objet (*servant*) dans le serveur
  - Format des messages
- IIOP – Internet Inter-ORB Protocol

Protocoles et interopérabilité

- GIOP – General Inter-ORB Protocol
- IIOP – Internet Inter-ORB Protocol
  - Instanciation de GIOP sur TCP/IP
  - **Interopérable** entre implémentations
  - Plus que GIOP/socket
    - Multiplexage, keep-alive, etc.
- ESIOP - Environment Specific Inter-ORB Protocol
  - Possibilité de protocole spécifique, non-intéropérable

Vue d'ensemble

- ORB, stub, skeleton, servant



OMG IDL – Interface Definition Language

- Langage de **description des interfaces**
  - Indépendant du langage d'implémentation
  - Purement déclaratif
    - Sépare l'interface et l'implémentation
  - « **Projections** » vers les langages d'implémentation
- Syntaxe proche de C++, Java

OMG IDL – Exemple

- Exemple d'interface en IDL

```
module Finance
{
  typedef sequence<string> StringSeq;
  struct AccountDetails
  {
    string     name;
    StringSeq  address;
    long       account_number;
    double     current_balance;
  };
  exception insufficientFunds { };
  interface Account
  {
    void deposit(in double amount);
    void withdraw(in double amount) raises(insufficientFunds);
    readonly attribute AccountDetails details;
  };
};
```

OMG IDL – Elements

- Élements de base
  - `module` – ensemble de définitions
  - `interface` – interface d'objet, avec héritage
  - `const` - constante
  - `enum` - type énuméré
  - `typedef` – déclaration de type
  - `struct` – type structuré
  - `sequence` – type indexé (tableau)
  - `attribute` – attribut d'interface, éventuellement `readonly`
  -

OMG IDL – Elements, suite

- Élements de base
  - Opérations de l'interface
    - Exemple :
      `type fonction(in int a, out int b);`
    - **Sens de passage des paramètres explicite** : `in, out, inout`
  - `exception` – définition d'exceptions
  - Types primitifs
    - `void, short, long, long long, float, double, long double, boolean, octet, string`
    - Projetés vers les types primitifs du langage

Stubs, squelettes

- Génération automatique de stub à partir de l'IDL
  - *Stub* = souche, talon ; côté client
  - *Skeleton* = squelette ; côté serveur

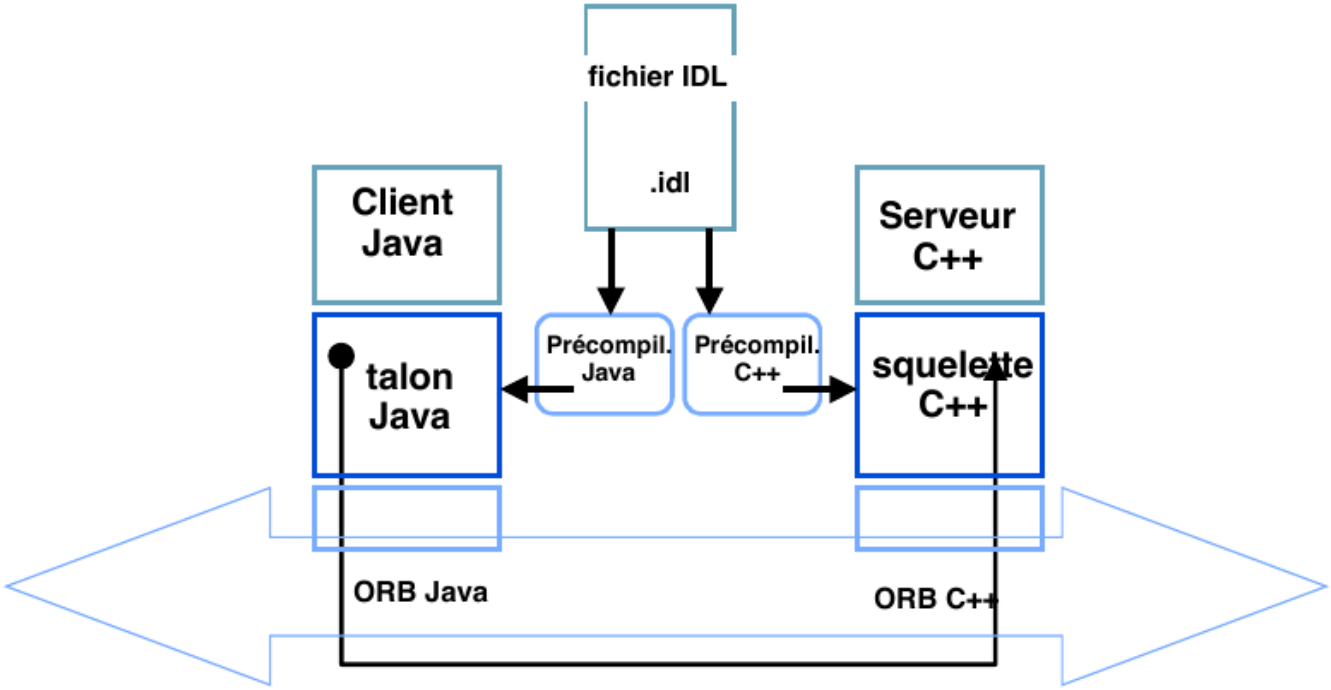
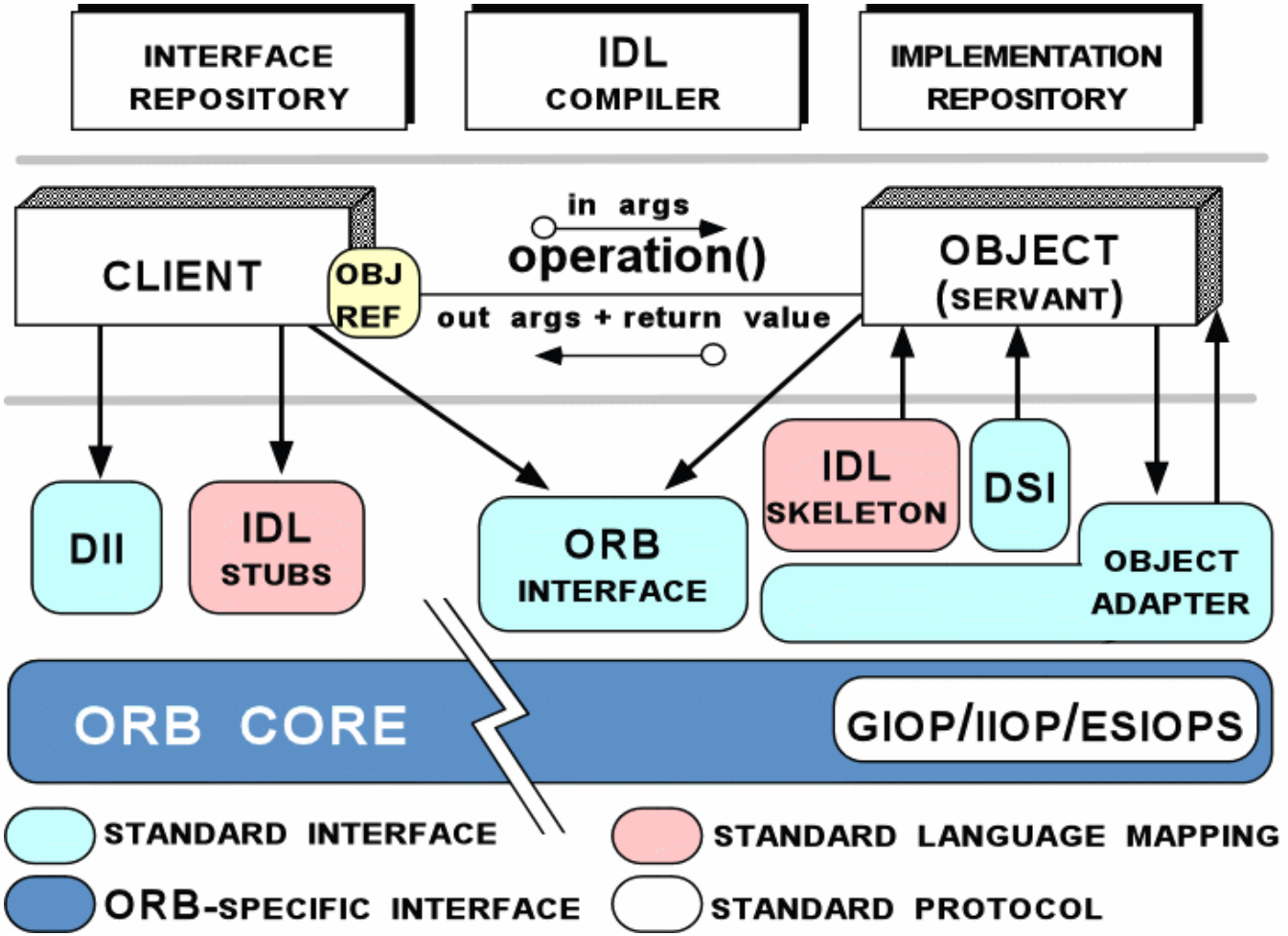


Figure: Krakowiak

Anatomie de CORBA



Interface ORB

- Les fonctionnalités CORBA sont décrites en IDL
  - Projection vers le langage cible
- L'ORB lui-même est accessible via une **référence d'objet**
  - Obtenue à l'initialisation
  - `orb = CORBA::ORB_Init(argc, argv);`
  - Paramétré via la ligne de commande
- Fournit des services de base
  - Références initiales vers des objets connus
  - Gestion de l'**adaptateur d'objets**

Adaptateur d'objet

- Gère la liaison entre *servant* et ORB ~ **démultiplexeur**
  - Gère le mapping des objets -> servant
  - Génération des références
  - Adapte les spécificités du langage à l'ORB
  - Durée de vie des objets
  - Activation de processus
  - Modèle de threads
- Implémentations
  - BOA, CORBA 1.0 – spécifique à chaque implémentation
  - POA, CORBA 2.0 – interface standard
    - Plusieurs POA peuvent être instanciés

Référence

- Désignation unique d'un objet
  - Opaque pour l'utilisateur, pas directement une URL
  - URL possible pour les références initiales
    - `corbaloc, corbaname`
- Obtenue
  - À l'activation d'un objet (par le POA)
  - Par l'intermédiaire du serveur de nom (*Naming Service*)
  - Conversion string <-> référence
  - À l'initialisation
    - Référence vers l'ORB, vers le POA, vers le service de nom

Références IOR, exemples

- IOR : Interoperable Reference
  - Forme binaire
  - Forme « *stringifiée* » (~sérialisée)

```
IOR:000000000000001749444c3a48656c6c6f4170702f48656c6c6f3a312e3000000000000
1000000000000006c00010200000000d3134372e3231302e31382e310000df7400000021af
abcb00000000209db9e7240000000100000000000000000000004000000000a00000000000
0010000000100000020000000000001000100000002050100010001002000010109000000001
00010100
```

- En référence initiale : `printf` de l'IOR (ou sauvegarde dans un fichier)
  - Simple et rustique

Références initiales

- `corbaloc` – **URL absolue**
  - `corbaloc:iiop:1.2@host1:3075/NameService`
  - Protocole : iiop; version 1.2 ; serveur : host1 ; port : 3075; étiquette (telle que passé à `resolve_initial_reference`) : NameService
  - `corbaloc::host1:2809/NameService`
  - Sert principalement à donner la référence du NameService
- `corbaname` – **URL dans le NameService**
  - `corbaname::foo.bar.com:2809/NameService#x/y`
  - NameService tourne sur foo.bar.com:2809, objet y dans le contexte x
- Ligne de commande standardisée
  - Forme générale `-ORBInitRef etiquette=URL`
  - `-ORBInitRef NameService=corbaloc::host1:3075/NameService`

COS – services communs

- CORBA Services – Cos
  - Implémentés sous forme d'**objets CORBA**, interfaces en IDL
- Service de nommage :
  - Module CosNaming, objet NameService
- Trade service – résolution par type ~ pages jaunes
  - Module CosTrading
- Service d'évènements - EventService
  - Modèle push/pull, couplage faible
- Object Transaction Service – OTS
  - begin, commit, rollback
  - Objet TransactionCurrent

Service de nommage - NameService

- Annuaire contenant des références d'objets CORBA
  - Association : nom -> IOR
  - Organisé en arboressence, comme un système de fichiers
    - Répertoire -> `NamingContext`
    - Chemin -> `Name`
    - Système de nommage nom.extension (`id.kind`)
- Référence initiale (bootstrap)
  - Opération `CORBA::ORB::resolve_initial_references("NameService")`
  - Conversion de **CORBA::Object** vers CosNaming::NamingContext
    - Opération CORBA `_narrow`

Service de nommage – CosNaming.idl

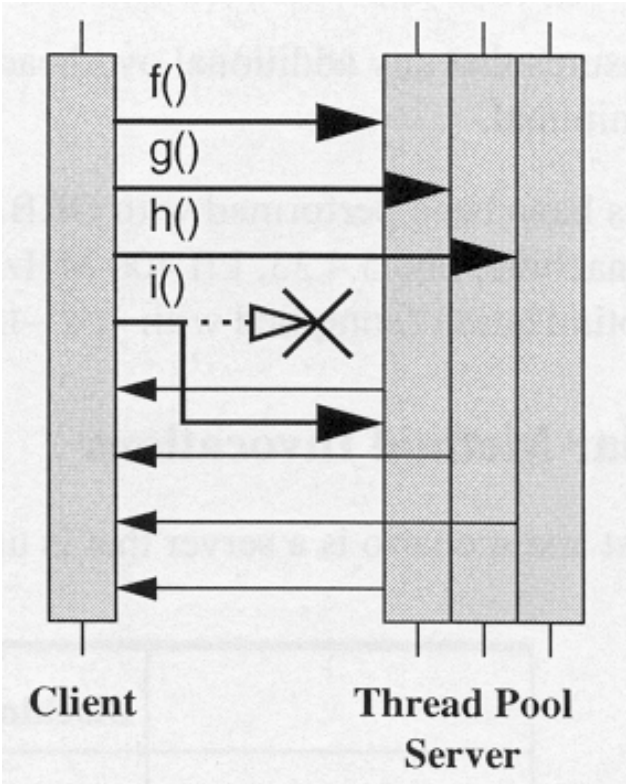
```
module CosNaming {
    typedef string Istring;
    struct NameComponent {
        Istring  id;
        Istring  kind;
    };
    typedef sequence<NameComponent> Name;
    enum BindingType {nobject, ncontext};
    struct Binding {
        Name         binding_name;
        BindingType  binding_type;
    };
    typedef sequence <Binding> BindingList;

    interface BindingIterator {
        boolean next_one(out Binding b);
        boolean next_n(in unsigned long how_many,
                       out BindingList bl);
        void destroy();
    };
```

```
    interface NamingContext {
        void bind(in Name n, in Object obj) raises(...);
        void rebind(in Name n, in Object obj) raises(...);
        void bind_context(in Name n, in NamingContext nc)
                        raises(...);
        void rebind_context(in Name n,
                         in NamingContext nc) raises(...);
        Object resolve(in Name n) raises(...);
        void unbind(in Name n) raises(...);
        NamingContext new_context();
        NamingContext bind_new_context(in Name n)
                        raises(...);
        void destroy() raises(...);
        void list(in  unsigned long   how_many,
                  out BindingList     bl,
                  out BindingIterator bi);
    };
    ... // interface NamingContextExt omitted for brevity
};
```

Modèle d'exécution

- Modèle de thread
  - **Dépend de l'implémentation**
  - Single thread
    - ex.: MICO
  - Thread par connexion
  - Thread par requête
  - Thread pool
    - ex.: Java
  - Configurable *via* le POA
    - ex.: omniORB, TAO



Exemple : Hello world !

- Interface Echo.idl

```
interface Echo
{
  string echoString(in string mesg);
};
```

Exemple : compilation

- Compilation de l'IDL en Java
  - `idlj -fall Echo.idl`
  - Génère les parties client (`-fclient`), serveur (`-fserver`), ou les deux (`-fall`)
  - EchoOperations.java – projection de l'interface en Java
  - EchoStub.java – souche client
  - EchoPOA.java – squelette serveur
  - + divers helpers
- Compilation
  - `javac *.java`

Exemple : servant

- Implémentation servant en Java : EchoImpl.java
  - Implémentation concrète de l'interface
  - Antisèche (pour les projections de type) : allez voir EchoOperations.java !

```
import org.omg.CORBA.*;
import org.omg.PortableServer.*;
import org.omg.PortableServer.POA;
import java.util.Properties;


class EchoImpl extends EchoPOA
{
  public String echoString(String msg)
  {
    System.out.println("msg: " + msg);
    return msg;
  }
}
```

Exemple : serveur

```
public class EchoServer
{
  public static void main(String args[])
  {
    ORB orb = ORB.init(args, null);  // create and initialize the ORB
    // get reference to rootpoa & activate the POAManager
    org.omg.CORBA.Object objRef = orb.resolve_initial_references("RootPOA");
    POA rootpoa = POAHelper.narrow(objRef);
    rootpoa.the_POAManager().activate();

    // get the naming service
    objRef = orb.resolve_initial_references("NameService");
    NamingContextExt ncRef = NamingContextExtHelper.narrow(objRef);

    // instanciate the servant
    EchoImpl echoImpl = new EchoImpl();
    // get object reference from servant
    objRef = rootpoa.servant_to_reference(echoImpl);
    // convert the generic CORBA object reference into typed Echo reference
    Echo echoRef = EchoHelper.narrow(objRef);

    // bind the object reference in the naming service
    NameComponent path[ ] = ncRef.to_name("echo.echo"); // id.kind
    ncRef.rebind(path, echoRef);

    orb.run(); // start server...
  }
}
```

Exemple : client

```
import org.omg.CosNaming.*;
import org.omg.CosNaming.NamingContextPackage.*;
import org.omg.CORBA.*;

public class EchoClient
{
    public static void main(String args[])
    {
        org.omg.CORBA.Object objRef;

        ORB orb = ORB.init(args, null);  // create and initialize the ORB

        // get the naming service
        objRef = orb.resolve_initial_references("NameService");
        NamingContextExt ncRef = NamingContextExtHelper.narrow(objRef);
        // resolve the object reference from the naming service
        objRef = ncRef.resolve_str("echo.echo");

        // convert the CORBA object reference into Echo reference
        Echo echoRef = EchoHelper.narrow(objRef);

        // remote method invocation
        String response = echoRef.echoString("coucou");
        System.out.println(response);
    }
}
```

Exemple : déploiement

- Déploiement
  - Démarrer le serveur de nom :
    - `tnameserv -ORBInitialPort 2810`
  - Lancer le serveur
    - `java EchoServer -ORBInitRef NameService=corbaloc::host:2810/NameService`
  - Lancer le client
    - `java EchoClient -ORBInitRef NameService=corbaloc::host:2810/NameService`

Exemple C++

- Servant

```
#include <CORBA.h>
#include <Naming.hh>
#include "Echo.hh"
using namespace std;


class EchoImpl : public POA_Echo,
  public PortableServer::RefCountServantBase
{
   public:

     virtual char* echoString(const char* msg)
     {
       cout << msg << endl;
       return CORBA::string_dup(msg);
     }
};
```

Exemple C++

- Serveur

```
int main(int argc, char** argv)
{
  CORBA::Object_var objRef;
  // create and initialize the ORB
  CORBA::ORB_var orb = CORBA::ORB_init(argc, argv);
  // get reference to rootpoa & activate the POAManager
  objRef = orb->resolve_initial_references("RootPOA");
  PortableServer::POA_var poaRef = PortableServer::POA::_narrow(objRef);
  poaRef->the_POAManager()->activate();
  // get the naming service
  objRef = orb->resolve_initial_references("NameService");
  CosNaming::NamingContext_var ncRef =
      CosNaming::NamingContext::_narrow(objRef);
  // instantiate the Echo CORBA object
  EchoImpl * echoImpl = new EchoImpl( );
  Echo_var echoRef = echoImpl->_this();
  // bind the object reference in the naming service
  CosNaming::Name name;
  name.length(1);
  name[0].id   = (const char*)"echo";
  name[0].kind = (const char*)"echo";
  ncRef->rebind(name, echoRef);
  // start server...
  orb->run();
  return EXIT_SUCCESS;
}
```

Exemple C++

- Client

```
#include <CORBA.h>
#include <Naming.hh>
#include "Echo.hh"

int main (int argc, char **argv)
{
  CORBA::Object_var objRef;
  // initialize the ORB
  CORBA::ORB_var orb = CORBA::ORB_init(argc, argv);
  // get the naming service
  objRef = orb->resolve_initial_references("NameService");
  CosNaming::NamingContext_var nsRef =
    CosNaming::NamingContext::_narrow(objRef);

  // resolve the "echo" CORBA object from the naming service
  CosNaming::Name name; name.length(1);
  name[0].id   = (const char*) "echo";
  name[0].kind = (const char*) "echo";
  objRef = nsRef->resolve(name);
  Echo_var echoRef = Echo::_narrow(objRef);

  // remote method invokation
  cout << echoRef->echoString("coucou") << endl;

  return 0;
}
```

Compilation C++ - omniORB

- Utilisation de l'implémentation CORBA omniORB
- Compilation IDL
  - `omniidl -bcxx Echo.idl`
  - Génère `EchoSK.cc` et `Echo.hh`
- Serveur de nom
  - `omniNames -start`
- Support Python

CORBA avancé

- Interface dynamique
- Type Any, DynAny
- Valuetype
- Pointeur intelligent *_var
- POA avancé : ServantLocator, ServantActivator
- CosEvent
- Persistance
- Intercepteurs
- Composants
-

Travail à faire

Echauffement

- Debuguer les exemples Hello World
  - Il manque quelques import, la gestion des exceptions
- Compiler et faire tourner les exemples Hello World
  - En local
  - A distance
  - Avec le serveur d'un voisin
- Modifier la méthode pour manipuler différents types : string, long, structures
  - Observez les changements dans EchoOperations.java

Application bancaire

- Nous allons simuler le fonctionnement d'une application bancaire
- Deux types d'objets :
  - Banque : `Bank`
  - Compte bancaire : `Account`
- Respectez les interfaces IDL données pour pouvoir tester avec les implémentations des autres

Application bancaire

- Implémentez l'interface Account
  - Implémentez le serveur
  - Écrivez un client de test

```
interface Account
{
  void deposit(in unsigned long amount );
  void withdraw(in unsigned long amount );
  long balance();
};
```

Application bancaire

- Implémentez l'interface Bank
  - Implémentez le serveur
  - Écrivez un client de test
- Il s'agit du célèbre pattern *Factory* !
  - Un objet qui sert à créer d'autres objets

```
interface Bank
{
  Account create ();
  void destroy(in Account a);
};
```

Application bancaire

- On ajoute le virement inter-bancaire
  - Pourquoi cette opération est-elle dans l'interface Bank ?
- Le serveur devient à son tour client
  - `Bank` et `Account` sont des références, pas des copies d'objet

```
interface Bank
{
  Account create ();
  void destroy(in Account a);
  Account move(in Bank target, in Account a);
};
```

Pour les plus téméraires

- Proposer une version Java et une version C++ de l'application bancaire
  - Vérifier l'interopérabilité
- Proposer une version CORBA du calcul distribué de Pi du TP Java RMI
  - Quel est l'intérêt du CORBA par rapport à RMI dans ce cas ?

À vous de jouer !

http://dept-info.labri.fr/~denis/