OMNeT++

Thi-Mai-Trang Nguyen

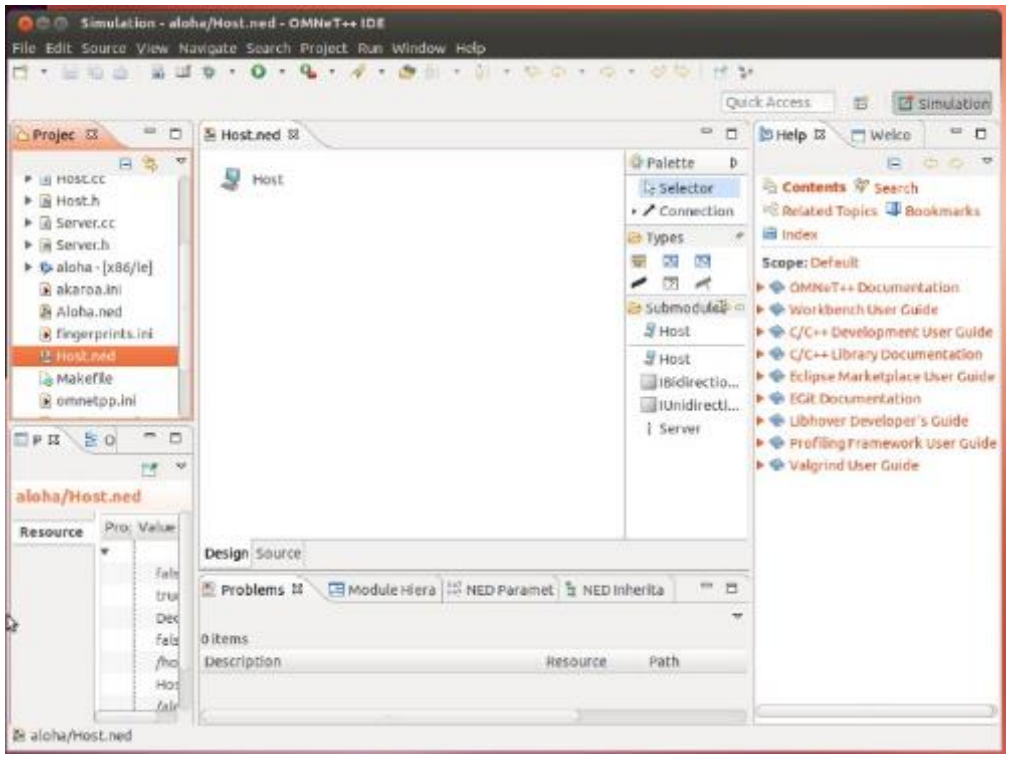
Maître de conférence UPMC-LIP6

Plan

- Ordonnancement d'événements et temporisation
  - Modélisation d'un délai de traitement dans un nœud
- Configuration d'un paramètre
- Génération de nombres aléatoires
- Observation d'une variable
- INET Framework et d'autres exemples de OMNeT++
- Importation d'un projet existant dans OMNeT++

OMNeT++ IDE

- Environnement avec l'interface graphique pour
  - Créer un projet
  - Créer un module simple
  - Créer un réseau
  - Compiler et lancer les simulations
  - Analyser les résultats

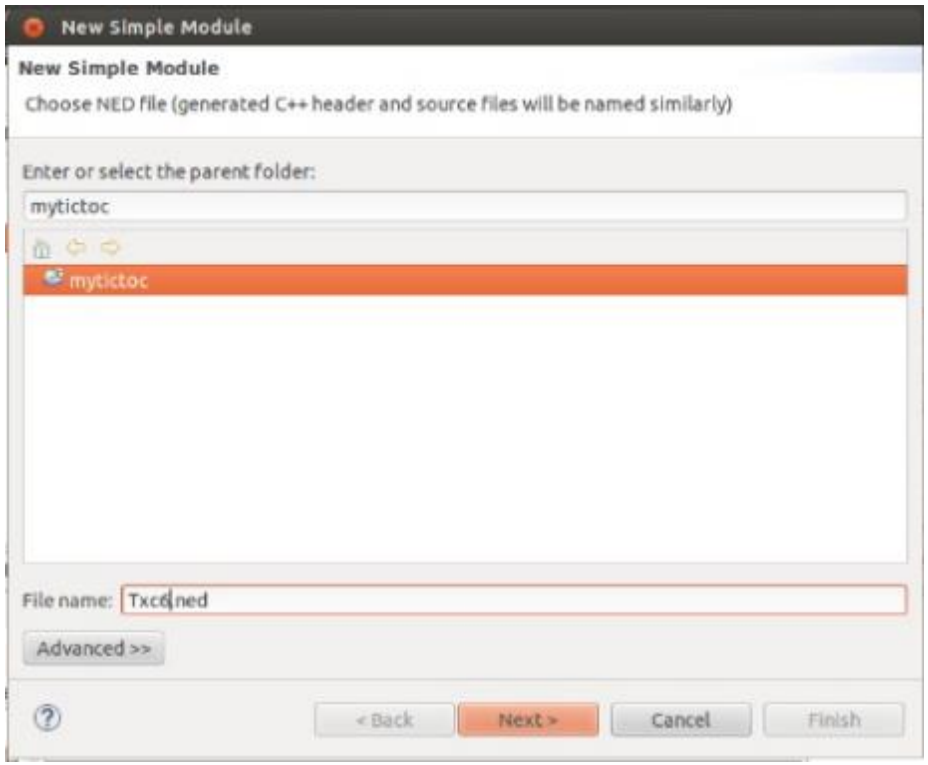


Modélisation d'un délai de traitement (1)

- Créer un réseau de deux nœuds : Tic et Toc
- Le canal entre deux nœuds a un délai de 100 ms
- Tic envoie un message à Toc qui le renvoie et ainsi de suite
- **+** Délai de traitement
  - A chaque réception du message, Tic et Toc gardent le message pendant 1 seconde avant de l'envoyer sur le canal

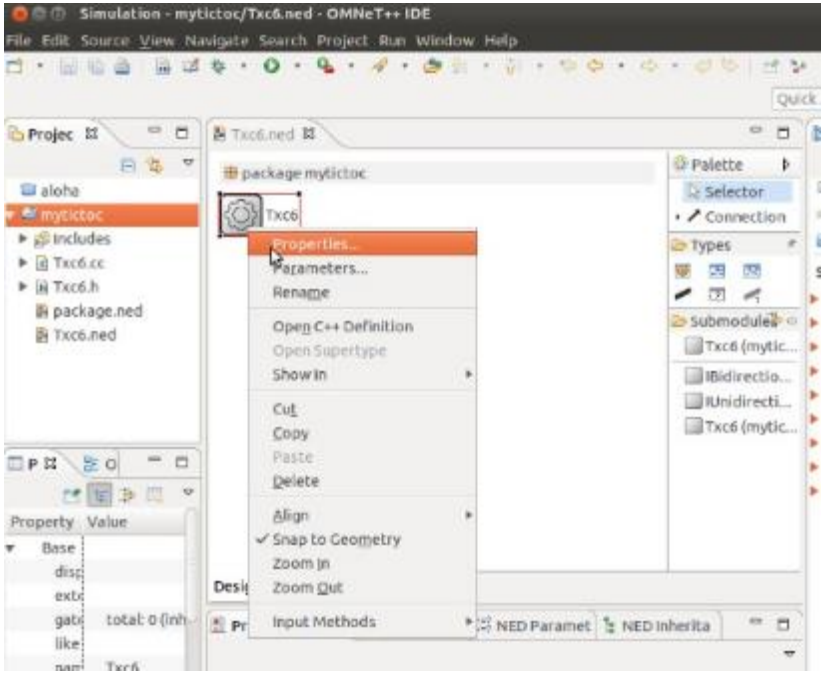
Modélisation d'un délai de traitement (2)

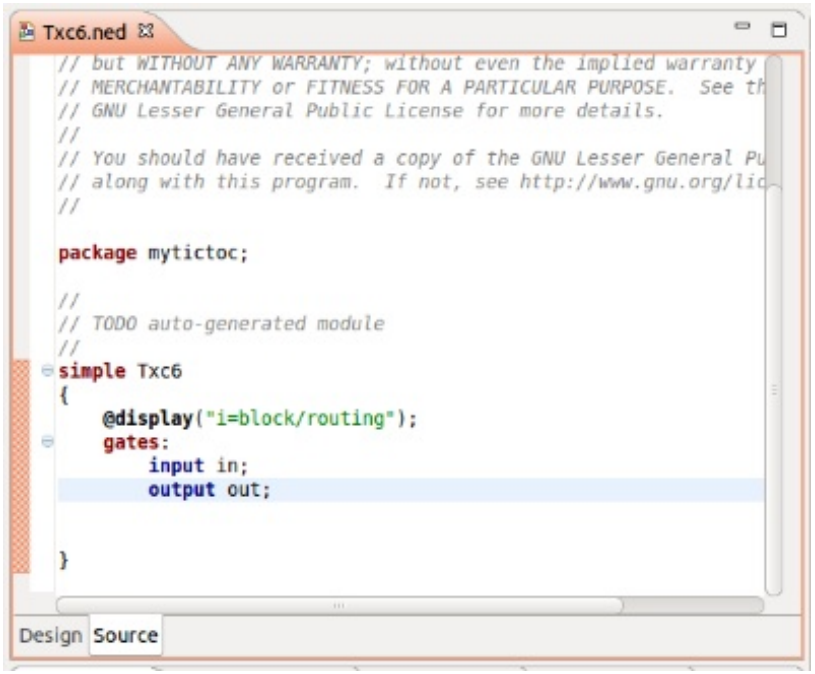
- Créer un projet `mytictoc`
  - *New → Project OMNeT++ → mytictoc → empty project*
- Créer un module simple appelé `Txc6`
  - *New → Simple Module → Txc6.ned → a simple module → Finish*
  - Trois fichiers `Txc6.ned`, `Txc6.cc` et `Txc6.h` sont créés automatiquement



Modélisation d'un délai de traitement (3)

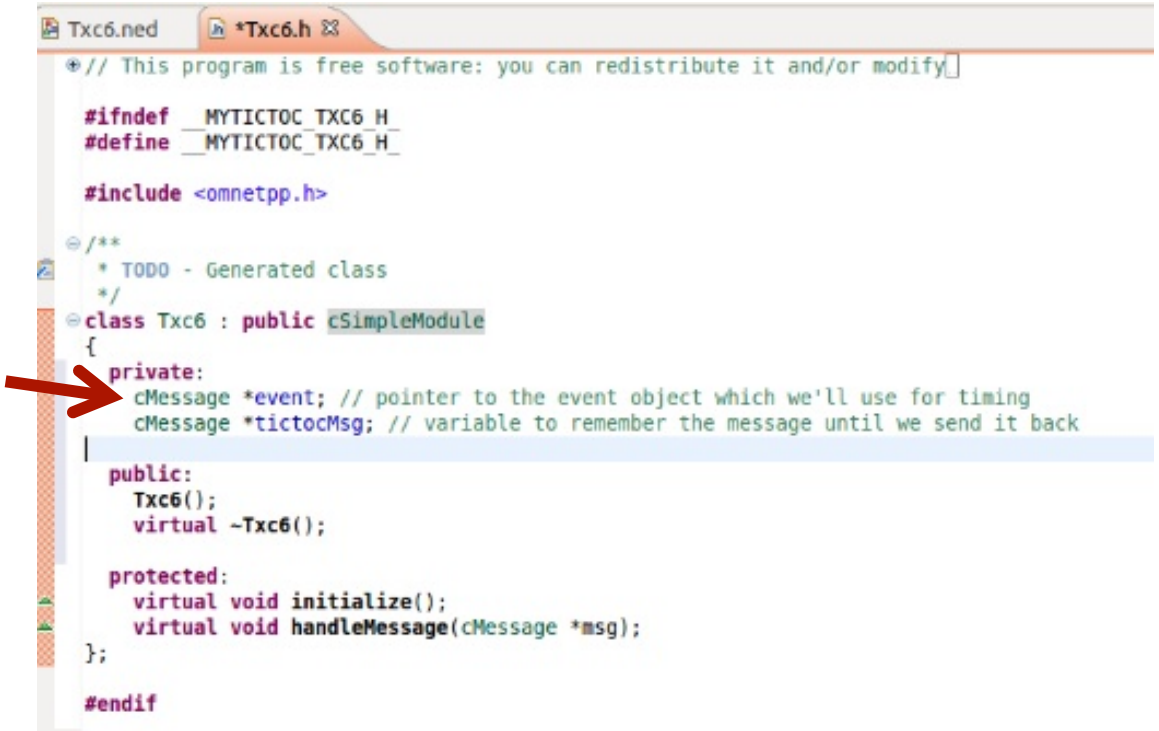
- Sélectionner le fichier `Txc6.ned`
- Dans la fenêtre `Design`, clique droit sur le module → choisir *Properties → Apparence → Image → icône « bloc/routing »*
- Dans le source code, définir deux ports : entrée et sortie



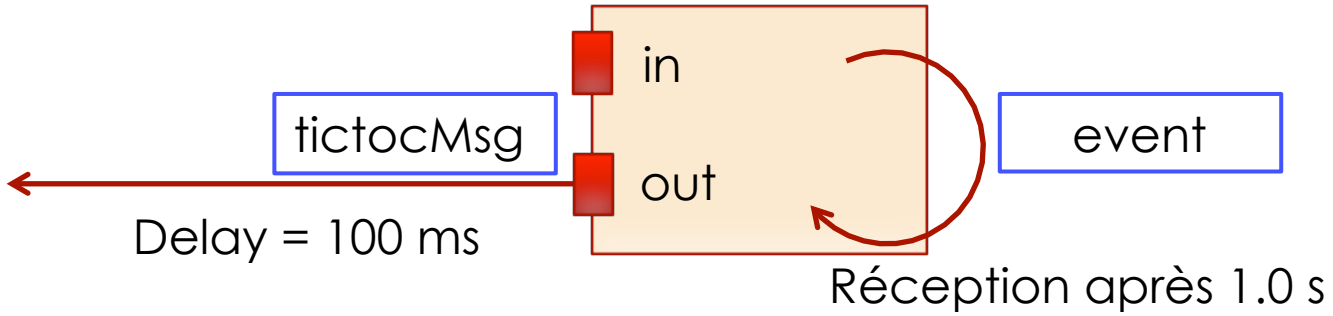


Modélisation d'un délai de traitement (4)

- Dans le fichier `Txc6.h`, définir 2 messages
  - **`event` (pour gérer le délai de traitement)**
  - `tictocMsg` (pour échanger entre deux nœuds Tic-Toc)



Modélisation d'un délai de traitement (5)



Modélisation d'un délai de traitement (6)

- Dans le fichier `Txc6.cc`, implémenter le délai de traitement en utilisant la fonction **`scheduleAt()`**
  - **`scheduleAt(simTime() + 1.0, event)`**
- Avec cette méthode, le module envoie le message `event` à lui-même au moment planifié (i.e. `simTime() + 1.0`)
- On dit que cette fonction envoie un « *self-message* » (c'est aussi la manière pour implémenter un temporisateur)
- Ensuite, dans la méthode `handleMessage()`, il faut différencier le traitement du message `event` (le *self-message*) et le traitement du message `tictocMsg` (venant du canal)

Modélisation d'un délai de traitement (7)

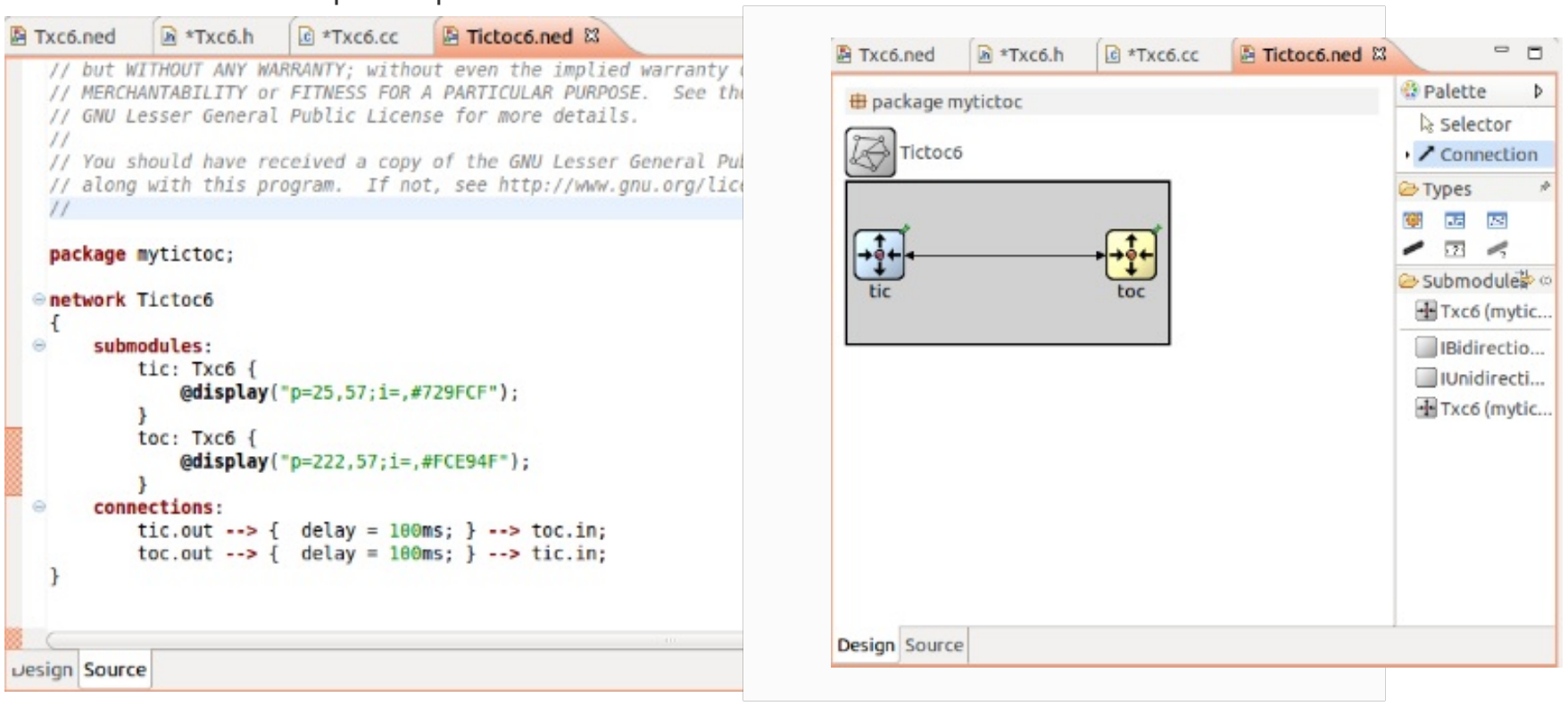
- Il est possible d'utiliser `if (msg->isSelfMessage())` à la place de `if (msg==event)`

```
void Txc6::handleMessage(cMessage *msg)
{

        if (msg==event)
        {
            send(tictocMsg, "out");
            tictocMsg = NULL;
        }
        else
        {
            tictocMsg = msg;
            scheduleAt(simTime()+1.0, event);
        }
}
```

Modélisation d'un délai de traitement (8)

- Créer un réseau de deux nœuds Tic-Toc
  - *New → Network → Tictoc6.ned → an empty network → Finish*
  - Utiliser l'IDE pour personnaliser le réseau comme le suivant



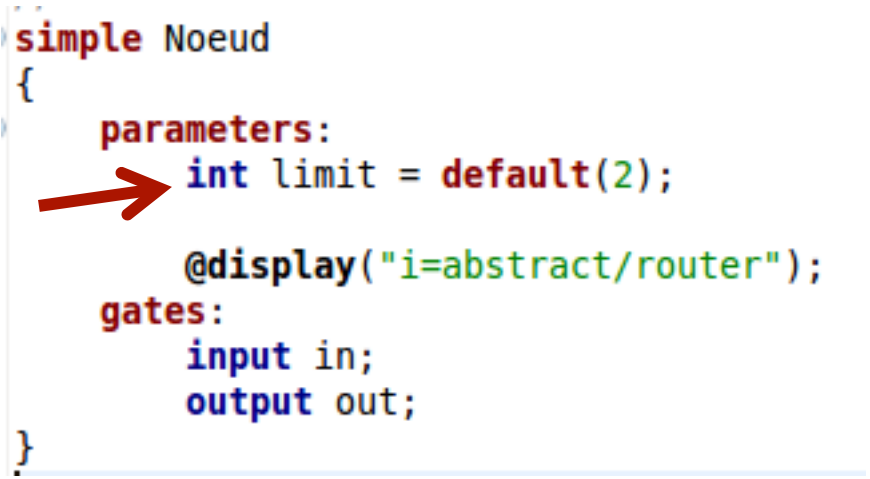
Modélisation d'un délai de traitement (9)

- Tic commence à envoyer un message à 5 s
- Chaque nœud garde le message reçu pour 1 s avant de le renvoyer sur le canal

Event#	Time	Src/Dest	Name	Info
#1	5	tic --> toc	tictocMsg	id=1 kind=0
#3	6.1	toc --> tic	tictocMsg	id=1 kind=0
#5	7.2	tic --> toc	tictocMsg	id=1 kind=0
#7	8.3	toc --> tic	tictocMsg	id=1 kind=0
#9	9.4	tic --> toc	tictocMsg	id=1 kind=0
#11	10.5	toc --> tic	tictocMsg	id=1 kind=0
#13	11.6	tic --> toc	tictocMsg	id=1 kind=0
#15	12.7	toc --> tic	tictocMsg	id=1 kind=0
#17	13.8	tic --> toc	tictocMsg	id=1 kind=0
#19	14.9	toc --> tic	tictocMsg	id=1 kind=0

Paramètres (1)

- Les paramètres qui peuvent être configurés dans le fichier omnetpp.ini doivent être déclarés dans la partie **`parameters`** du fichier **`.ned`**
- Exemple :
  - Dans le fichier nœud.ned



```
simple Noeud
{
    parameters:
        int limit = default(2);

        @display("i=abstract/router");
    gates:
        input in;
        output out;
}
```

Paramètres (2)

- Dans le fichier omnetpp.ini

```
[General]
network = Reseau

*.*.limit = 5
```

- Dans le fichier noeud.cc
  - Utiliser la fonction **par()** pour obtenir la valeur configurée dans le fichier .ini

```
#include "noeud.h"

Define_Module(Noeud);

void Noeud::initialize()
{
    // TODO - Generated method body
    cMessage *msg = new cMessage("data");
    send(msg, "out");
    num_pkt = par("limit");
}

void Noeud::handleMessage(cMessage *msg)
{
    // TODO - Generated method body
    num_pkt--;
    if (num_pkt == 0){
        delete msg;
    } else{
        send(msg,"out");
    }
}
```

Génération de nombres aléatoires (1)

- Réseau `Tictoc7`
  - On souhaite que le délai de traitement du message de Tic et de Toc soit une variable aléatoire suivant la loi exponentielle
- Dans le fichier `Txc7.ned`, créer un paramètre `delayTime`

```
//
simple Txc7
{
    parameters:
        volatile double delayTime @unit(s);   // delay before sending back message
        @display("i=block/routing");
    gates:
        input in;
        output out;
}
```

Génération de nombres aléatoires (2)

- Dans le fichier de configuration `omnetpp.ini`
  - Générer les variables aléatoires pour Tic et Toc

```
[Config Tictoc7]
network = Tictoc7
Tictoc7.tic.delayTime = exponential(3s)
Tictoc7.toc.delayTime = exponential(5s)
```

  - Donner une valeur de la graine

```
[General]
seed-0-mt=532569
```

Numéro du générateur

Type (algorithme) du générateur

Génération de nombres aléatoires (3)

- Dans le fichier d'implémentation `Txc7.cc`, lire le résultat du paramètre `delayTime` dans la méthode `handleMessage()`

```
// we'll get a different delay every time.
simtime_t delay = par("delayTime");

EV << "Message arrived, starting to wait " << delay << " secs...\n";
tictocMsg = msg;
scheduleAt(simTime()+delay, event);
```

Observation d'une variable (1)

- Pour observer les valeurs d'une variable durant la simulation, utiliser la fonction WATCH()
- Exemple
  - Dans le fichier noeud.h

```
#include <omnetpp.h>

/**
 * TODO - Generated class
 */
class Noeud : public cSimpleModule
{

  private:
    int counter;

  protected:
    virtual void initialize();
    virtual void handleMessage(cMessage *msg);
};
```

Observation d'une variable (2)

- Dans le fichier noeud.cc

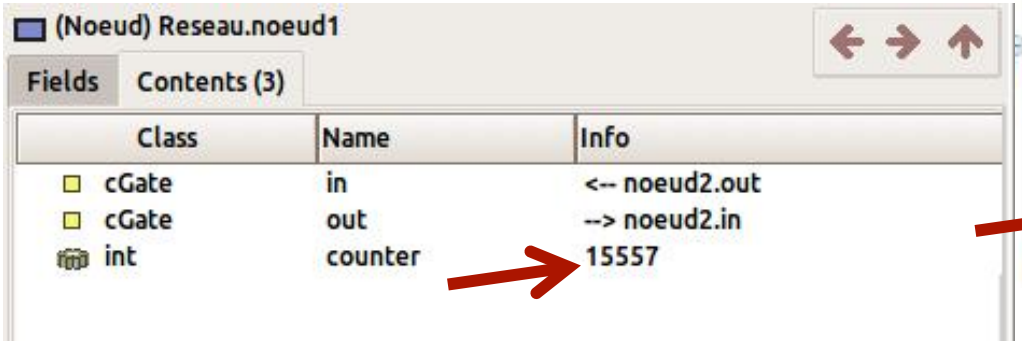
```
#include "noeud.h"

Define_Module(Noeud);

void Noeud::initialize()
{
    // TODO - Generated method body
    WATCH(counter);
    cMessage *msg = new cMessage("data");
    send(msg, "out");
}

void Noeud::handleMessage(cMessage *msg)
{
    // TODO - Generated method body
    send(msg, "out");
    counter++;
}
```

- Durant la simulation



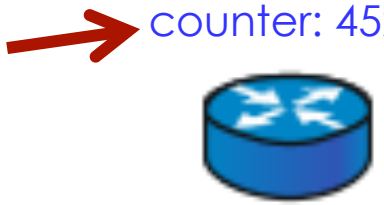
Observation d'une variable (3)

- Dans le fichier noeud.cc

```
if (ev.isGUI())
    updateDisplay();
```

```
void Noeud::updateDisplay()
{
    char buf[40];
    sprintf(buf, "counter: %ld", counter);
    getDisplayString().setTagArg("t",0,buf);
}
```

- Durant la simulation



Observation des événements (1)

- Une fois le code de la simulation est terminé

  On peut observer la simulation :

  - Animation graphique montrant l'évolution dans le temps de certains objets de la simulation

    → Vérification visuelle que le code implante a priori le comportement souhaité du système

    → Compréhension et observation du système

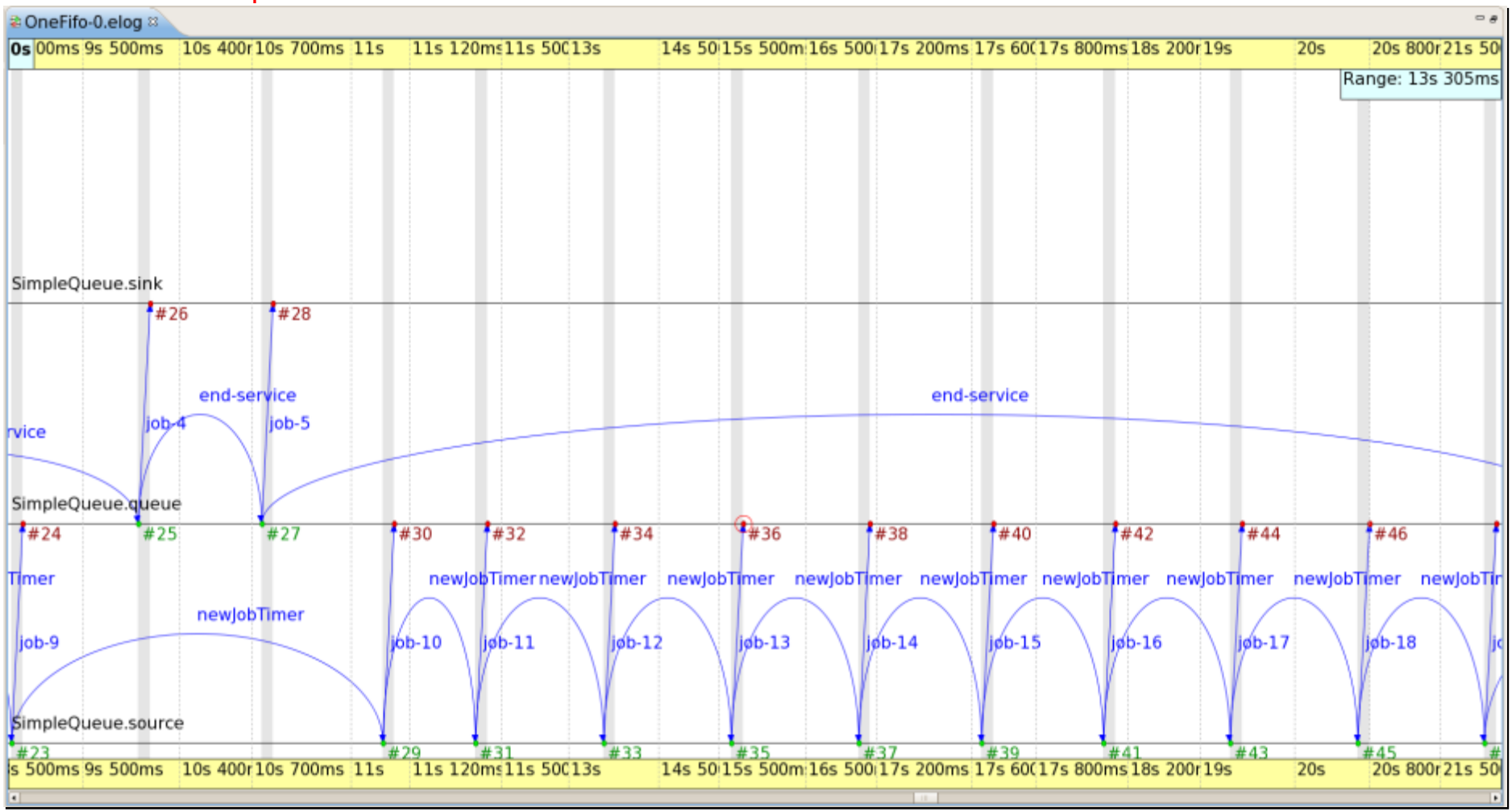
    → Certains événements peuvent être mis en avant

  - Le déroulement des événements et leur instant d'occurrence

    → Permet de déboguer les événements (plus précis, automatisation possible)

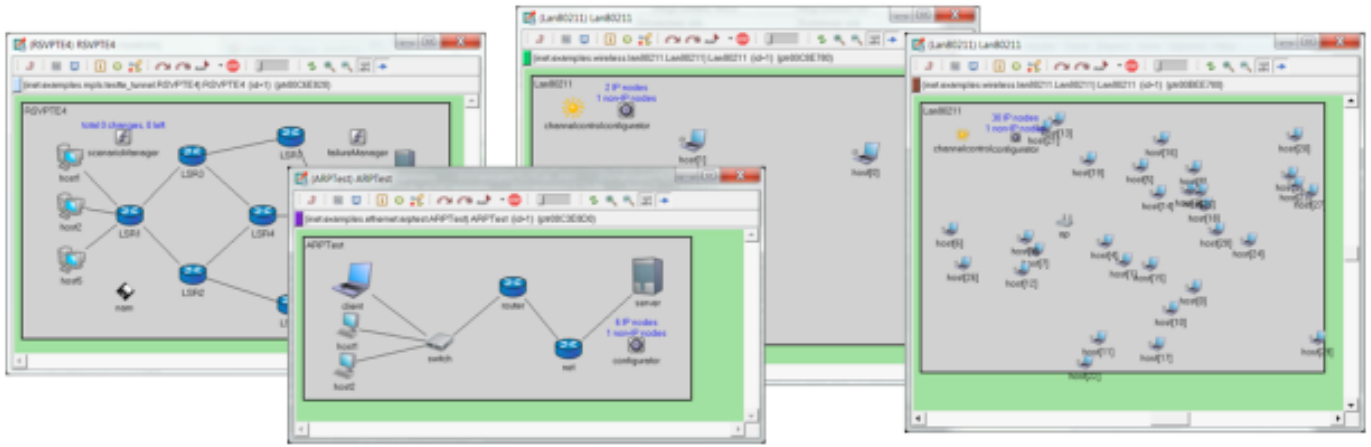
Observation des événements (2)

- Le déroulement des événements et leur instant d'occurrence
  - Exemple :



INET Framework

- Modèles de simulation pour l'Internet
  - UDP, TCP, SCTP
  - IPv4, IPv6
  - Ethernet, PPP, 802.11
  - MPLS, OSPF, MANET
  - ….
- http://inet.omnetpp.org/

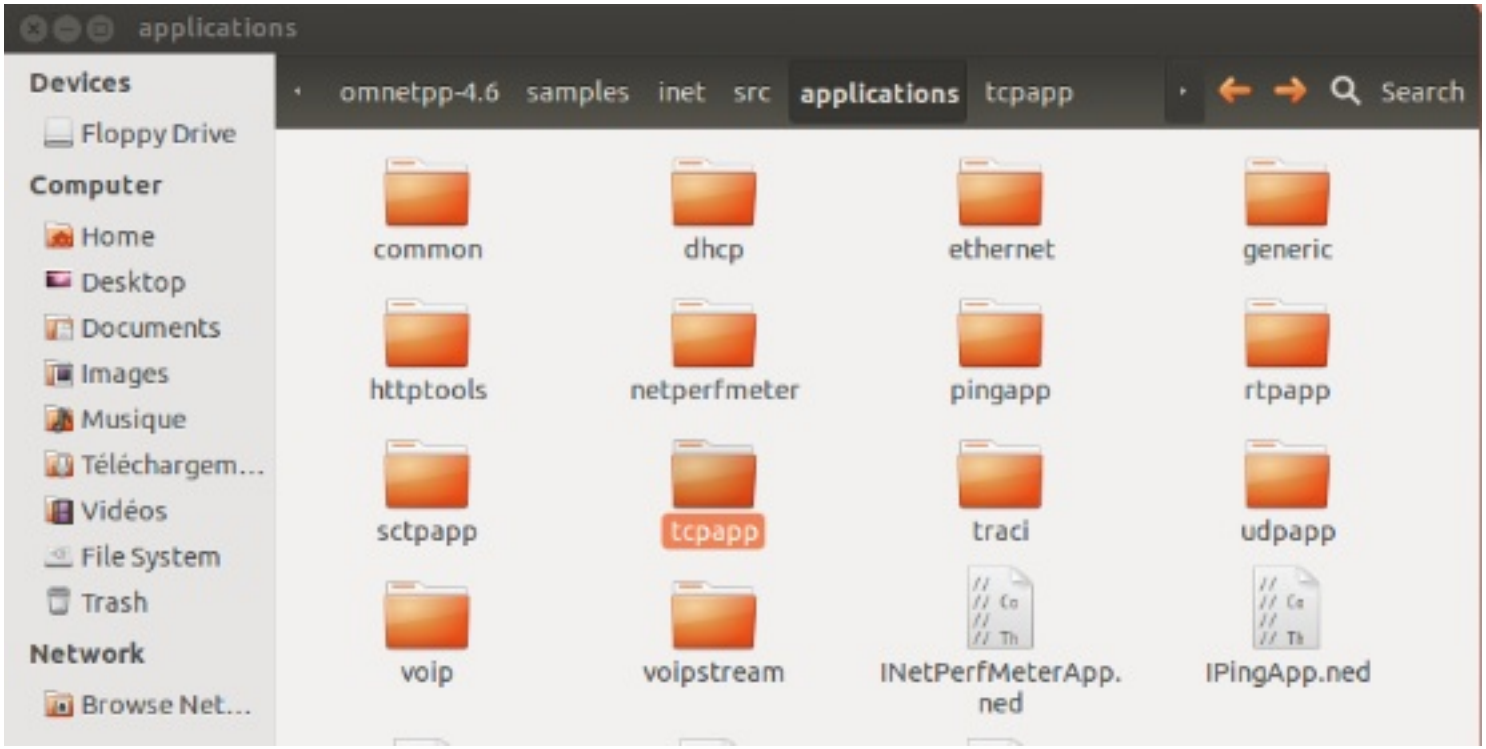


Modules dans INET Framework

- Les modules sont organisés sous la forme des packages hiérarchiques correspondant à l'arbre des dossiers (comme les packages dans Java)
- Les packages INET sont organisés suivant les niveaux du modèle OSI

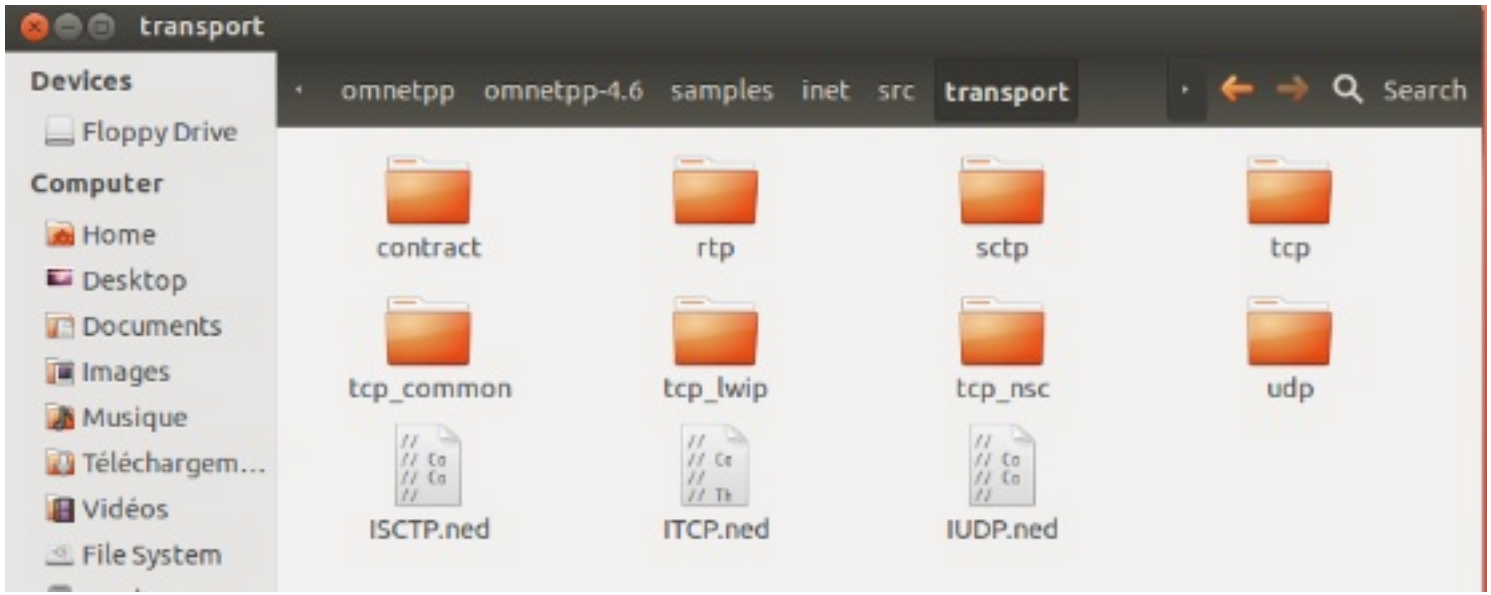
Package inet.applications

- Niveau application



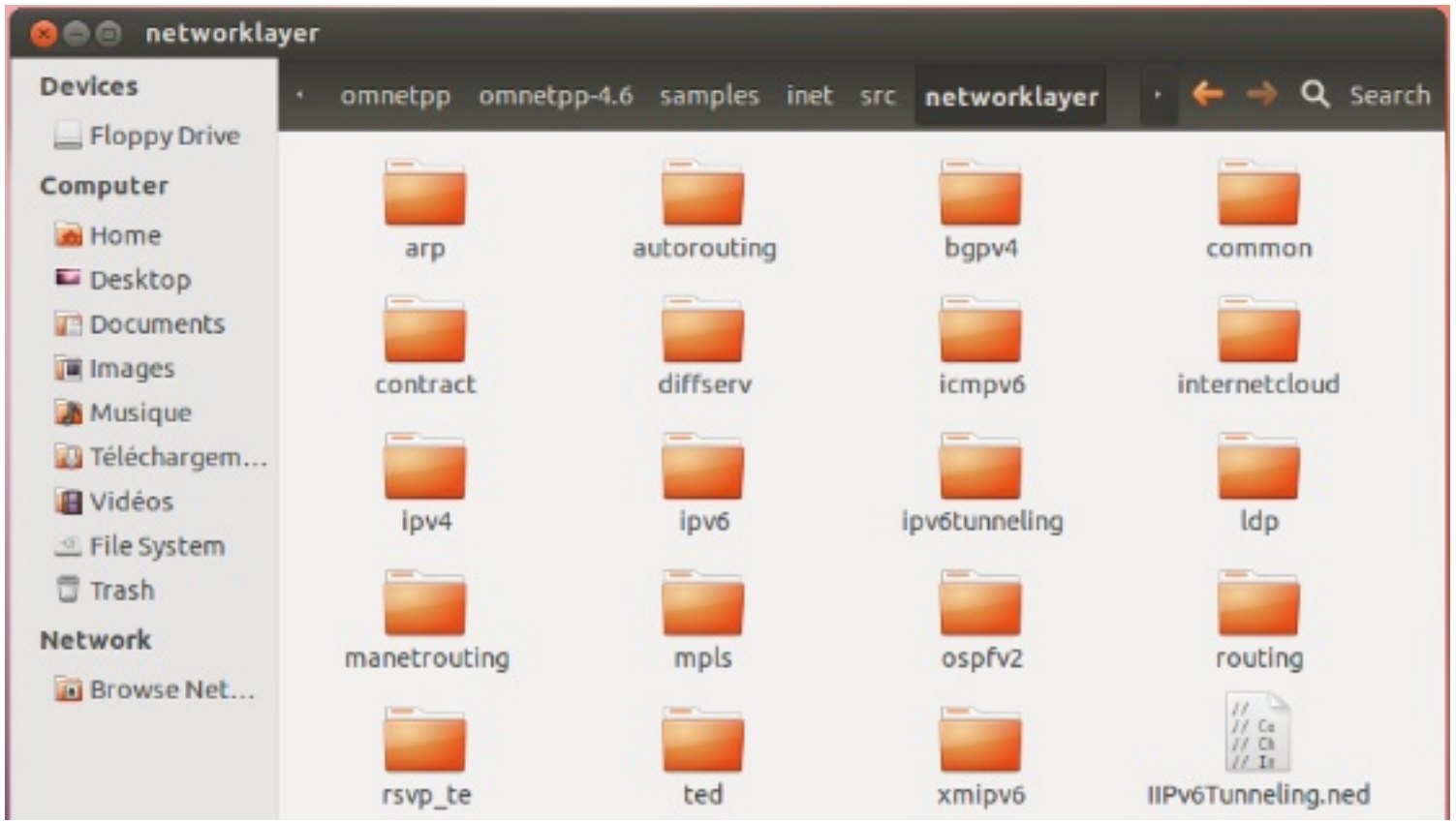
Package inet.transport

- Niveau transport (TCP, UDP, SCTP)



Package inet.networklayer

- Niveau réseau (IPv4, IPv6, protocoles de routage)



Package inet.linklayer

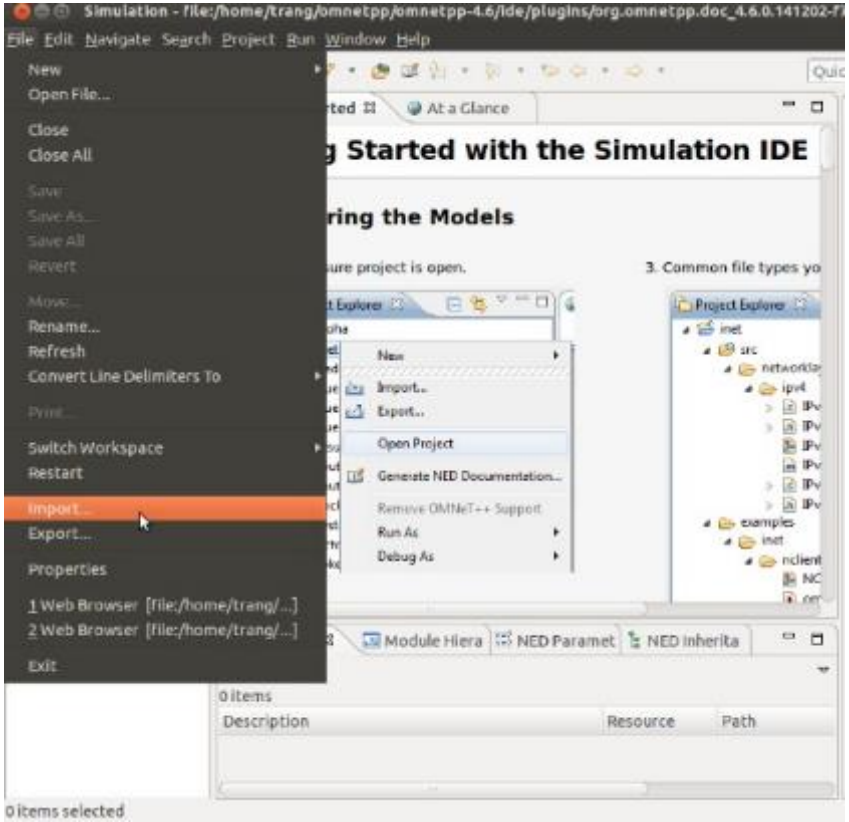
- Niveau liaison (Ethernet, 802.11)

Importer un projet existant (1)

- Pour examiner en détail un projet existant et éventuellement le modifier, il est préférable de travailler seulement sur une copie de celui-ci
  - En cas d'erreurs durant les modifications, le projet existant reste intact
- Pour importer un projet existant
  - Créer un espace de travail qui n'est pas le même répertoire du projet existant
    - Exemple: `~/omnetpp/exercices`
  - Aller dans le nouvel espace de travail
    - File → Switch Workspace → `~/omnetpp/exercices`

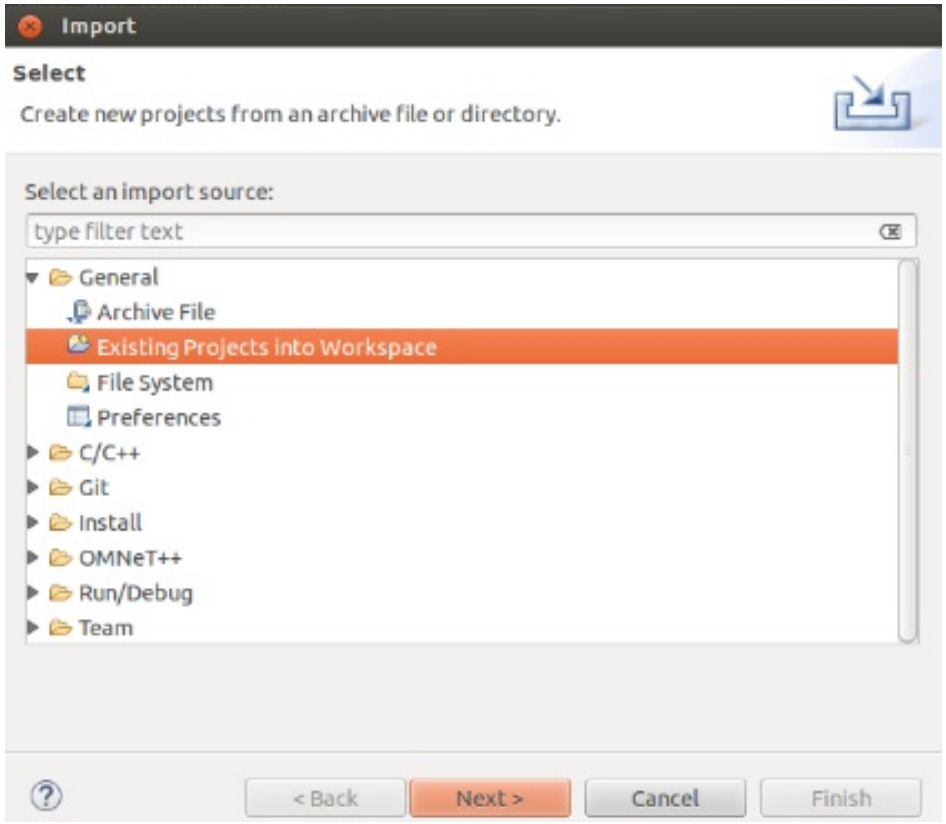
Importer un projet existant (2)

- Sélectionner File → Import …



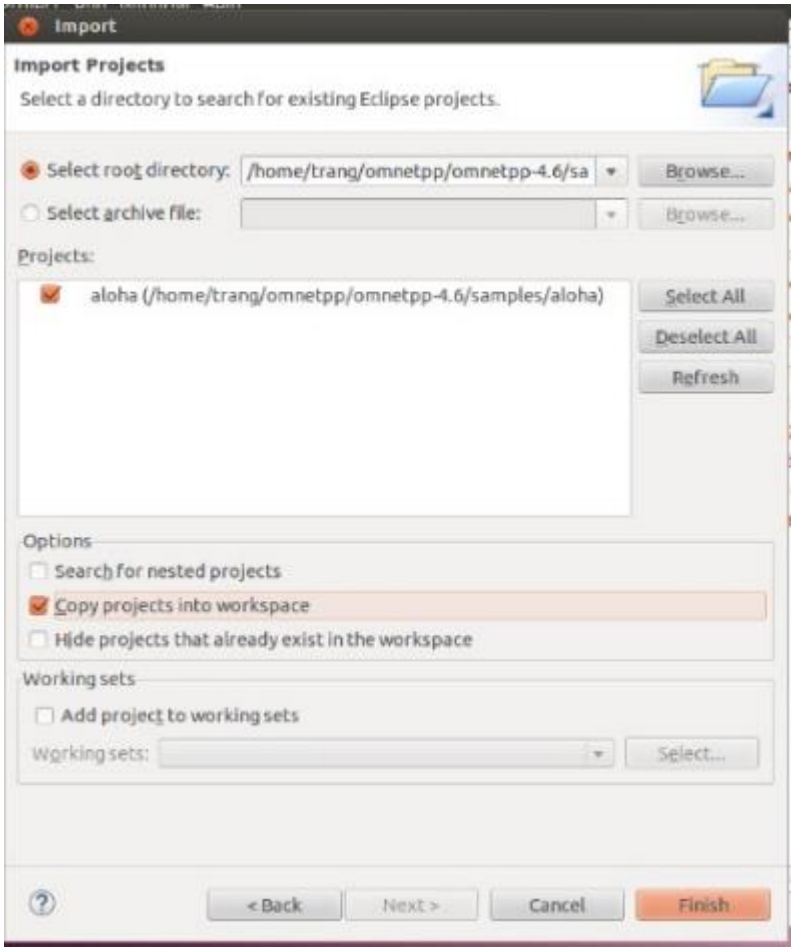
Importer un projet existant (3)

- Choisir « Importer des projets existants dans l'espace de travail »



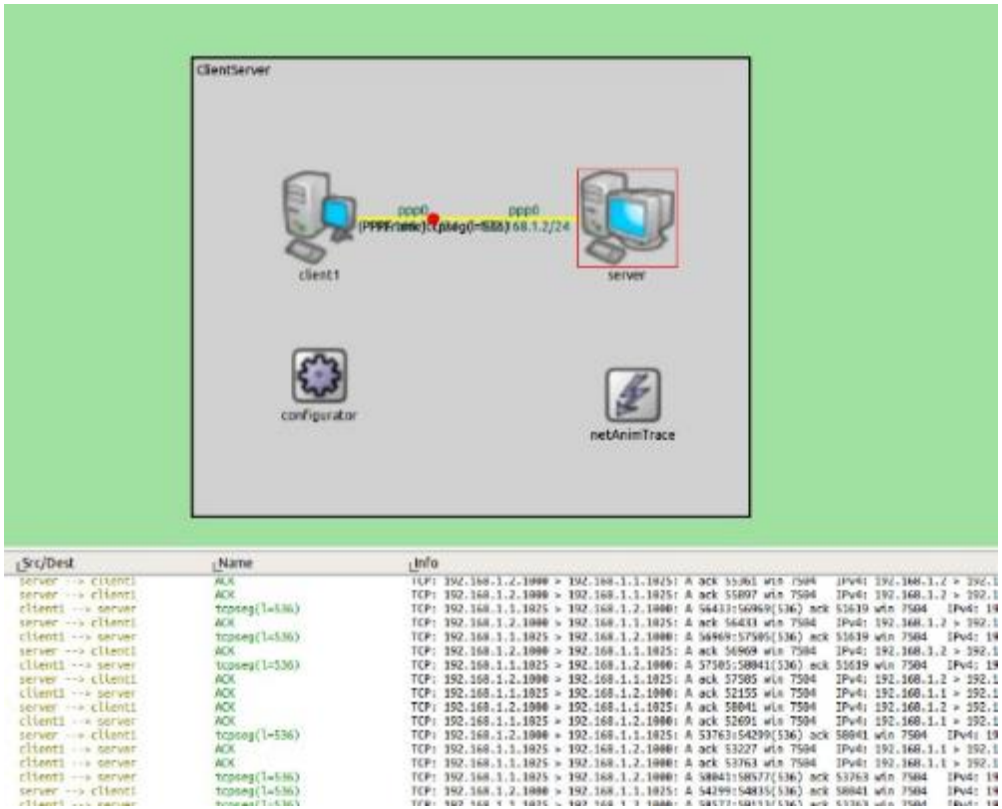
Importer un projet existant (4)

- Choisir le répertoire source qui contient le projet existant
  - Ex: `~/omnetpp/omnetpp-4.6/samples/aloha`
- Sélectionner l'option « *Copy projects into workspace* »
  - Un nouveau répertoire `~/omnetpp/exercices/aloha` sera créé
  - Tous les fichiers dans `~/omnetpp/omnetpp-4.6/samples/aloha` seront copiés dans `~/omnetpp/exercices/aloha`



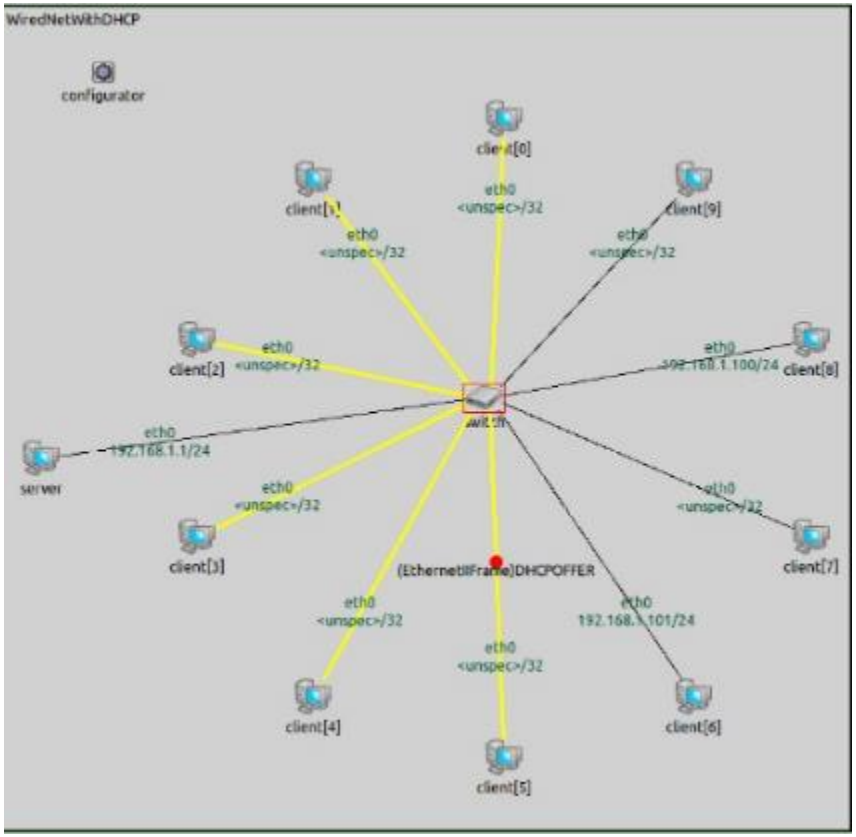
Transmission Control Protocol (TCP)

- …\samples\inet\examples\inet\tcpclientserver



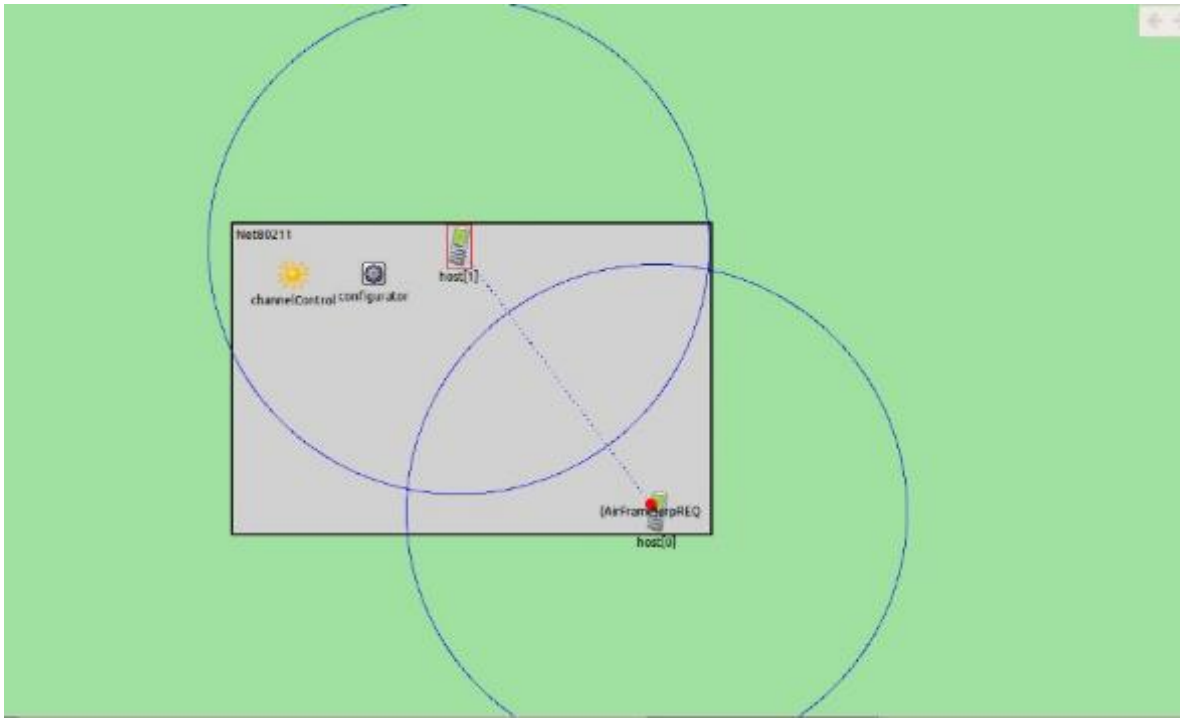
Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)

- …\samples\inet\examples\dhcp



802.11 en mode ad-hoc

- …\samples\inet\examples\adhoc



Méthode d'accès aléatoire Aloha

- …\samples\aloha