

SIMULATION D'UN RÉSEAU


Logiciel Filius


Partie 1: Simuler un réseau avec le logiciel Filius

Il est matériellement compliqué de mettre en place un réseau pour effectuer des tests. À la place nous allons utiliser un simulateur de réseau relativement simple à prendre en main, mais suffisamment performant : **Filius**.

Il a déjà été utilisé en SNT en classe de seconde.

Le logiciel dispose de deux modes ; on passe d'un mode à l'autre en cliquant sur l'icône correspondante :

– le mode conception, activé par l'icône « marteau » : 

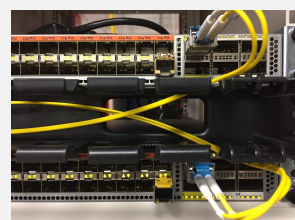
– le mode simulation, activé par l'icône « flèche verte » : 

1. Conception et échange sur un réseau

a. Le matériel

Il est possible de créer un réseau contenant uniquement deux ordinateurs reliés par un câble Ethernet. Mais pour aller sur Internet, nous sommes obligés d'ajouter un matériel supplémentaire (de même si on dispose de plus de deux ordinateurs). Ce matériel est un **switch** (ou **commutateur**).

Un switch est une sorte de « multiprise intelligente » qui permet de relier entre eux tous les ordinateurs appartenant à un même « réseau local ».
Un switch (aussi appelé « commutateur ») est composé d'un nombre plus ou moins important de prises RJ45 femelles (un câble Ethernet, souvent appelé « câble réseau » possède 2 prises RJ45 mâles à ses 2 extrémités).



Le switch permet ainsi de lier des ordinateurs d'un réseau local (LAN pour *Local Area Network*). Il s'inscrit dans la couche 2 du modèle OSI, au niveau de la couche Accès réseau du modèle TCP/IP.

Pour sortir de son réseau et accéder à un autre réseau, on utilise un **routeur**.

Un routeur est un équipement d'interconnexion de réseaux informatiques permettant d'assurer **le routage des paquets** entre deux réseaux ou plus afin de déterminer le chemin qu'un paquet de données va emprunter.

Lorsqu'un utilisateur demande l'accès à une machine en dehors de son réseau, son poste de travail envoie la requête au routeur le plus proche, c'est-à-dire à **la passerelle** par défaut du réseau sur lequel il se trouve. Ce routeur va ainsi déterminer la prochaine machine à laquelle les données vont être acheminées de manière à ce que le chemin choisi soit le meilleur.

Pour y parvenir, les routeurs tiennent à jour des **tables de routage**.

Les routeurs s'inscrivent dans la couche 3 du modèle OSI, au niveau de la couche Internet du modèle TCP/IP.

Dans l'activité Filius, les machines seront reliées par des câbles Ethernet (RJ45).

b. Quelques commandes pour vérifier les échanges

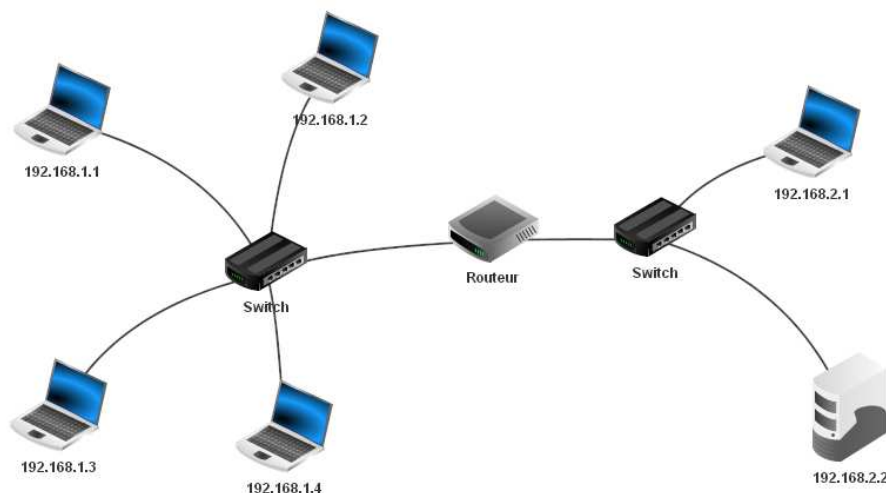
Sur Filius, nous utiliserons :

- **ipconfig** (cette commande fonctionne sous windows où on peut ajouter `/all` ; sous linux, on écrira `ifconfig` ou `ip a`).
Cette commande donne des informations sur la machine et sur sa connexion au réseau (on en reparlera au cours de l'activité).
- **ping** *suivi d'une adresse IP ou d'une URL* : permet de vérifier si une machine distante est reliée à la machine sur laquelle on écrit cette commande.
Un échange de données est effectué, Filius permet de voir cet échange.
- **tracroute** *suivi d'une adresse IP ou d'une URL* : donne la liste des machines traversées pour atteindre la machine souhaitée.
`tracroute` est une syntaxe sur Linux et sur Filius, sous Windows, c'est `tracert`.

2. Comment interconnecter plusieurs réseaux ?

De nombreuses raisons peuvent amener à connecter plusieurs réseaux entre eux. Pour notre activité, nous prendrons l'exemple de deux réseaux locaux internes à notre lycée (réseau pédagogique et réseau administratif). Pour des questions matérielles et de sécurité, il est préférable de séparer ces deux réseaux, tout en créant un « pont » entre eux pour les relier (car on peut parfois avoir besoin d'échanger des données entre ces réseaux). Le lien entre ces réseaux se fait matériellement à l'aide d'un **routeur**.

- Sous Filius, créer un nouveau projet et l'enregistrer (on pourra lui donner le nom `ReseauxAvecRouteur.fls`).
- En mode conception, relier quatre ordinateurs à un switch dans un premier réseau (celui de gauche sur l'image) et deux ordinateurs à un switch dans un second (celui de droite).



On relie alors ces réseaux grâce à un routeur. Ajouter les adresses IP sur chaque machine.

Rappel : toutes les machines doivent avoir une adresse IP différente (cocher la case « Utiliser l'adresse IP comme nom » pour que ce soit plus clair, comme sur l'image).

Par défaut (et nous laisserons comme ça), les masques de sous-réseaux sur chaque machine sont de la forme 255.255.255.0, ce qui s'écrit en binaire : 11111111.11111111.11111111.00000000.

Tous les masques sont une succession de 1, suivie d'une succession de 0. Toutes les machines du réseau auront dans ce cas **les 16 premiers bits identiques**, ce qui signifie ici que les 3 premiers nombres de l'adresse IP seront tous les mêmes. Voilà pourquoi dans le réseau de gauche, toutes les adresses commencent par 192.168.1.

Quelques adresses réservées : seul le dernier nombre différencie les différentes machines, mais 3 d'entre eux seront toujours réservés :

- le premier (0 ici) : il désigne le réseau, soit l'ensemble des machines ;
- le dernier (255 ici) : il désigne l'adresse de diffusion nommée *broadcast* ;
- l'avant-dernier (254 ici) : il servira à désigner la passerelle d'accès au routeur pour transmettre des données à une machine en dehors de son propre réseau.

Ajouter sur chaque ordinateur, toutes les informations nécessaires à la communication entre les machines de ces 2 réseaux.

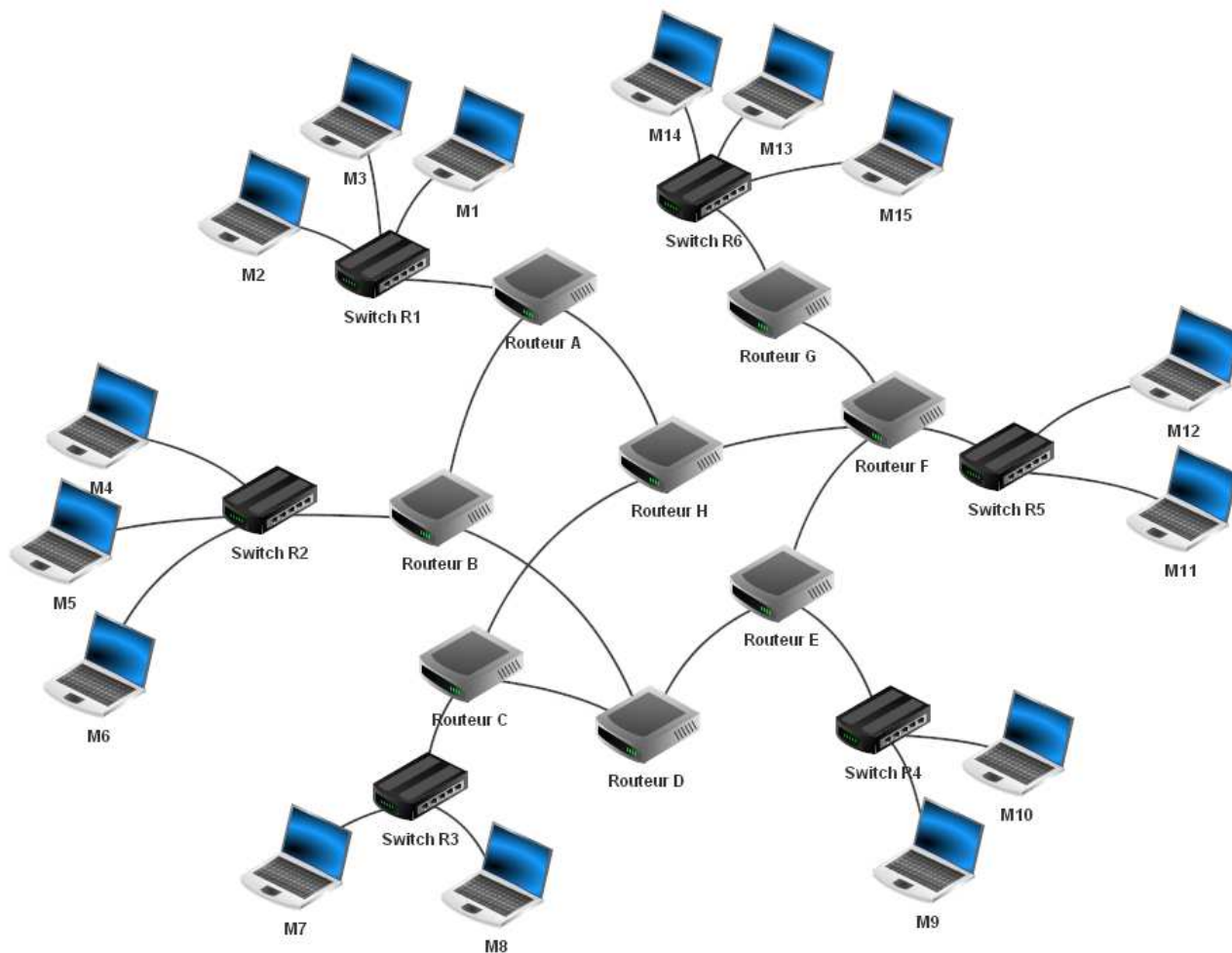
Pour tester cette communication, on passe en mode simulation, on clique sur une machine et on installe l'outil « Ligne de commande ».

Tester alors cette communication (j'ai rappelé les commandes utiles).

Avec la commande `ipconfig` sur l'une des machines, on voit l'adresse MAC. Cette adresse identifie de manière unique le matériel (elle est écrite en hexadécimal). Elle intervient dans la couche 2 du modèle OSI (couche *accès réseau* du modèle TCP/IP). Le protocole ARP permet d'identifier dans un réseau la machine de destination parmi toutes celles de ce réseau.

3. Un réseau plus complexe

- Ouvrir le fichier nommé « ReseauxComplexes.flx ». On obtient ceci :



- Faites un `tracert` à partir de l'ordinateur M14 vers l'ordinateur M9 (en mode simulation, vous pouvez survoler le pointeur de la souris sur la machine M9 afin d'obtenir son adresse IP). Notez le chemin parcouru (Noms des machines et leur adresse IP) pour aller de la machine M14 à la machine M9.
- Supprimer le câble réseau qui relie le routeur F au routeur E (simulation de panne). Refaire un `tracert` entre M14 et M9. Noter le nouveau chemin parcouru. Que constate-t-on ?
Attention : cela peut ne pas fonctionner du premier coup, car la mise à jour des tables de routage n'est pas immédiate.

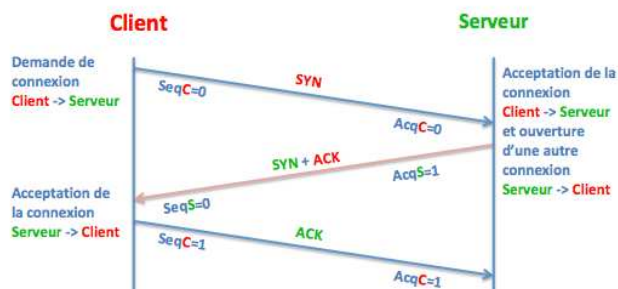
Partie 2: Réseau avec serveur

1. Notion de client / serveur

- Créer un nouveau projet, enregistré par exemple sous le nom `ReseauClientServeur.flx`, comportant une machine « cliente » et un serveur reliés à un même switch. Pour différencier la machine cliente du serveur, on choisira un ordinateur portable pour le client et une tour pour le serveur.
- Sur le serveur 192.168.1.1, installer un **serveur générique**. Démarrer le serveur sur le **port 8080**.
- Sur la machine 192.168.1.10, installer un **client générique**. Connecter ce client au serveur en tenant compte du port. Envoyer le message « Bonjour à tous ! ».
- Faire un clic-droit sur la machine 192.168.1.10 et afficher les échanges de données.




- Repérer les flag « SYN » (demande de synchronisation ou établissement de connexion) et les flag « ACK » (signale que le paquet a bien été reçu : acknowledgement).
- Combien d'étapes retrouve-t-on pour l'initialisation d'une connexion TCP ?

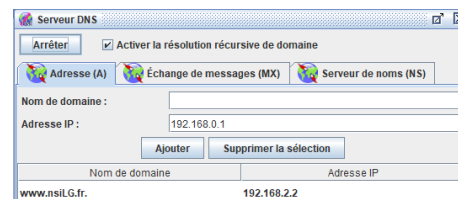
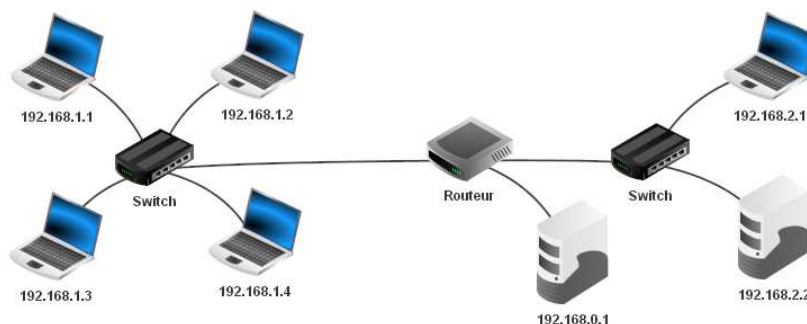


2. Comment ajouter un serveur DNS ?

Dans cette section, nous créons un **serveur DNS** qui va traduire des noms de domaines en adresse IP.

On repartira d'un réseau plus étoffé en reprenant le fichier déjà créé : ReseauxAvecRouteur.fls

- En mode conception, double-cliquer sur le **routeur** puis **Configurer > Gérer les connexions**.
- En cliquant sur +, ajouter une troisième interface locale. Fermer la fenêtre et se rendre dans l'onglet correspondant pour lui attribuer l'adresse IP 192.168.0.254.
- Ajouter un nouvel ordinateur et le connecter à la troisième interface fraîchement créée du routeur. Attribuer l'adresse IP 192.168.0.1 à cet ordinateur sans oublier de renseigner l'adresse de la passerelle (il s'agit donc de 192.168.0.254).
- En mode simulation, ajouter un **serveur DNS** à ce nouvel ordinateur. Configurer ce serveur DNS en ajoutant, dans l'onglet  Adresse (A), le nom de domaine www.nsiLG.fr à l'adresse IP 192.168.2.2 (l'autre ordinateur « tour » de notre réseau). Démarrer le serveur DNS.

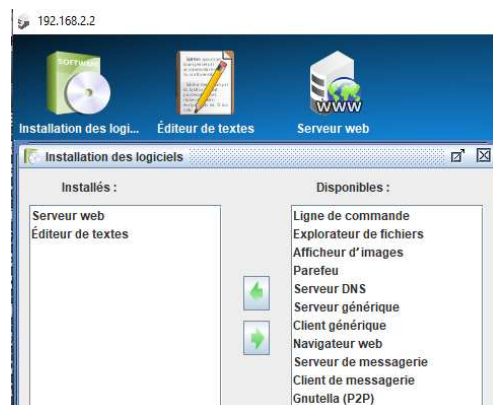


- Configurer les différents ordinateurs portables en précisant l'adresse IP du serveur DNS créé.
- En mode simulation, effectuer un ping `www.nsiLG.fr` à partir de différentes machines du réseau (attention à préciser à chacune l'adresse du serveur DNS). Si tout va bien, on obtient 0% paquets perdus !

3. Comment ajouter un serveur web sur notre réseau ?

On veut maintenant héberger nos pages web sur un serveur de notre réseau. Ce serveur devra être accessible par toutes nos machines, via l'URL `www.nsiLG.fr`. D'après la configuration précédente, nous choisissons la machine 192.168.2.2 comme serveur.

- Enregistrer le précédent réseau, comprenant le serveur DNS, sous un autre nom (ex : ServeurWeb.fls)
- Passer en mode simulation et **installer un serveur Web** et un **éditeur de texte** sur la machine 192.168.2.2. **Démarrer** le serveur web.
- À l'aide de l'éditeur de texte (Menu Fichier / Ouvrir), il est possible de modifier le code HTML du fichier `index.html` dans le dossier webserver qui est la page retournée par défaut aux clients. Remplacer le contenu du fichier par celui du fichier `index.html` mis à disposition.



- Installer un **client Web** (navigateur web) sur la machine 192.168.1.1.
Démarrer le navigateur et saisir l'URL `www.nsiLG.fr` dans la barre d'adresse, pour envoyer une **requête HTTP au serveur Web**. La page d'accueil du serveur devrait s'afficher.



Partie 3: Pour aller plus loin... au cœur de la trame !

Sur la base du dernier réseau construit (serveur web + DNS), on va chercher à visualiser les échanges de données effectués par un ordinateur « client » et un ordinateur « serveur », lors de la consultation d'une page web.

- Activer l'**affichage des données sur la machine 192.168.1.1** avec un clic droit
- Au besoin, **relancer la requête HTTP** précédente (`www.nsiLG.fr`) à l'aide du navigateur puis analyser l'échange de données :
 - HTTP est un protocole où le client et le serveur établissent une connexion. Comment repérer les trames TCP marquant le **début de la connexion** entre le client 192.168.1.1 et le serveur 192.168.2.2 ?
 - De même, repérer les trames marquant la **fin de la connexion** entre les machines.
 - Repérer parmi les trames de données capturées celle où 192.168.1.1 demande la page d'accueil au serveur 192.168.2.2 avec la **méthode GET**.
 - Comment repérer la **réponse HTTP** du serveur à la requête GET du client ?
 - Une seule requête GET suffit-elle à afficher la page d'accueil ?
 - Identifier certaines des **quatre couches Réseau, Internet, Transport et Application** qui constituent les différents en-têtes de la trame de données.

No.	Date	Source	Destination	Protocole	Couche	Commentaire
1	11:48:28.605	192.168.1.1	192.168.1.254	ARP	Internet	Recherche de l'adresse MAC associée à 192.168.1.254, 192.1...
2	11:48:28.855	192.168.1.254	192.168.1.1	ARP	Internet	192.168.1.254: B1:C0:78:0C:AC:A5
3	11:48:28.855	192.168.1.1:51733	192.168.0.1:53		Application	ID=1622 QR=0 RCODE=0 QDCOUNT=1 ANCOUNT=0 NSCOUNT=0 ARCOUNT...
4	11:48:29.371	192.168.0.1:53	192.168.1.1:51733		Application	ID=1622 QR=1 RCODE=0 QDCOUNT=0 ANCOUNT=1 NSCOUNT=0 ARCOUNT...
5	11:48:29.371	192.168.1.1:6678	192.168.2.2:80	TCP	Transport	SYN, SEQ: 4152271161
6	11:48:30.121	192.168.2.2:80	192.168.1.1:6678	TCP	Transport	SYN, ACK:4152271162, SEQ: 2120922905
7	11:48:30.121	192.168.1.1:6678	192.168.2.2:80	TCP	Transport	ACK: 2120922906
8	11:48:30.183	192.168.1.1:6678	192.168.2.2:80	Application		GET / HTTP/1.1 Host: www.nsiLG.fr
9	11:48:30.683	192.168.2.2:80	192.168.1.1:6678	TCP	Transport	ACK: 4152271163
10	11:48:30.746	192.168.2.2:80	192.168.1.1:6678	Application		HTTP/1.1 200 OK Content-type: text/html <!DOCTYPE html> <...
11	11:48:30.746	192.168.1.1:6678	192.168.2.2:80	TCP	Transport	ACK: 2120922907
12	11:48:31.246	192.168.2.2:80	192.168.1.1:6678	Application		au lycée Laure Gatet</h1> <h2>Chapitres déjà trait...
13	11:48:31.246	192.168.1.1:6678	192.168.2.2:80	TCP	Transport	ACK: 2120922908
14	11:48:31.746	192.168.2.2:80	192.168.1.1:6678	Application		es données dans un réseau (notamment le réseau Internet) d...
15	11:48:31.746	192.168.1.1:6678	192.168.2.2:80	TCP	Transport	ACK: 2120922909
16	11:48:31.855	192.168.1.1:6678	192.168.2.2:80	TCP	Transport	FIN
17	11:48:32.355	192.168.2.2:80	192.168.1.1:6678	TCP	Transport	ACK: 1
18	11:48:32.417	192.168.2.2:80	192.168.1.1:6678	TCP	Transport	FIN
19	11:48:32.417	192.168.1.1:6678	192.168.2.2:80	TCP	Transport	ACK: 1