

Projet - Fonctionnement d'un réseau IP : révisions

But du projet

Le but de ce projet est de réviser les différentes briques de base nécessaires au fonctionnement d'un réseau et de comprendre comment ces briques peuvent éventuellement interagir entre elles. Pour cela, vous allez utiliser l'outil de simulation Filius, ce qui permet d'aborder, sans trop de problèmes techniques, les principaux protocoles réseaux.

Travail à réaliser

Le travail à réaliser pour ce projet est le suivant :

- Installer le logiciel Filius si ce n'est pas déjà fait (cf le paragraphe suivant). Le projet a été conçu pour la version de Filius installée sur les machines des salles TP informatiques du bâtiment Nautibus.
- Répondre aux questions posées.

Le projet se fait en autonomie (pas de séance dédiée au projet dans votre emploi du temps). Il est conçu pour durer 3h environ. **Les notions travaillées lors de ce projet seront évaluées lors du contrôle 3 prévu le 04 novembre 2024.**

Utiliser Filius

Filius est un outil de simulation d'infrastructure réseau simple permettant de concevoir un réseau informatique puis de simuler son fonctionnement. Il permet d'observer les échanges de paquets au sein du réseau, ainsi que l'évolution des tables de commutation et de routage.

Pour réaliser ce TP sur votre machine personnelle, vous devrez installer Filius sur votre poste de travail : <https://www.lernsoftware-filius.de/Herunterladen>. Il nécessite l'installation préalable de Java 8 et peut donc fonctionner sur de multiples plateformes (Windows, Linux ou MacOS). Voici un lien vers un tutoriel d'introduction si nécessaire : <https://sblog.tuto-craft.com/tutoriel-filius>.

Sur les machines des salles TP informatique du bâtiment Nautibus, il vous suffit de vous connecter sous Windows, de rechercher l'application Filius puis de l'ouvrir.

Attention. Il y a une erreur importante de traduction dans le simulateur Filius :

- La couche 2 - Liaison de données est nommée Réseau.
- La couche 3 - Réseau est nommée Internet.

1 Réseau local et protocole ARP

Dans un premier temps, réalisez les étapes suivantes :

- Ouvrir Filius et démarrer un nouveau projet
- Cliquer sur le marteau (mode conception) et réaliser le schéma de la figure 1 en configurant les adresses IP des stations comme indiqué (penser à sauvegarder). On utilisera le masque /24.
- Cliquer sur le triangle vert pour lancer la simulation (mode simulation). L'ascenseur à sa droite permet de choisir la vitesse, mettre 10%.
- Installer la ligne de commande sur toutes les stations. Pour ce faire, cliquer avec le bouton droit sur la station, sélectionner show desktop, puis installation des logiciels. Enfin ajouter Command Line dans la colonne de gauche. Un nouvel icône devrait apparaître sur le bureau virtuel.

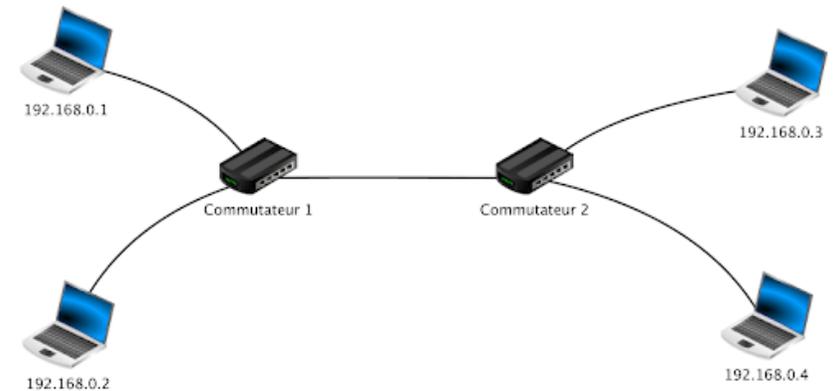


FIGURE 1 – Scénario à simuler pour l'exercice "Réseau local et protocole ARP".

Travail demandé :

1. Que contient la table de commutation de chaque commutateur ?

Réponse :

2. Que contient la table ARP de chaque station ? (pour visualiser le contenu de la table ARP, il suffit de taper la commande 'arp' dans le terminal de la station)

Réponse :

- Effectuer un ping de la station 192.168.0.1 vers la station 192.168.0.3
- Est-ce que le ping a fonctionné ?

Réponse :

- Ouvrir la table d'échanges des données sur la station 192.168.0.1
- Quels paquets ont précédé les paquets du ping ? Regarder leur en-tête de niveau 2 et indiquer les adresses utilisées.

Réponse :

- Que contient la table ARP de 192.168.0.1 et celle de 192.168.0.3 ?

Réponse :

- Avez-vous configuré les adresses MAC des stations ?

Réponse :

- Que contient la table ARP de 192.168.0.2 ? Est-ce que 192.168.0.2 aurait pu apprendre l'adresse MAC de 192.168.0.1 ? Que pouvez-vous en déduire ?

Réponse :

- Est-ce que la réponse ARP est diffusée dans tout le réseau local ?

Réponse :

- Observer la table de commutation sur le commutateur 1. Puisque vous n'avez pas configuré cette table de commutation, comment le contenu de la table a été ajouté à celle-ci ? Expliquer.

Réponse :

- Est-ce que, dans un cadre plus large que ce scénario simulé, plusieurs adresses MAC pourraient être associées à un même port dans une table de commutation ?

Réponse :

- Quels sont les équipements à avoir reçu les paquets associés à la commande ping sur 192.168.0.1 (incluant donc les paquets ping et pong) ? Pourquoi ?

Réponse :

- Questions de synthèse sur cette partie. En vous aidant de cet exercice et du cours, sélectionner la réponse juste pour chacune des questions.

Réponse :

- Un commutateur (n'utilisant pas les VLANs) est : i) plug & play - ii) à configurer
Un commutateur filtre la transmission des trames : i) oui - ii) non
Un commutateur modifie les adresses MAC des trames : i) oui - ii) non
Les ports d'un commutateur ont une adresse IP : i) oui - ii) non
Un commutateur possède une table ARP : i) oui - ii) non
Un commutateur fonctionne en mode store & forward : i) oui - ii) non
Les stations possèdent une table de commutation : i) oui - ii) non
Les paquets dans un réseau local peuvent être échangés sans routeur : i) oui - ii) non

2 Réseau étendu et routage

Arrêter la simulation en cliquant sur le marteau et remplacer l'adresse IP de la machine 192.168.0.3 par 192.168.1.3 et celle de la machine 192.168.0.4 par 192.168.1.4. Sauvegarder le scénario de simulation et lancer la simulation.

Travail demandé :

1. Effectuer un ping de la station 192.168.0.1 vers la station 192.168.1.3.
2. Est-ce que le ping a fonctionné? Expliquer ce qui se passe en se basant sur le contenu de la table de routage de la station 192.168.0.1 (obtenue via la commande 'route').

Réponse :

3. Sans changer l'architecture du réseau et rajouter d'équipements, que faudrait-il changer pour que ce ping fonctionne? Expliquer le changement à effectuer (sans le réaliser).

Réponse :

Nous allons maintenant considérer le réseau donné en figure 2

- Démarrer un nouveau projet
- Réaliser le schéma de la figure 2 en en respectant le plan d'adressage proposé. On utilisera le masque /24 pour chaque sous-réseau.

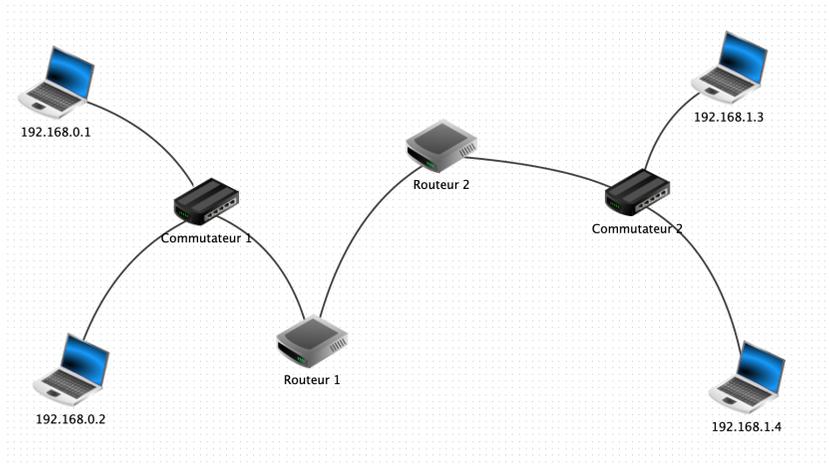


FIGURE 2 – Scénario à simuler pour l'exercice "Réseau étendu et routage".

Travail demandé :

4. Combien de sous-réseaux comprenant des stations sont présents dans ce réseau? Indiquer, pour chacun de ces sous-réseaux, l'adresse de sous-réseau et l'adresse de diffusion.

Réponse :

5. Les interfaces des routeurs n'ont pas encore été configurées. Attribuer leur une adresse IP en respectant les règles suivantes : i) ces interfaces prennent la plus petite adresse possible (non déjà attribuée) dans chaque sous-réseau ; ii) le sous-réseau interconnectant les deux routeurs a l'adresse réseau 192.168.2.0/24 ; iii) dans le sous-réseau 192.168.2.0/24, le routeur 1 a une adresse plus petite que le routeur 2. Indiquer ces adresses IP ci-dessous et configurer les dans Filius.

Réponse :

6. Effectuer un ping de la station 192.168.0.1 vers la station 192.168.1.3.
7. Est-ce que le ping a fonctionné? Expliquer ce qui se passe en se basant sur le contenu de la table de routage de la station 192.168.0.1.

Réponse :

8. Compléter manuellement les tables de routage de tous les équipements (routeurs et stations) afin de permettre à chaque station d'atteindre toutes les interfaces réseau des équipements. Pour tous les équipements, il est possible d'ajouter la route par défaut dans le champ Passerelle (ou gateway) accessible dans le menu configurer de chaque équipement. Dans le cadre de ce projet :
 - (a) utiliser cette solution uniquement pour les stations ;
 - (b) pour les routeurs, ajouter une route manuellement dans la table de routage.
9. Vérifier le bon fonctionnement avec un ping de 192.168.0.1 à 192.168.1.3. En cas de problème utiliser la commande traceroute qui vous aidera à localiser le problème.
10. Qu'affiche la commande 'traceroute 192.168.1.3' à partir de la station 192.168.0.1 ?

Réponse :

11. Examiner les paquets échangés avec la commande traceroute (avant de lancer la commande traceroute, vous pouvez vider la table des échanges afin de n'avoir, dans la table, que les paquets qui vous intéressent -clic droit sur la table des échanges, puis sélectionner 'Vider les tables'-). À quoi correspond le champ TTL de ces paquets? Que constatez-vous sur le champ TTL des paquets envoyés par traceroute?

Réponse :

12. Est-ce que la commande ping peut fonctionner si les tables de routage sont bien configurées sur le chemin aller mais pas sur le chemin retour?

Réponse :

Vider les tables d'échange des données sur chacun des nœuds du réseau et arrêter la simulation. Relancer la simulation et lancer toutes les tables d'échange des données.

13. Faire un ping de 192.168.0.1 à 192.168.1.3. Le premier paquet ping est précédé d'un échange ARP. Quelle est l'adresse IP dont l'adresse MAC est recherchée par la requête ARP envoyée par la station 192.168.0.1? Dans quel sous-réseau, cette requête ARP est-elle diffusée? Est-ce qu'elle est relayée par le Routeur 1 vers le Routeur 2?

Réponse :

14. Quelle est l'adresse MAC destination utilisée dans les paquets ping envoyés par 192.168.0.1? À quelle interface de quel équipement correspond-elle?

Réponse :

15. Pourquoi il y a un échange ARP sur le sous-réseau 192.168.2.0/24 avant l'envoi du premier paquet ping par le Routeur 1? Que cherche le Routeur 1?

Réponse :

16. Est-ce que les adresses IP et les adresses MAC des paquets ping envoyés par le Routeur 1 ont été modifiées par le Routeur 1 par rapport aux paquets ping qu'il a reçus de 192.168.0.1?

Réponse :

17. Est-ce que la station 192.168.1.3 connaît l'adresse MAC de 192.168.0.1? Est-ce que cela vous semble normal?

Réponse :

18. Entourer la bonne réponse.

Réponse :

La station 192.168.0.1 a cherché via ARP l'adresse MAC d'une interface de : Routeur 1
- Routeur 2 - Station 192.168.1.3
Le Routeur 1 a cherché via ARP l'adresse MAC d'une interface de : Station 192.168.0.1
- Routeur 2 - Station 192.168.1.3
Le Routeur 2 a cherché via ARP l'adresse MAC d'une interface de : Station 192.168.0.1
- Routeur 1 - Station 192.168.1.3

19. Remettre dans l'ordre les actions données ci-dessous (les actions qui seront nécessaires pour réaliser un ping de 192.168.0.1 à 192.168.1.3 ne sont pas toutes données ici) :
- (a) Le Routeur 2 envoie le paquet ping à destination de 192.168.1.3
 - (b) Le Routeur 1 consulte sa table de routage pour savoir à qui envoyer le paquet ping à destination de 192.168.1.3
 - (c) La station 192.168.0.1 envoie une requête ARP pour trouver l'adresse MAC de l'interface 192.168.0.3 du Routeur 1
 - (d) La station 192.168.0.1 consulte sa table de routage pour savoir à qui envoyer le ping à destination de 192.168.1.3
 - (e) Le Routeur 1 envoie le ping à destination de 192.168.1.3
 - (f) Le Routeur 2 envoie une requête ARP pour trouver l'adresse MAC de 192.168.1.3

Réponse :

20. Questions de synthèse sur cette partie. En vous aidant de cet exercice et du cours, sélectionner la réponse juste pour chacune des questions.

Réponse :

Que commence par consulter un routeur ou une station quand il/elle a un paquet à transmettre : i) sa table de routage - ii) sa table ARP ?

Les requêtes ARP sont retransmises par les routeurs et peuvent traverser plusieurs sous-réseaux : i) oui - ii) non

Un routeur modifie les adresses MAC des paquets : i) oui - ii) non

Un routeur modifie les adresses IP des paquets : i) oui - ii) non

Les ports d'un routeur ont une adresse IP : i) oui - ii) non

Un routeur fonctionne en mode store & forward : i) oui - ii) non

3 Application Web et application DNS

Dans un premier temps, réaliser les étapes suivantes :

- Démarrer un nouveau projet
- Réaliser le schéma de la figure 3 et configurer les adresses IP des machines. Pour simplifier, on supposera que la station et le serveur Web sont dans le même sous-réseau (192.168.0.0/24) et que le serveur Web a l'adresse IP 192.168.0.2.¹
- Cliquer sur le triangle vert pour lancer la simulation.
- Installer le logiciel Serveur web sur le serveur et le logiciel Navigateur web sur la station.

¹. Pour obtenir un nuage représentant un réseau local, il vous suffit d'ajouter un commutateur puis d'activer 'Afficher comme un nuage'.

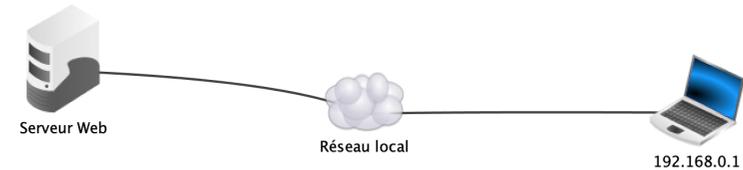


FIGURE 3 – Scénario à simuler pour l'exercice "Application Web et application DNS".

Travail demandé :

1. Démarrer le serveur web sur le serveur en cliquant sur le bouton Démarrer.
2. Ouvrir le navigateur web depuis la station puis saisir l'adresse IP du serveur dans la barre d'adresse http://192.168.0.2.
3. Afficher les échanges de données sur la station.
4. Quels paquets sont envoyés avant l'envoi de la commande GET ? À quoi servent-ils ? Noter les numéros de ports source et destination utilisés.

Réponse :

5. Combien de paquets HTTP sont envoyés à la station suite au premier paquet GET (et avant le second GET) ? Que transporte(nt) ce(s) paquet(s) ?

Réponse :

6. Combien de paquets HTTP sont envoyés à la station suite au second paquet GET ? Que transportent ces paquets ?

Réponse :

7. Chaque paquet HTTP est suivi d'un acquittement TCP, est-ce normal ? Est-ce que le simulateur Filius, dans cette simulation, utilise la fenêtre d'anticipation de TCP ?

Réponse :

8. À quoi correspondent les 4 derniers paquets de l'échange ?

Réponse :

Il est rare qu'on connaisse les adresses IP des serveurs Web. On utilise plutôt des URL (Uniform Resource Locator) pour accéder aux contenus Web.

9. Passer en mode conception. Ajouter, au réseau précédent, un serveur DNS ayant l'adresse IP 192.168.0.3, comme indiqué sur la figure 4 (le serveur DNS est dans le même sous-réseau que les autres équipements).
10. Ajouter l'adresse IP du Serveur DNS sur la station. Passer en mode simulation. Vider la table des échanges si nécessaire.
11. Installer le logiciel Serveur DNS sur le serveur DNS.
12. Cliquer sur le logiciel Serveur DNS et ajouter le nom de domaine www.univ-lyon1.fr et l'adresse IP du serveur Web (dans l'onglet Adresse).
13. Démarrer le serveur DNS.
14. Ouvrir le navigateur web depuis le portable puis saisir l'URL www.univ-lyon1.fr.
15. Quels sont les nouveaux paquets qui apparaissent sur le réseau par rapport à la simulation précédente sans le serveur DNS ?

Réponse :

16. Quel est le protocole de transport utilisé pour transmettre les paquets associés au protocole DNS ? Quel est le numéro de port utilisé pour le protocole DNS au niveau du serveur DNS ?

Réponse :

17. D'après ce qui a été vu en cours, est-ce que le numéro de port source est utilisé pour remettre la requête DNS à la couche Application du serveur DNS ?

Réponse :

18. Est-ce que le numéro de port source est utilisé par le serveur DNS ?

Réponse :

19. Questions de synthèse sur cette partie. En vous aidant de cet exercice et du cours, sélectionner la réponse juste pour chacune des questions.

Réponse :

- Le protocole applicatif HTTP repose sur : i) TCP - ii) UDP
 Le protocole HTTP envoie des acquittements de niveau applicatif : i) oui - ii) non
 Chaque paquet HTTP est acquitté par un ACK TCP : i) oui - ii) non
 Le protocole applicatif DNS, simulé dans Filius, repose sur : i) TCP - ii) UDP
 Il y a autant de sockets ouvertes sur un serveur DNS basé sur UDP qu'il y a de requêtes DNS en cours de traitement sur le serveur DNS : i) oui - ii) non
 Il y a autant de sockets ouvertes sur le serveur HTTP qu'il y a de requêtes HTTP en cours de traitement sur le serveur HTTP : i) oui - ii) non

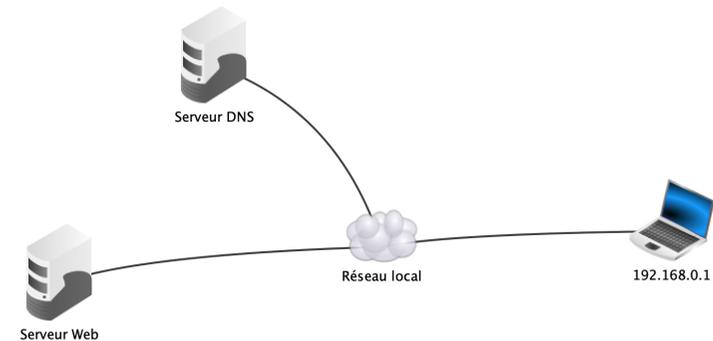


FIGURE 4 – Scénario à simuler pour l'exercice "Application Web et application DNS".