

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur Et de la Recherche Scientifique

Université Ammar Thélidji - Laghouat

Faculté des sciences

Département de mathématiques et de l'informatique

Mémoire

Pour l'obtention du diplôme de licence

Domaine : Mathématique et Informatique

Filière : Informatique

Spécialité : Informatique

THÈME

**Simulation des protocoles des réseaux filaires
en Java**

Présenté par :

-ABDELHAFIDI Fatima

-DJERADI Sarah

Dirigé par : Mr. BRIK Bouziane

Année universitaire : 2013-2014

Remerciement

*Toute notre gratitude et remerciements au bon DIEU
qui nous a donné la force, le courage et la volonté
d'élaborer ce travail.*

*Nous adressons notre profond remerciement à
Monsieur. Briq Bouziane pour avoir dirigé ce travail
avec tant de bienveillance. Nous le remercions pour
ses précieux conseils et sa disponibilité.*

*Nous remercions Monsieur le membre du jury de nous
faire l'honneur de juger notre modeste travail.*

*Remerciement les plus sincères à toutes les personnes
qui nous ont aidé de Prés ou de loin à accomplir notre
travail.*

Dédicace

Je dédie ce travail :

*A la mémoire de mon très cher grand-père
ABDALLAH YAGOUBI*

A mes chers parents,

A mes amis,

A ma petite famille

DJERADI et YAGOUBI.

DJERADI SARAH

Dédicace

Je dédie ce travail :

A la mémoire de mon cher père.

ABDELHAFIDI YAHIA

A ma chère mère.

A mes chers frères et mes sœurs.

A mes amis.

A toutes ma famille

ABDELHAFIDI Fatima

Sommaire

Table des figures	vi
Liste des Tableaux.....	vi
Résumé	vii
Introduction générale.....	1
Chapitre 1 : Généralités sur les réseaux filaires	2
1. Introduction :.....	3
2. Définitions :.....	3
3. Objectifs des Réseaux :.....	4
4. Caractéristiques physiques des réseaux.....	4
4.1 Type des réseaux	4
5. Logiciels Réseaux.....	7
5.1 Organisation en couche :.....	7
5.2 Protocole et Service	8
5.3 Les unités de données	8
6. Les Modèles de références :.....	9
6.1 Le modèle OSI	9
6.2 Le modèle TCP/IP	10
7. Conclusion :.....	11
Chapitre 2 : Les protocoles du réseau simulés.....	12
1. Introduction	13
2. Les protocoles réseaux	13
3. Les protocoles réseaux simulés :.....	14
3.1 Le protocole DHCP : Dynamic Host Control Protocol.....	14
3.2 Le protocole ARP : Adresse Resolution Protocol	17
3.3 Le protocole DNS : Domain Name System	18
4. Comparaison des trois protocoles :.....	20
5. Conclusion :.....	21
Chapitre 3 : Conception et déploiement de notre simulateur (SRF)	22
1. Introduction	23
2. Le langage de développement :.....	23
3. Description détaillée de notre Simulateur	24
3.1 Fenêtre de paramètres :	24
3.2 Interface utilisateur :.....	24

3.3 Les tables de routage	32
4. Statistiques :	32
4.1 Les statistiques matricielles :	32
4.2 Les statistiques graphiques	33
5. Conclusion	34
Conclusion et perspectives	35
Bibliographie	36

Table des figures

Figure 1: Topologie en bus.....	6
Figure 2: Topologie en étoile.	7
Figure 3: Topologie en anneau.	7
Figure 4: Organisation en couches.	8
Figure 5 : Les unités de données.	9
Figure 6: Le fonctionnement du protocole DHCP (le cas où le serveur et le client DHCP se trouvent dans le même LAN).	16
Figure 7: Le fonctionnement du protocole DHCP (le cas où le serveur et le client DHCP se trouvent dans des LANs différents).	16
Figure 8: Le fonctionnement du protocole ARP.....	18
Figure 9: Le fonctionnement du protocole DNS.....	20
Figure 10: fenêtre de paramètres.	24
Figure 11: Interface utilisateur.	25
Figure 12: La barre de menu.	26
Figure 13: La structure menu du Simulateur.	26
Figure 14: La barre d'outils du Simulateur.	27
Figure 15: Espace de simulation.....	29
Figure 16: Les paramètres du DHCP.....	30
Figure 17: Les applications Simulées.....	30
Figure 18: Les paramètres du protocole ARP.....	30
Figure 19: Les paramètres du DNS.	30
Figure 20: Fenêtre d'information.	31
Figure 21: Lancer et arrêter les protocoles ARP et DNS.	31
Figure 22: La table de routage.....	32
Figure 23 : Statistiques sur les nombres des paquets envoyés et les réponses.	33
Figure 24: Informations générales sur la simulation.	33
Figure 25: Statistiques graphiques sur le nombre des paquets envoyés.....	34
Figure 26: Statistiques graphiques sur les Réponses.....	34

Liste des Tableaux

Tableau 1: Modèle OSI et TCP/IP.....	11
Tableau 2: étude comparative entre les protocoles simulés.	20

Résumé

De nos jours, l'informatique est devenue indispensable, et sa présence est de plus en plus répandue grâce à son efficacité et son utilité. Grâce à l'informatique, les communications entre les individus dans les réseaux filaires est devenu facile avec la notion des protocoles réseau qui permettent de faciliter le transport des données.

Dans ce travail de fin d'étude, on s'est intéressé sur la simulation de quelques protocoles du réseau filaire: le protocole DHCP, le protocole ARP et le protocole DNS. Pour cela, nous avons développé un simulateur en Java, nommé ***SRF*** pour ***Simulateur du Réseau Filaire***, dans lequel on a simulé ces protocoles afin d'évaluer leurs performances dans un réseau filaire d'une topologie en bus.

Mots clés : Réseaux filaires, Protocoles des réseaux filaires, Topologie en Bus, SRF, Java.

Introduction générale

La communication entre ordinateurs ne peut pas être distinguée de celle des hommes. Si au départ, l'ordinateur n'est qu'un gros jouet aux mains de scientifiques, celui-ci a créé une véritable révolution technologique qui devient le support de base de la communication entre les humains. Les réseaux d'ordinateurs naissent du besoin de transporter des informations d'un individu à un autre situé à une distance à la portée de la voix. Pour cela, il existe plusieurs protocoles réseaux qui facilitent la réalisation des tâches et qui aident à transporter les informations entre machines, par exemple DHCP, ICMP, ARP, DNS,...etc.

En effet, la simulation de ces protocoles reste une des méthodes la plus utilisée afin d'évaluer les performances de ces protocoles. Le but de ce projet est double. Premièrement, on vise à apprendre à utiliser le langage Java et de se familiariser avec le concept orienté objet. Deuxièmement, concevoir et réaliser un simulateur en Java dont le but est de simuler certains protocoles du réseau filaire. Le présent mémoire est scindé en trois chapitres organisés comme suit :

1. Le premier chapitre présente des généralités sur les réseaux filaires. Nous commençons par des définitions générales sur les réseaux, présentons les objectifs des réseaux, les caractéristiques des réseaux, les logiciels réseaux et finalement les modèles de références (modèle OSI, modèle TCP/IP).
2. Le deuxième chapitre décrit les protocoles simulés. Nous commençons par une petite introduction sur les protocoles réseau, puis nous présentons la définition du protocole, les principaux acteurs et le fonctionnement de chaque protocole.
3. Dans le troisième chapitre nous présentons notre simulateur des protocoles réseau avec le langage de programmation utilisé, nous allons présenter la description détaillée du simulateur et les résultats de simulation.

Enfin, nous terminons le mémoire par une conclusion générale mentionnant les connaissances acquises pendant la période de la réalisation du projet et certaines perspectives pour des futurs travaux sur ce simulateur.

Chapitre 1 : Généralités sur les réseaux filaires

1. Introduction :

La communication entre ordinateurs a créé une véritable révolution technologique qui devient le support de base de la communication entre les humains. Comme toute forme de communication, il y a certains éléments qui sont nécessaires pour que les ordinateurs puissent communiquer entre eux. Dans ce chapitre nous présentons des généralités sur les réseaux informatiques.

2. Définitions :

1. **Un réseau :** Est un ensemble d'objets interconnectés les uns avec les autres. Ces objets sont capables de communiquer entre eux selon des règles bien définies. Exemples: Réseau social, réseau téléphonique, réseau informatique, etc.
2. **Un réseau informatique :** Est un ensemble d'équipements matériels et logiciels interconnectés les uns avec les autres dans le but de partager des ressources (données). Ces équipements peuvent être éloignés ou rapprochés.
3. **Nœud :** C'est l'extrémité d'une connexion, qui peut être une intersection de plusieurs connexions ou équipements (un ordinateur, un routeur, un concentrateur, un commutateur).
4. **Un serveur :** Est un dispositif informatique matériel ou logiciel qui offre des services, à différents clients.
5. **Un paquet :** C'est la plus petite unité d'information pouvant être envoyée sur le réseau. Un paquet contient en général l'adresse de l'émetteur, l'adresse du récepteur et les données à transmettre.
6. **Une topologie de réseau :** C'est une définition de l'architecture d'un réseau informatique, définissant les connexions entre ces équipements. On distingue deux types de topologies:
 - a. **La topologie Logique:** Correspond à la manière dont les informations circulent sur le réseau (diffusion, point à point).
 - b. **La topologie physique:** Correspond à la façon dont les équipements du réseau sont connectés entre eux (Bus, Anneau, Étoile, Maillé, Arborescence, ...).

7. **Les supports de transmission:** Un canal qui servira à transmettre l'information d'un point à un autre, exemple : les câbles à paires torsadées, les câbles coaxiaux, les câbles à fibre optiques...

3. Objectifs des Réseaux :

- **Le partage de ressources :** Rendre accessible à une communauté d'utilisateurs des programmes, des données et des équipements informatiques (i.e. un ensemble de ressources) indépendamment de leur localisation.
- **La Fiabilité :** Permettre le fonctionnement même en cas de problèmes matériels (sauvegardes, duplication ...). Penser aux applications militaires, bancaires, au contrôle de centrales nucléaires ou aériennes...
- **La réduction des coûts :** Les petits ordinateurs (PC par ex.) ont un meilleur rapport prix/performances que les gros. Aujourd'hui, nous trouvons surtout des architectures Client /Serveur plus économique, plus souple et permettant un déploiement incrémental aisé (contrairement aux architectures à base de *mainframe*) (1).

4. Caractéristiques physiques des réseaux

4.1 Type des réseaux

Généralement, les réseaux peuvent être classés selon plusieurs critères :

4.1.1 En fonction de la confidentialité des données échangées dans le réseau

- **Réseaux privés :** Les réseaux privés concernent en général des réseaux personnels ou les réseaux d'entreprise. Ils sont privés par la nature des données échangées. Cette confidentialité des données est facile à assurer lorsque le réseau n'a que l'étendue limitée de quelques ordinateurs interconnectés ensemble et sont cachés derrière un routeur / pare feu qui contrôle les accès au monde extérieur.
- **Réseaux publics :** On parle de réseaux publics lorsque les échanges de données n'ont plus le caractère confidentiel des réseaux privés.

4.1.2 En fonction des méthodes d'accès au support de transmission:

- **La diffusion (Broadcast):** Un seul canal est partagé par toutes les machines:
 - Un paquet est envoyé, tous les autres le reçoivent.
 - En général, les réseaux de petites tailles utilisent la diffusion.

- **Le point à point :** un canal est partagé par deux machines :
 - Un paquet peut passer par plusieurs machines intermédiaires avant d'atteindre sa destination.
 - Une machine ne reçoit pas forcément tous les paquets des autres.
 - En général, les réseaux de grandes tailles utilisent le point à point.

4.1.3 En fonction de la distance :

- **LAN (*Local Area Network* = Réseau Local) :** Un réseau local est un réseau d'ordinateurs situés sur un même site. Les communications sur ce type de réseau y sont généralement rapides (100 Mbits/s ou 1Gbits/s) et gratuites puisqu'elles ne passent pas par les services d'un opérateur de télécommunication.
- **MAN (*Métropolitain Area Network* = Réseau Métropolitain) :** Un réseau métropolitain est un réseau qui s'étend sur plusieurs kilomètres. Dans une ville par exemple, les réseaux locaux sont interconnectés via des liaisons téléphoniques à haut débit ou à l'aide d'équipements spéciaux comme les transmissions hertziennes. Ce type de regroupement de réseaux locaux peut se faire au niveau d'une ville et l'infrastructure du réseau métropolitain peut être privée ou publique.
- **WAN (*Wide Area Network* = Réseau étendu) :** Ces réseaux relient plusieurs réseaux locaux en les interconnectant via des lignes louées ou via Internet. Ex. les réseaux bancaires qui établissent des liaisons entre les agences et le siège central. Dans le cas de l'utilisation d'Internet, on parle de VPN (Virtual Private Network) puisqu'on utilise alors un réseau public pour faire transiter des informations privées (2).

4.1.4 En fonctions de la topologie physique:

- **Topologie en bus:** Une topologie en bus est l'organisation la plus simple d'un réseau. En effet, dans une topologie en bus tous les ordinateurs sont reliés à une même ligne de transmission par l'intermédiaire de câble, généralement coaxial (voir figure 1). Le mot « bus » désigne la ligne physique qui relie les machines du réseau.

Cette topologie a pour avantage d'être facile à mettre en œuvre et de posséder un fonctionnement simple. En revanche, elle est extrêmement vulnérable étant donné que si l'une des connexions est défectueuse, l'ensemble du réseau en est affecté.



Figure 1: Topologie en bus.

- **Topologie en étoile:** Dans une topologie en étoile, les ordinateurs du réseau sont reliés à un système matériel central appelé concentrateur (en anglais hub, littéralement moyen de roue).

Il s'agit d'une boîte comprenant un certain nombre de jonctions auxquelles il est possible de raccorder les câbles réseau en provenance des ordinateurs. Celui-ci a pour rôle d'assurer la communication entre les différentes jonctions (voir figure 2).



Figure 2: Topologie en étoile.

- **Topologie en anneau:** Dans un réseau possédant une topologie en anneau, les ordinateurs sont situés sur une boucle et communiquent chacun à leur tour (voir figure 3).

En réalité, dans une topologie anneau, les ordinateurs ne sont pas reliés en boucle, mais sont reliés à un répartiteur (appelé MAU, Multi-station Access Unit) qui va gérer la communication entre les ordinateurs qui lui sont reliés en impartissant à chacun d'entre - eux un temps de parole.

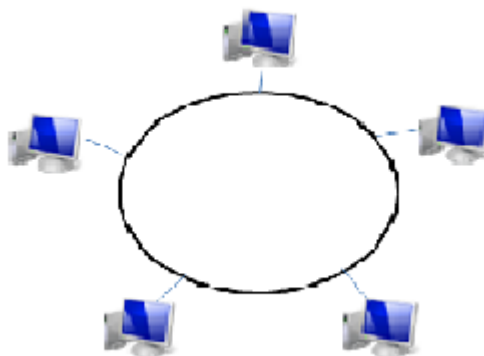


Figure 3: Topologie en anneau.

5. Logiciels Réseaux

5.1 Organisation en couche :

Afin de réduire la complexité de conception, la plupart des réseaux sont organisés en couches (voir figure 4).

- ❖ **Une couche** correspond à un ensemble de fonctions ou de processus cohérent entre eux et assurant une fonction précise globale. Pour fonctionner, chaque couche fournit un certain nombre de services à la couche supérieure, sans que cette dernière ait à connaître les détails de l'implémentation de ces services.

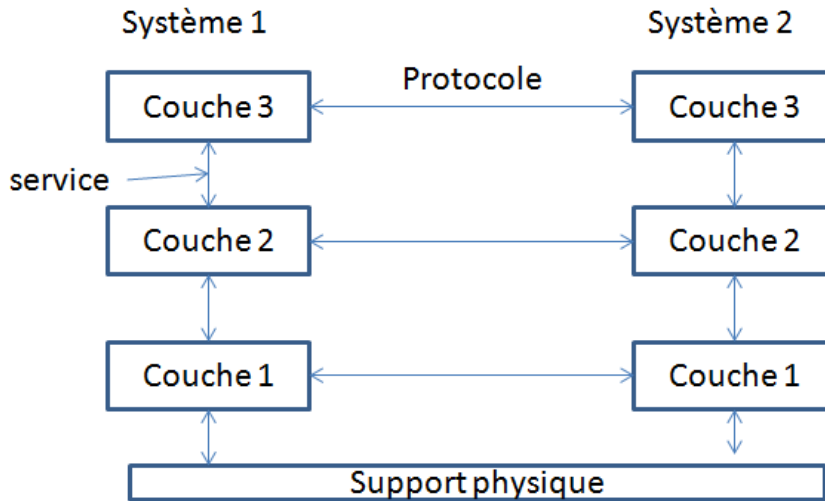


Figure 4: Organisation en couches.

5.2 Protocole et Service

- ❖ **Un protocole** : est un ensemble de règles et de procédures qui définissent le dialogue entre couches de même niveau de deux systèmes différents.
- ❖ **Service** : offerts par chaque couche (N-1) à la couche (N).
- ❖ **Primitives de service** : constituent le dialogue de base entre les couches adjacentes dans l'équipement. Il y a 4 types : des demandes, des réponses, des échanges d'informations ou des confirmations d'états.

5.3 Les unités de données: Les principales unités de données sont :

- **SDU (Service Data Unit)**: résultat de la transformation par le service N-1 du PDU reçu de la couche N (voir figure 5).
- **PCI (Protocol Control Information)** : sont ajoutés aux données entrantes constitués par le SDU (voir figure 5).
- **PDU (Protocol Data Unit)**:
 - Informations échangées virtuellement entre 2 systèmes distants.

- Contient des informations protocolaires et peut être des données (SDU)
- Remarque: $(N) \text{ PDU} = (N) \text{ PCI} + (N) \text{ SDU}$ (voir figure 5).

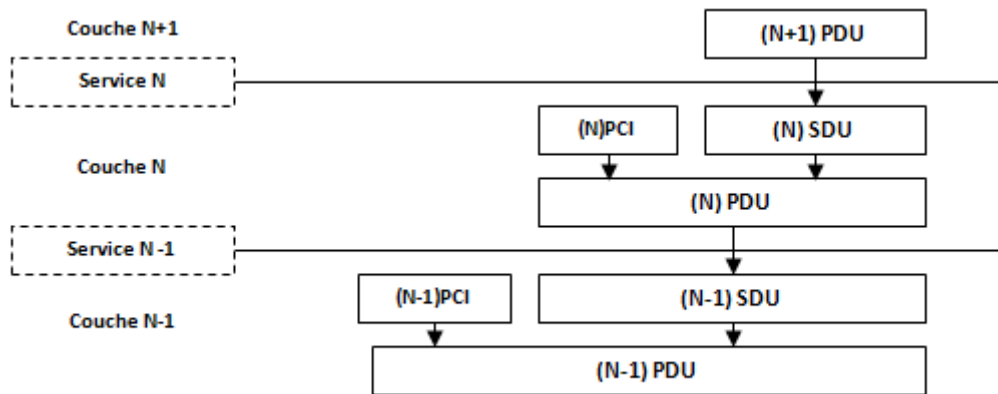


Figure 5 : Les unités de données.

6. Les Modèles de références :

6.1 Le modèle OSI : (Open System Interconnexion)

Les réseaux informatiques fondent leur conception sur le modèle de référence à sept couches OSI défini par l'ISO (*International Standard Organisation*). Dans ce modèle, chaque couche a une fonction particulière et se base sur les services de la couche immédiatement inférieure. Rappelons succinctement les fonctionnalités de ces différentes couches :

1. **la couche 1 ou couche physique** : permet d'adapter les données binaires informatiques au support physique de transmission.
2. **la couche 2 ou couche liaison** : assure une transmission fiable de l'information. Les données sont regroupées dans des trames. La portée d'une trame est celle du support physique qui la véhicule.
3. **la couche 3 ou couche réseau** : permet l'accès à n'importe quel équipement sur le réseau. Ce niveau permet de s'affranchir de la limitation de portée des trames. Cette couche introduit la notion d'adresse, nécessaire pour localiser les équipements, et la notion de routage. Les informations véhiculées à ce niveau sont des paquets.

4. **la couche 4 ou couche transport** : gère la communication de bout en bout entre les deux équipements communicants. Elle assure entre autres le reséquencement des données si les paquets n'arrivent pas dans le bon ordre, et la détection des pertes si certains paquets n'arrivent pas à leurs destinations.
5. **la couche 5 ou couche session** : garantit par exemple qu'en cas de coupure du réseau, les transferts d'information reprendront à des points de synchronisation que cette couche établit avec son entité homologue.
6. **la couche 6 ou couche présentation** : permet de s'affranchir des représentations locales des données. Par exemple, il ne sert à rien qu'un réseau transmette sans erreur des nombres entiers, si les ordinateurs émetteur et récepteur n'en ont pas la même représentation, comme c'est le cas entre les ordinateurs Macintosh et PC.
7. **la couche 7 ou couche application** : contient les applications qui utilisent le réseau. Ces applications peuvent être lancées par un utilisateur ou par le système d'exploitation de la machine.

6.2 Le modèle TCP/IP

Une autre architecture définie par la défense américaine, qui est composée d'une suite de protocoles. Le sigle TCP/IP signifie «**Transmission Control Protocol/Internet Protocol**» et se prononce «T-C-P-I-P». Il provient des noms des deux protocoles majeurs de la suite de protocoles, c'est-à-dire les protocoles TCP et IP).

TCP/IP représente d'une certaine façon l'ensemble des règles de communication sur internet et se base sur la notion adressage IP, c'est-à-dire le fait de fournir une adresse IP à chaque machine du réseau afin de pouvoir acheminer des paquets de données. Contrairement à celle du l'OSI (voir Tableau 1), TCP/IP se compose de quatre couches :

1. **Couche Accès réseau** : elle spécifie la forme sous laquelle les données doivent être acheminées quel que soit le type de réseau utilisé.
2. **Couche Internet** : elle est chargée de fournir le paquet de données (datagramme).
3. **Couche Transport** : elle assure l'acheminement des données, ainsi que les mécanismes permettant de connaître l'état de la transmission.
4. **Couche Application** : elle englobe les applications standard du réseau (3).

Tableau 1: Modèle OSI et TCP/IP.

Couche	Modèle OSI	Modèle TCP/IP	Exemple de protocoles du Modèle TCP/IP
7	Couche Application	Couche Application	FTP, SSH,SFTP,DNS,HTTP ,IMAP,NFS,POP3,Samba, SNMP,JXTA,RIP,SMTP, Telnet, FIX..
6	Couche présentation		
5	Couche Session		
4	Couche Transport	Couche Transport (TCP)	TCP, UDP, RTP
3	Couche Réseau	Couche Internet (IP)	IP, ICMP, IGMP, ARP
2	Couche Liaison	Couche accès réseau ou liaison	Ethernet, ATM, Token ring, SLIP
1	Couche Physique	Couche Physique	Electronique, Radio, Laser

7. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté quelques définitions et des généralités sur les réseaux informatiques. Par ces connaissances de base sur les réseaux, nous détaillons plus facilement les protocoles que nous avons simulés dans le chapitre suivant.

Chapitre 2 : Les protocoles du réseau simulés

1. Introduction

Les protocoles sont des méthodes standards qui permettent un type de communication particulier. Il existe de nombreux protocoles réseaux mais ils n'ont pas tous, ni le même rôle, ni la même façon de procéder. Certains protocoles réseaux fonctionnent au niveau de plusieurs couches du modèle OSI alors que d'autres peuvent être spécialisés dans la réalisation d'une tâche correspondant à une seule couche du modèle OSI.

Dans ce chapitre, nous allons donner tout d'abord une vue générale sur les protocoles réseaux existants. Puis, nous présentons les protocoles qu'on a choisi de les simuler dans le cadre de ce projet. On note que toutes les définitions ont été prises depuis cette référence (Modèle OSI).

2. Les protocoles réseaux

Afin de s'y retrouver au milieu des protocoles, et même de pouvoir en changer, on les hiérarchise par exemple en *quatre couches* dans le modèle TCP/IP. D'autres modèles plus complexes, comme le modèle de l'OSI, comptant sept couches, ont rencontré moins de succès pratique et sont plutôt évoqués aujourd'hui à des fins de complétude de la *théorie*.

Considérée dans son ensemble, une suite de protocoles entre diverses couches forme ce qu'on nomme une pile de protocoles. Les termes « protocole » et « pile de protocoles » désignent également les logiciels qui implémentent un protocole.

Les protocoles les plus récents sont standardisés par l'IETF¹ dans le cas des communications sur Internet, et par l'IEEE ou l'ISO pour les autres types de communication. L'UIT-T² prend en charge les protocoles et les formats des télécommunications.

On cite parmi les protocoles :

Le protocole IP (Internet Protocole) qui fait partie de la couche Internet du modèle TCP/IP. C'est un des protocoles les plus importants d'Internet car il permet l'élaboration et le transport

¹ L'**Internet Engineering Task Force** est un groupe informel, international, ouvert à tout individu, qui participe à l'élaboration de standards Internet

² **Union internationale des télécommunications** une agence pour le développement spécialisé dans les technologies de l'information et de la communication

des datagrammes IP (les paquets de données), sans toutefois en assurer la « livraison ». En réalité, le protocole IP traite les datagrammes IP indépendamment les uns des autres en définissant leur représentation, leur routage et leur expédition.

Le protocole RTP (Real-Time Transport Protocol) qui fait partie de la couche transport du modèle OSI. C'est un protocole de communication informatique permettant le transport de données soumises à des contraintes de temps réel, tels que des flux média audio ou vidéo.

Le protocole ICMP (Internet Control Message Protocol) correspond à la couche 3 et la couche 4, c'est un protocole qui permet de gérer les informations relatives aux erreurs aux machines connectées. Etant donné le peu de contrôles que le protocole IP réalise, il permet non pas de corriger ces erreurs mais de faire part de ces erreurs aux protocoles des couches voisines. Ainsi, le protocole ICMP est utilisé par tous les routeurs, qui l'utilisent pour signaler une erreur.

Le protocole http (HyperText Transfer Protocol) c'est le protocole le plus utilisé sur Internet depuis 1990. Le but du protocole HTTP est de permettre un transfert de fichiers (essentiellement au format HTML) localisés grâce à une chaîne de caractères appelée URL entre un navigateur (le client) et un serveur Web.

3. Les protocoles réseaux simulés :

Dans le cadre de ce projet, nous avons choisi de simuler les trois protocoles DHCP, ARP et DNS.

3.1 Le protocole DHCP : Dynamic Host Control Protocol

C'est un protocole réseau qui a comme rôle d'assurer la configuration automatique des paramètres IP d'une station, notamment en lui affectant automatiquement une adresse IP et un masque sous-réseau. DHCP peut aussi configurer l'adresse de la passerelle par défaut, des serveurs de noms DNS.

La norme du protocole : Le protocole a été présenté pour la première fois en octobre 1993 et est défini par la RFC 1531, modifiée et complétée par les RFC 1534, RFC 2131 et RFC 2132.

3.1.1 Définitions des principaux acteurs

- i. **Le client** : La machine qui demande une adresse IP.
- ii. **Le serveur DHCP** : Il s'occupe à fournir des adresses IP aux ordinateurs clients.
- iii. **Agent de Relai DHCP** : Si on a plusieurs sous réseaux les « Broadcast » ne passent pas à travers des routeurs, Ainsi si on a un seul serveur DHCP pour plusieurs sous réseaux, il est nécessaire de mettre, sur chaque sous réseau, un agent de relai DHCP, celui-ci va se charger de relayer les requêtes des clients au serveur DHCP qu'il connaît.

3.1.2 Les messages DHCP :

- **DHCPDISCOVER** : C'est la requête envoyée pour connaître les serveurs DHCP disponibles.
- **DHCPOFFER** : C'est la réponse du serveur à un paquet « DHCPDISCOVER » contenant les paramètres vitaux (IP, masque..).
- **DHCPREQUEST** : C'est une requête envoyée par le client pour indiquer qu'il a accepté une offre ou pour prolonger son bail.
- **DHCPACK** : C'est la réponse du serveur au client.

3.1.3 Le fonctionnement du DHCP :

1. Lorsqu'un client DHCP démarre, il est dépourvu d'une adresse IP, il envoie en diffusion « Broadcast » un datagramme « DHCPDISCOVER » qui comporte l'adresse physique (MAC) du client (voir figure 6, flèche 1).
2. Le serveur DHCP du réseau ayant reçu ce datagramme va répondre par un « DHCPOFFER » (voir figure 6, flèche 2) identifié par l'adresse physique du client, la trame ou l'offre comporte l'adresse IP du serveur DHCP, l'adresse IP et le masque du sous réseau qu'il propose au client, il se peut que plusieurs adresses IP soient proposées au client. Si le serveur DHCP se situe dans un autre sous réseau, le datagramme sera diffusé pour atteindre le relai DHCP (voir figure 7, flèche 1), celui-ci va se charger d'envoyer le datagramme en unicast au serveur DHCP (voir figure 7, flèche 2) qui répondra avec un « DHCPOFFER » au relai (figure 7, flèche 3) et le relai transmettra le datagramme au client correspondant (figure 7, flèche 4).

3. Le client DHCP répond par un « DHCPREQUEST » au serveur DHCP (figure 6, flèche 3) en « Broadcast » pour indiquer quelle adresse IP il a choisi ou accepté. Si le serveur DHCP se situe dans un autre sous réseau, le client répond par le « DHCPREQUEST » en « Broadcast ». Puis, le relai DHCP (figure 7, flèche 5) transmettra cette réponse au serveur DHCP (figure 7, flèche 6).
4. Le serveur DHCP répond par un « DHCPACK » un accusé de réception qui assigne au client l'adresse IP, son masque sous réseau et la durée du bail de cette adresse (voir figure 6, flèche 4). Si le serveur se situe dans un autre sous-réseau, le relai DHCP reçoit le « DHCPACK » (voir figure 7, flèche 7) et le transmettra au client DHCP (figure 7, flèche 8).

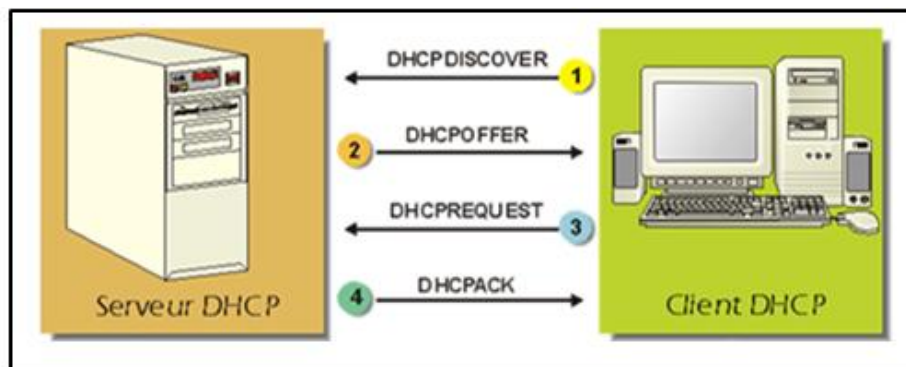


Figure 6: Le fonctionnement du protocole DHCP (le cas où le serveur et le client DHCP se trouvent dans le même LAN).

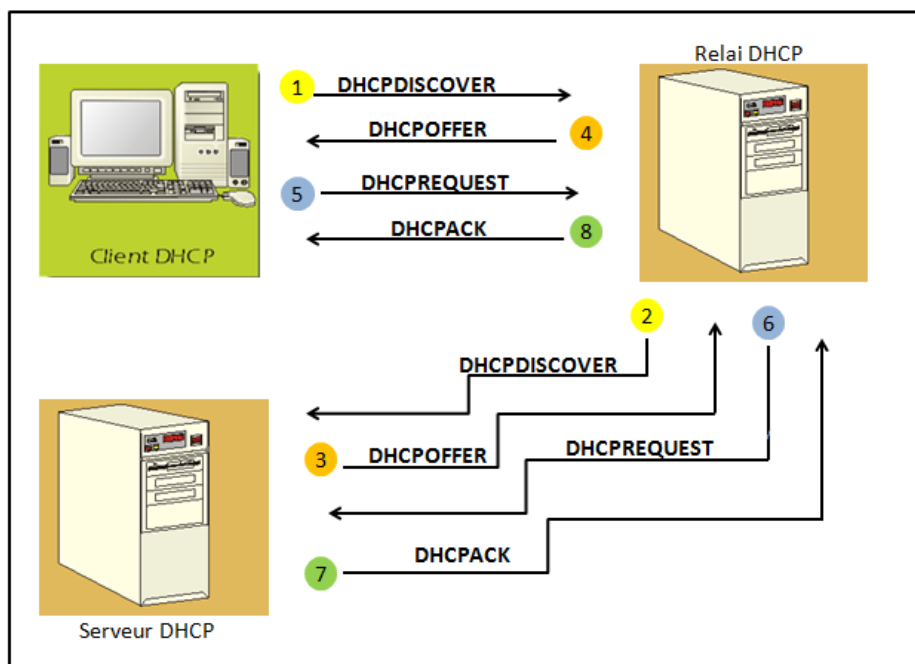


Figure 7: Le fonctionnement du protocole DHCP (le cas où le serveur et le client DHCP se trouvent dans des LANs différents).

3.2 Le protocole ARP : Adresse Resolution Protocol

C'est un protocole effectuant la traduction d'une adresse de protocole de couche réseau (typiquement une adresse IPv4³) en une adresse MAC (typiquement une adresse Ethernet⁴), ou même de tout matériel de couche de liaison. Il se situe à l'interface entre la couche réseau (couche 3 du modèle OSI) et la couche de liaison (couche 2 du modèle OSI).

La norme du protocole : Il a été défini dans la RFC 826 : An Ethernet Address Resolution Protocol.

3.2.1 Définitions des principaux acteurs

- i. **Machine A :** qui veut communiquer avec une **machine B**.
- ii. **La table ARP :** Pour qu'une **machine A** puisse communiquer avec une **machine B**, elle doit avoir les deux adresses IP et MAC de la **machine B**, de ce mécanisme découle une table de conversion et contenant à la fois les adresses IP et MAC de chaque machine nommée la table ARP.

3.2.2 Les messages du protocole ARP :

Requête ARP : diffusée sur le réseau de l'émetteur (**machine A**) et contient l'adresse IP de la machine cible (**machine B**).

Réponse ARP : elle est renvoyée à l'émetteur (**machine A**) et contient l'adresse MAC de la machine cible (**machine B**).

3.2.3 Le fonctionnement du protocole ARP :

Si une **machine A** veut communiquer avec une **machine B** :

- a. La **machine A** doit tout d'abord formuler un paquet **requête ARP**, ce paquet contient (entre autres) l'adresse MAC de la machine A, l'adresse IP de A et l'adresse IP de B.

³Internet Protocol version 4 : une ou plusieurs adresses IP codées sur 32 bits.

⁴ un protocole de réseau local à commutation de paquets.

- b. La **requête ARP** est ensuite encapsulée dans une trame qui va être diffusée à toutes les stations du réseau local (voir figure 8, flèche 1,2). On note qu'il est nécessaire de diffuser cette requête puisque l'adresse MAC du destinataire n'est pas connue.
- c. Toutes les stations du réseau local prennent en compte cette trame et analysent le paquet qui s'y trouve encapsulé. Les stations qui ne reconnaissent pas leur propre @IP dans le champ « Adresse IP destination » ne font rien de plus. Par contre la station B qui reconnaît son @IP doit formuler un paquet **réponse ARP** (voir figure 8, flèche 3,4) et l'envoie vers la **machine A**. Ce paquet contient entre autres l'adresse MAC de B, l'adresse IP de B, l'adresse MAC de A et l'adresse IP de A.

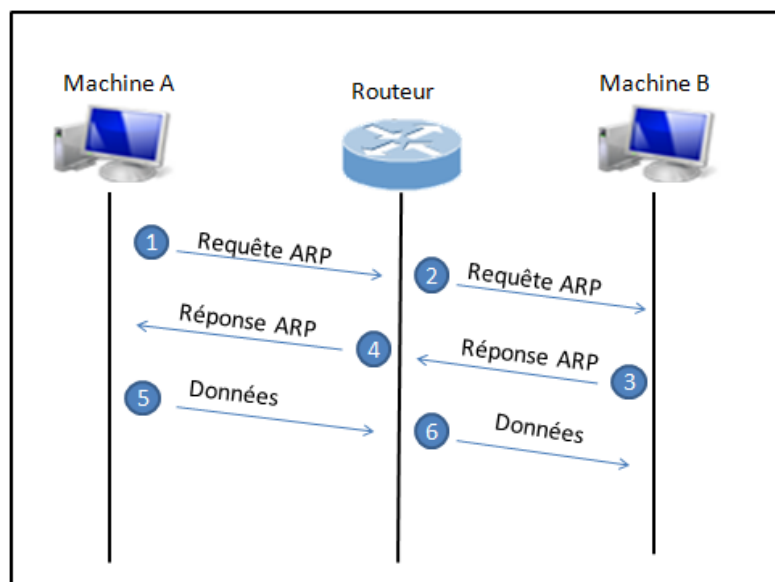


Figure 8: Le fonctionnement du protocole ARP.

3.3 Le protocole DNS : Domain Name System

Le **Domain Name System** est un service permettant de traduire un nom de domaine en informations de plusieurs types qui y sont associées, notamment en adresses IP de la machine portant ce nom.

En effet, les ordinateurs connectés à un réseau IP, comme Internet, possèdent une adresse IP. Ces adresses sont numériques afin d'être plus facilement traitées par une machine. En IPv4, elles sont représentées sous la forme $xxx.xxx.xxx.xxx$, où xxx est un nombre variant entre 0 et 255 (en système décimal). En IPv6, les IP sont de la forme $xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:xxxx:x$, où x représente un nombre en base hexadécimale. Pour faciliter l'accès aux systèmes qui disposent de ces adresses, un mécanisme a été mis en place

pour permettre d'associer un nom à une adresse IP, plus simple à retenir, appelé *nom de domaine*. Résoudre un nom de domaine consiste à trouver l'adresse IP qui lui est associée. Les noms de domaines peuvent être également associés à d'autres informations que des adresses IP (4).

La norme du protocole : les RFC 1034 et RFC 1035 en 1987

3.3.1 Définitions des principaux acteurs :

Le DNS est un système qui offre la possibilité d'associer des noms en langage courant aux adresses numériques. Ce système propose:

- i. **Un espace de noms** : La structuration du système DNS s'appuie sur une structure arborescente dans laquelle sont définis des domaines de niveau supérieurs (appelés **TLD**, pour *Top Level Domain*), rattachés à un nœud racine représenté par un point.
- ii. **Les serveurs DNS** : Ils permettent d'établir la correspondance entre le nom de domaine et l'adresse IP des machines d'un réseau.
- iii. **Machine client** : qui envoie une requête pour chercher une adresse IP d'un nom de domaine.

3.3.2 Le fonctionnement du DNS :

A la réception d'un paquet qui comprend le nom d'un domaine (**URL**), le serveur DNS est chargé de retourner à l'expéditeur du paquet, l'adresse **IP** de la machine correspondante au **URL** envoyé (voir figure 9).

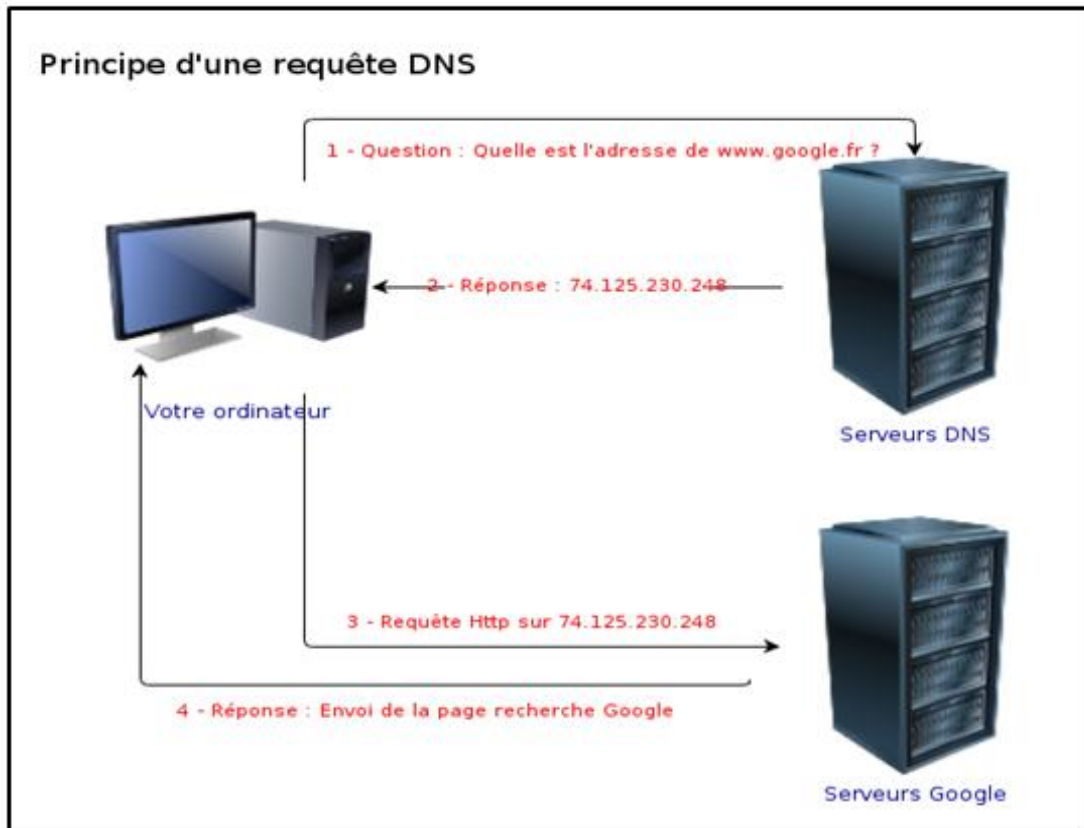


Figure 9: Le fonctionnement du protocole DNS.

4. Comparaison des trois protocoles :

Le tableau suivant montre une étude comparative entre les trois protocoles qu'on a simulés selon quatre principaux critères.

Tableau 2: étude comparative entre les protocoles simulés.

Protocoles	Le rôle	La couche dans le modèle OSI	Le nombre des paquets	Le nombre des entités
DHCP	Assurer la configuration automatique des paramètres IP d'une station	Application	4	3
ARP	Traduction d'une adresse IP en une adresse MAC	Réseau	2	2
DNS	Il permet aux utilisateurs d'ordinateurs clients d'adopter des noms à la place des adresses IP numériques pour identifier les machines distants.	Application	2	2

5. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons donné une vue globale sur les protocoles du réseau filaire. Par la suite, nous avons présenté les trois protocoles qu'on a choisis pour les simuler dans notre simulateur. Dans le chapitre suivant, nous allons détailler notre simulateur.

Chapitre 3 : Conception et déploiement de notre simulateur (SRF)

1. Introduction

Après avoir implémenté notre outil et validé son code, nous avons baptisé notre simulateur SRF, abréviation de Simulateur de Réseau Filare. Dans ce chapitre, nous décrivons de façon détaillée notre application.

2. Le langage de développement :

On a développé notre simulateur à l'aide du langage de programmation Java et l'outil de développement Eclipse. Java est un langage de programmation moderne développé par **Sun Microsystems** (aujourd'hui racheté par **Oracle**) tant dis que Eclipse IDE est un environnement de développement libre permettant de créer des programmes dans de nombreux langages de programmation (Java, C++, PHP...). Parmi les caractéristiques de JAVA on trouve :

- Java est interprété : la source est compilé en pseudo code ou byte code puis exécuté par un interpréteur Java.
- Java est portable : il est indépendant de toute plate-forme : il n'y a pas de compilation spécifique pour chaque plate forme. Le code reste indépendant de la machine sur laquelle il s'exécute.
- Java est orienté objet : comme la plupart des langages récents, Java est orienté objet. Chaque fichier source contient la définition d'une ou plusieurs classes qui sont utilisées les unes avec les autres pour former une application. Java n'est pas complètement objet car il définit des types primitifs (entier, caractère, flottant, booléen,...).
- Java est fortement typé : toutes les variables sont typées et il n'existe pas de conversion automatique qui risquerait une perte de données.
- Java assure la gestion de la mémoire : l'allocation de la mémoire pour un objet est automatique à sa création et Java récupère automatiquement la mémoire inutilisée grâce au garbage collector qui restitue les zones de mémoire laissées libres suite à la destruction des objets (5).

3. Description détaillée de notre Simulateur

Dans cette partie, on va procéder à la description par des schémas de capture d'écran de notre Simulateur.

3.1 Fenêtre de paramètres :

Après avoir lancé l'application, une fenêtre qui présente les paramètres de la topologie apparaîtra comme le montre la figure 10 :

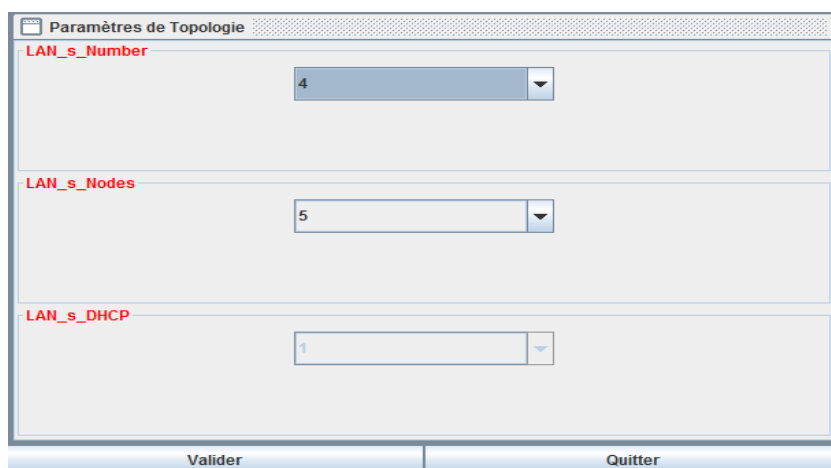


Figure 10: fenêtre de paramètres.

Cette fenêtre contient trois paramètres :

- **LAN_s_Number** : sert à choisir ou sélectionner le nombre de LAN de la topologie (le nombre de LAN dans le simulateur varie de 2, 3 et 4 LAN).
- **LAN_s_Nœuds** : pour sélectionner le nombre des Nœuds dans chaque LAN (3, 4 ou 5 Nœuds).
- **LAN_s_DHCP** : Le LAN dont le serveur DHCP se trouve.

3.2 Interface utilisateur :

Après avoir sélectionné les paramètres de la topologie, une fenêtre de paramètres s'affiche contenant la topologie comme le montre la figure 11 :

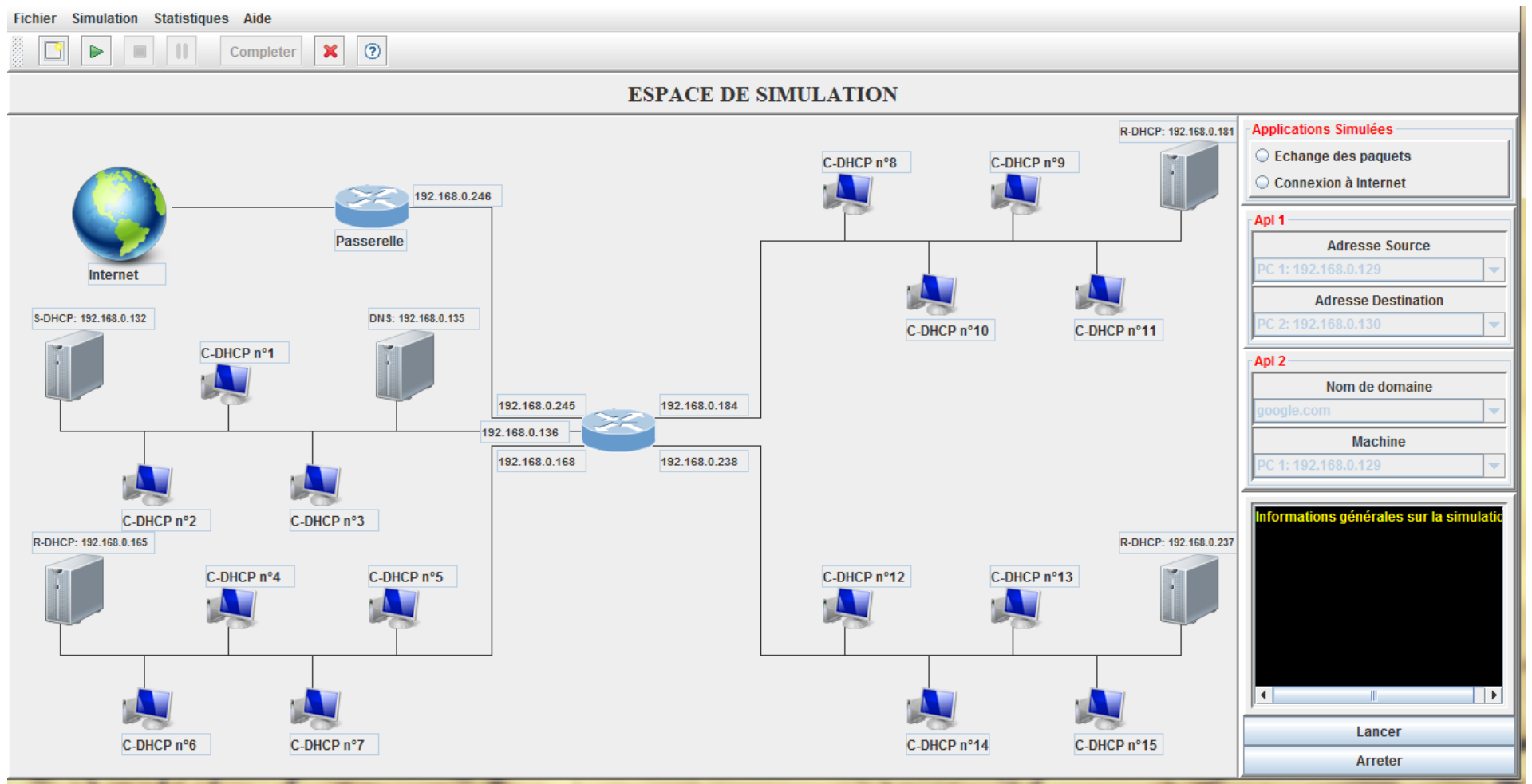


Figure 11: Interface utilisateur.

Dans cette fenêtre (voir figure 11) on trouve :

- La barre de menu qui contient les fonctionnalités du simulateur.
- La barre d'outils qui regroupe les boutons d'accès rapide aux fonctionnalités de l'application.
- Un espace de simulation divisé en deux parties :
 - Une partie gauche pour la simulation.
 - Une partie droite qui contient les paramètres du simulateur.

3.2.1 La barre de menu

Le simulateur contient une barre de menu fixe en haut de l'interface (voir figure 12) qui regroupe toutes les fonctionnalités du simulateur, la structure du menu est représentée dans la figure 13.



Figure 12: La barre de menu.

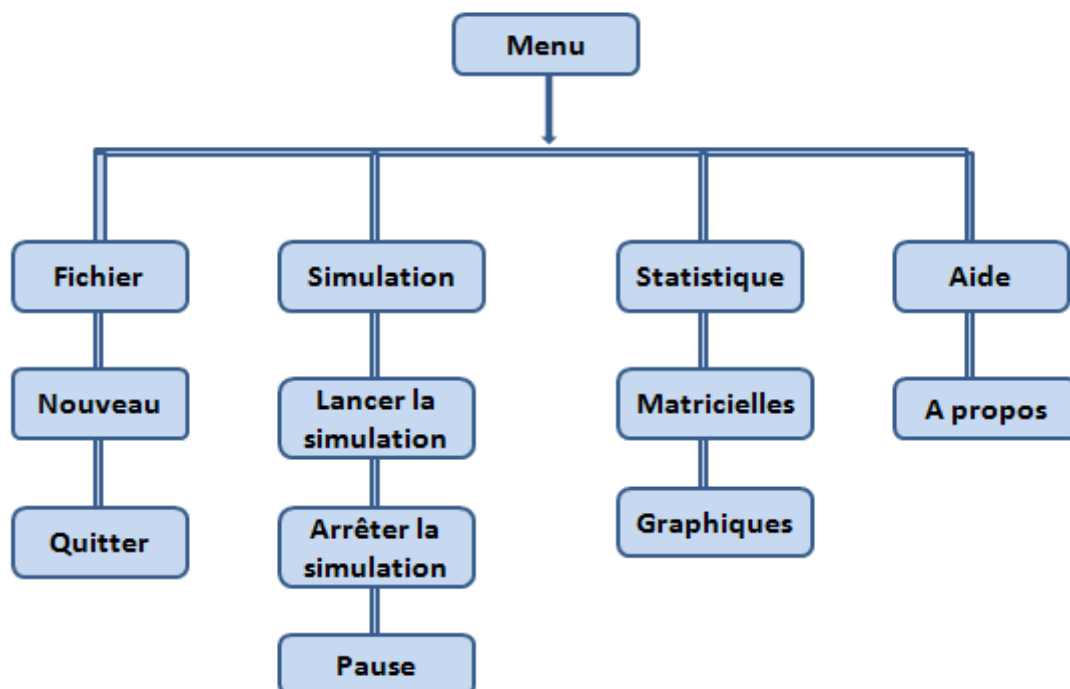


Figure 13: La structure menu du Simulateur.

3.2.2 La structure menu

- **Nouveau** : pour un nouvel espace de simulation.
- **Quitter** : pour quitter le simulateur.
- **Lancer la simulation** : pour lancer la simulation.
- **Arrêter la simulation** : pour arrêter la simulation.
- **Pause** : pour faire stopper la simulation.
- **Statistiques matricielles.**
- **Statistiques graphiques.**
- **Aide** : A-propos du simulateur.

3.2.3 La barre d'outils

Cette barre d'outils (voir figure 14) regroupe des boutons d'accès rapides aux différentes fonctionnalités de l'environnement :

Nouveau : pour une nouvelle simulation.

Lancer la simulation : pour démarrer la simulation d'un système validé.

Arrêter : pour arrêter la simulation.

Pause : mettre la simulation en pause.

Compléter : pour compléter la simulation (toutes les adresses IP des machines figurent).

Quitter : Pour quitter le Simulateur.

Aide : A-propos du simulateur.



Figure 14: La barre d'outils du Simulateur.

3.2.4 L'espace de Simulation :

C'est la partie consacrée pour la conception du système choisi par l'utilisateur (voir figure 15). Cette partie regroupe trois applications qui représentent les trois protocoles simulés : le protocole DHCP, le protocole ARP et le protocole DNS, et puisque les machines n'ont pas des adresses IPs au début, les protocoles ARP et DNS ne peuvent s'exécuter qu'après le protocole DHCP.

3.2.5 Les paramètres :

Les paramètres varient d'un protocole à un autre :

1. Les paramètres du protocole DHCP (voir figure 16) :
 - Le nombre des LAN : deux LANs, trois LANs et quatre LANs.
 - Le nombre des nœuds : indique le nombre des machines dans chaque LAN (trois machines, quatre machines et cinq machines).
2. Une zone pour choisir une des deux applications simulées (voir figure 17):
 - Echange des paquets : Envoyer des données d'une machine à une autre via le réseau.
 - Connexion à l'Internet.
3. Les paramètres de la première application (voir figure 18) :
 - Adresse source : pour indiquer la machine source qui veut communiquer avec une autre.
 - Adresse destination : indique la machine destination avec qui la machine source veut communiquer.
4. Les paramètres de la deuxième application (voir figure 29) :
 - Nom de domaine : pour sélectionner l'adresse web qu'une machine veut consulter.
 - Machine : pour sélectionner la machine qui veut accéder au nom de domaine.

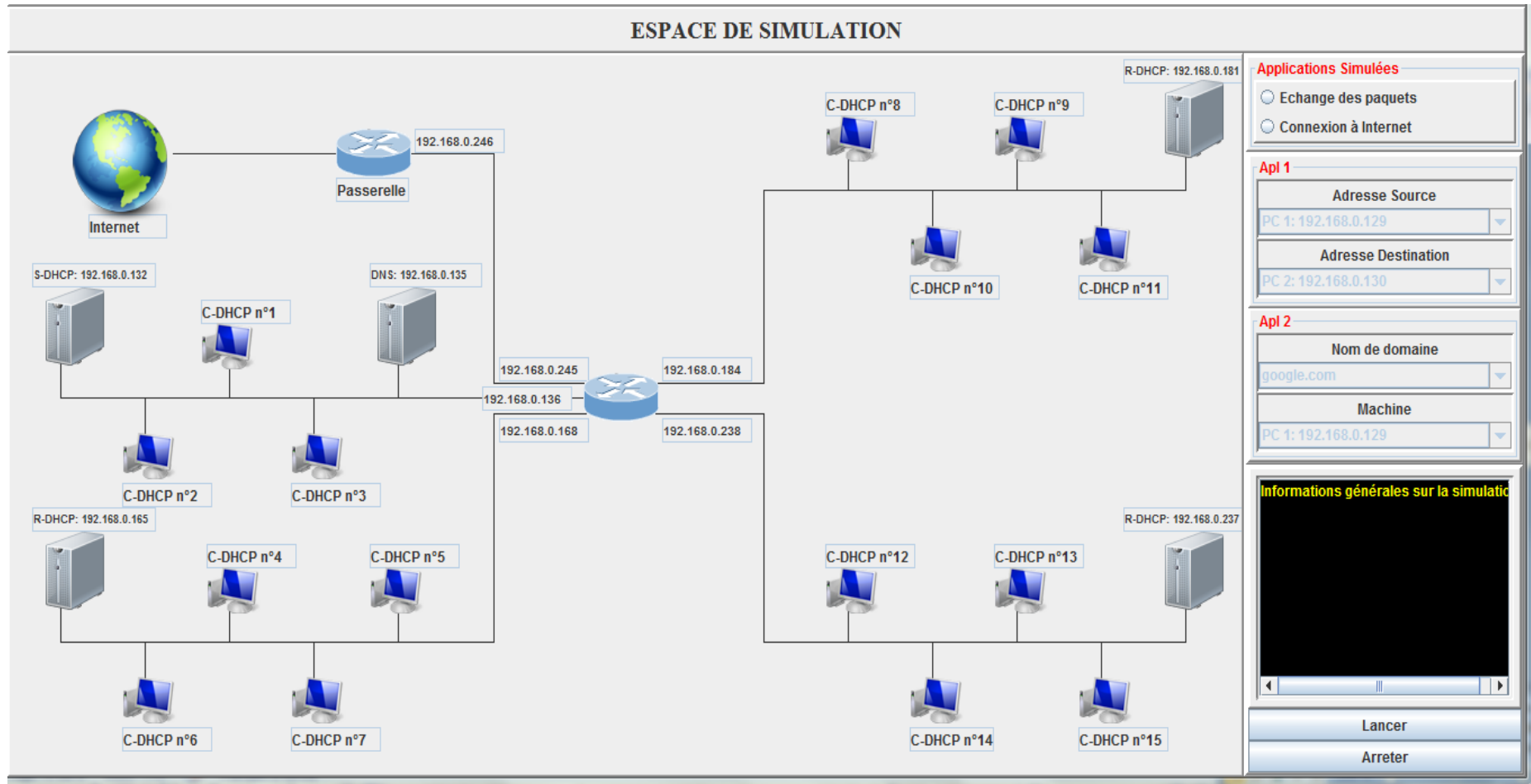


Figure 15: Espace de simulation.

LAN_s_Number

4

LAN_s_Nodes

5

Figure 16: Les paramètres du DHCP.

Applications Simulées

Echange des paquets

Connexion à Internet

Figure 17: Les applications Simulées.

Apl 1

Adresse Source

PC 1: 192.168.0.129

Adresse Destination

PC 1: 192.168.0.129

Figure 18: Les paramètres du protocole ARP.

Apl 2

Nom de domaine

www.google.com

Machine

PC 1: 192.168.0.129

Figure 19: Les paramètres du DNS.

La Fenêtre d'information

C'est une zone d'affichage de texte (voir figure 20) que l'on utilise pour visualiser toutes les informations générales sur la simulation. Autrement dit, il contient un résumé des paramètres choisis par l'utilisateur.

On trouve comme informations : le protocole choisi, le nombre des LAN, le nombre des machines, les requêtes envoyées. . .

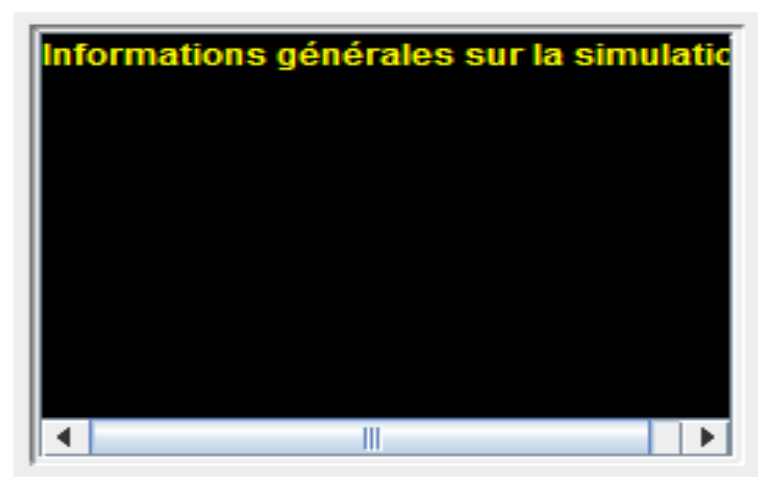


Figure 20: Fenêtre d'information.

Lancer et Arrêter

Deux boutons consacrés pour lancer et arrêter le déroulement de la simulation (voir figure 21).

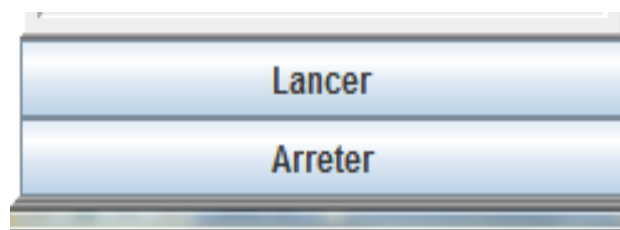


Figure 21: Lancer et arrêter les protocoles ARP et DNS.

3.3 Les tables de routage

Après la simulation, une table de routage pour chaque machine de la topologie apparaîtra en cliquant sur la machine. La fenêtre affichée présente deux tables (voir figure 22) :

- La table de routage.
- La table ARP.

Table de routage			
Sous-Réseau	Masque	@ Routeur	Interface
192.168.0.232	255.255.255.248	192.168.0.238	192.168.0.238
192.168.0.128	255.255.255.192	192.168.0.136	192.168.0.136
192.168.0.160	255.255.255.224	192.168.0.168	192.168.0.168
192.168.0.176	255.255.255.240	192.168.0.184	192.168.0.184

Table ARP	
Adresse IP	Adresse Mac
192.168.0.129	00-21-27-e7-dd-04
192.168.0.161	50-67-c3-fd-4e-61
192.168.0.162	64-74-9f-dd-4c-f6
192.168.0.177	00-06-6c-ce-76-52

Fermer

Figure 22: La table de routage.

4. Statistiques :

4.1 Les statistiques matricielles :

Nous délivrons comme statistiques matricielles :

- Statistiques sur le nombre de paquets requêtes et réponses envoyées comme le montre la figure 23.
- Statistiques sur les paramètres de simulation choisis par l'utilisateur (voir figure 24).

paquets Protocole	DHCP	ARP	DNS
Requêtes	23	12	20
Réponses	4	4	9

Figure 23 : Statistiques sur les nombres des paquets envoyés et les réponses.

Paramètres	Resultat
Nombre de LAN	4
Nombre de Noeud	20
Nombre de Serveurs DHCP	1
Nombre de Serveurs DNS	1
Nombre de Relais DHCP	3

Figure 24: Informations générales sur la simulation.

4.2 Les statistiques graphiques

- **Les requêtes** : Le nombre des requêtes envoyés entre temps de début et temps de pause (quand l'utilisateur veut voir les statistiques) (voir figure 25).
- **Les réponses** : Le nombre des réponses (voir figure 26).

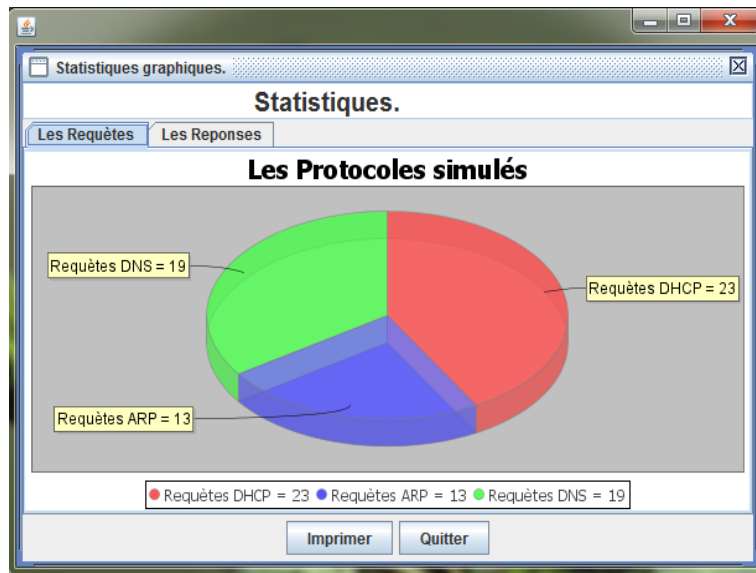


Figure 25: Statistiques graphiques sur le nombre des paquets envoyés

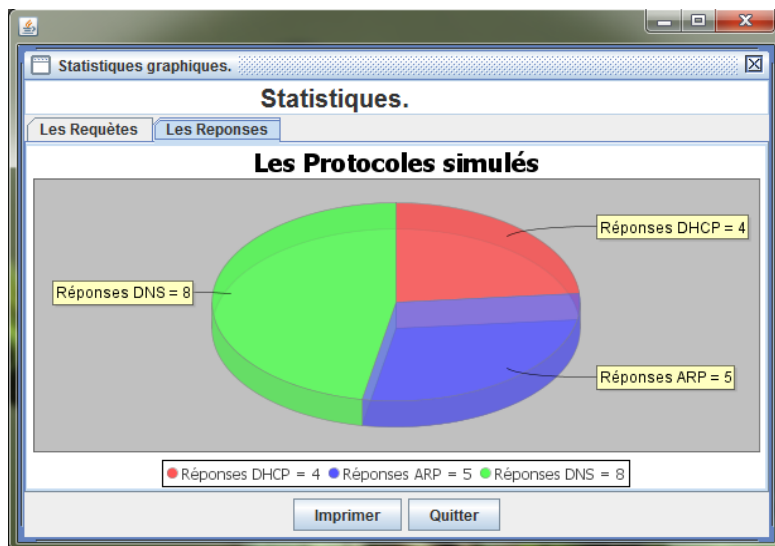


Figure 26: Statistiques graphiques sur les Réponses.

5. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons vu la conception et l'environnement de développement de notre simulateur SRF. Nous avons donné une vue détaillée de l'interface de notre simulateur à l'aide des captures d'écran et enfin, on a terminé par les statistiques matricielles et graphiques de notre simulateur.

Conclusion et perspectives

Le besoin d'échanger des informations entre les machines des utilisateurs augmente d'un jour à l'autre, ce qui a fait évoluer les réseaux et apparaître des protocoles réseaux qui permettent de faciliter la communication et le transport des données.

Dans ce mémoire, nous venons de faire une étude portant sur quelques protocoles du réseau filaire du type LAN sous la topologie en Bus. Nous avons simulé les trois protocoles, DHCP, ARP et le protocole DNS, sous un simulateur que nous avons développé en Java.

Toutefois, nous restons ouverts et attentifs à toutes les remarques et critiques constructives pouvant enrichir ce travail. Vu les temps impartis à la réalisation de cet outil nous avons retardé certaines extensions à de futures études. Nous pouvons soumettre quelques idées :

- Simuler d'autres protocoles réseau tels que ceux d'accès au canal,
- Simuler d'autres topologies (étoile, anneau...),
- Ajouter plus de paramètres sur l'interface de notre simulateur,
- Traiter certaines problématiques dans les réseaux filaires (collision, bruit, confidentialités des données échangées...).
- ...etc.

Enfin, nous avons programmé ce simulateur pour qu'il soit facilement évolutif et nous sommes quasiment sûrs d'avoir posé les premières briques solides pour de futurs travaux sur le sujet.

A la fin de ce travail, on est sorti avec une bonne base de connaissances dans les domaines d'étude (les réseaux filaires, les protocoles réseau, et surtout la programmation orientée objet).

Bibliographie

1. (s.d.). Consulté le 03 10, 2014, sur <http://zero202.free.fr/cr01-net/html/ch01s01.html>
 1. (s.d.). Consulté le 03 10, 2014, sur <http://zero202.free.fr/cr01-net/html/ch01s01.html>
 2. (s.d.). Consulté le 04 12, 2014, sur <http://www.courstechinfo.be/Reseaux/Classif.html>
 3. (s.d.). Consulté le 04 15, 2014, sur <http://www.commentcamarche.net/contents/539-tcp-ip>
 4. (s.d.). Consulté le 03 25, 2014, sur http://fr.wikipedia.org/wiki/Domain_Name_System
 - 5, J.-m. d. *développons en Java*.
- Modèle OSI*. (s.d.). Consulté le 05 15, 2014, sur Wikipedia:
http://fr.wikipedia.org/wiki/Mod%C3%A8le_OSI