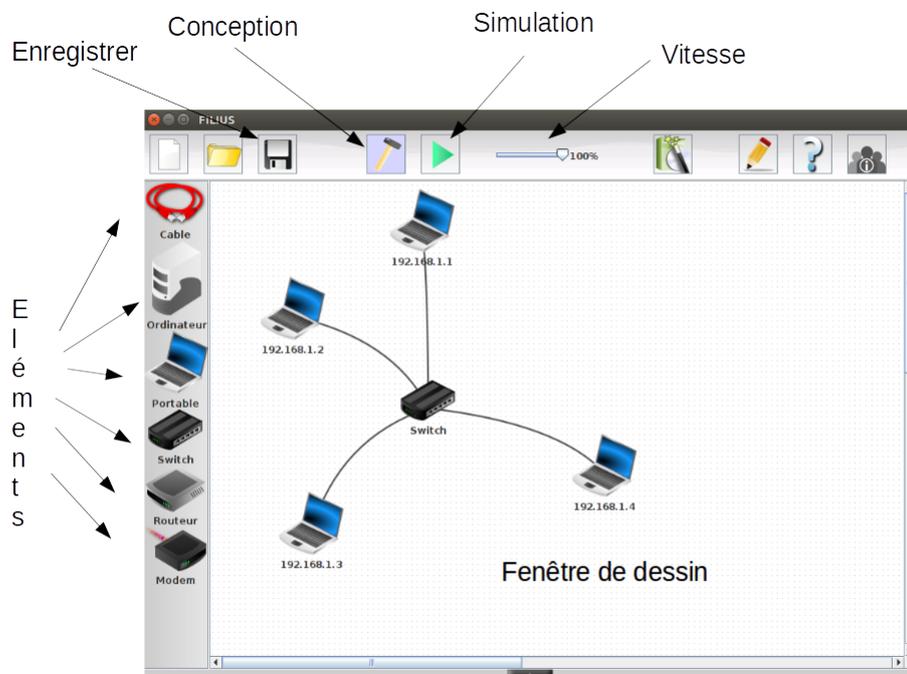


Ce document est directement inspiré d'une ressource présentée pendant la formation SNT 2019 des enseignants de l'Académie de Lyon et placée sous licence **CC BY-NC-SA 4.0**, de la ressource en ligne de David Roche sur la plateforme **Pixees** en particulier pour l'exercice 4 et de la documentation du logiciel **Filius**.

Le logiciel **Filius** est un logiciel de simulation de réseau développé par une université allemande. Une **documentation en Anglais** est disponible.

L'interface du logiciel se présente ainsi :



Interface du simulateur de réseau Filius

Il existe deux modes d'utilisation.

☞ Pour réaliser le circuit, on utilise le mode *conception* en cliquant sur l'icône . Les éléments disponibles sont disposés sur le bord vertical gauche de la fenêtre et il suffit de les glisser/déposer dans la zone centrale de conception.

☞ Pour effectuer une simulation et installer des logiciels sur les éléments du réseau, on utilise le mode *simulation* en cliquant sur l'icône .

⚠ Pour visualiser correctement le trajet des données sur le réseau, il faut régler la vitesse sur une petite valeur : 10 % ou 20 %.

1 Réseau local et interconnexion de réseaux

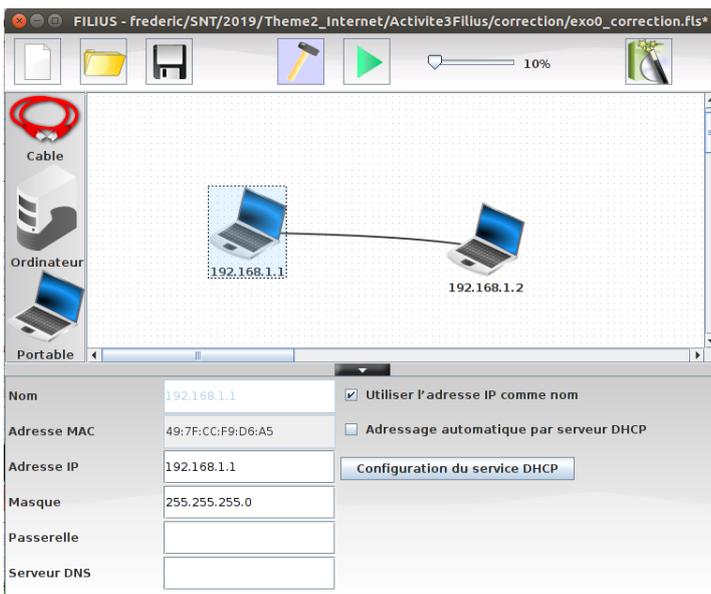
Exercice 1 Connexion pair à pair de deux machines

L'objectif de cet exercice est de relier en réseau deux machines. Une telle connexion est dite *pair à pair*.

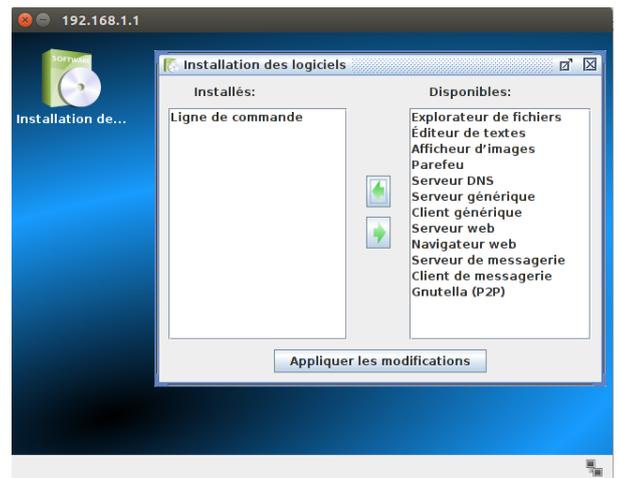
Créer un nouveau projet **Filius** et l'enregistrer dans un dossier pertinent de son espace personnel sur le réseau pédagogique sous le nom `exercice1.flx`.

1. Passer en mode *conception* et créer un réseau de deux machines hôtes de type portable reliées par un câble.
2. Faire un clic droit sur une machine et lui attribuer l'adresse IP 192.168.1.1 comme ci-dessous, en sélectionnant l'option *Utiliser l'adresse IP comme nom*. Attribuer de même l'adresse IP 192.168.1.2 à l'autre machine.
3. Passer en mode *simulation*, faire un clic droit sur la machine 192.168.1.1, sélectionner *Afficher le bureau* et installer l'application *ligne de commandes* en la faisant glisser vers la zone des applications installées à gauche comme ci-dessous.

Paramétrage de l'adresse IP

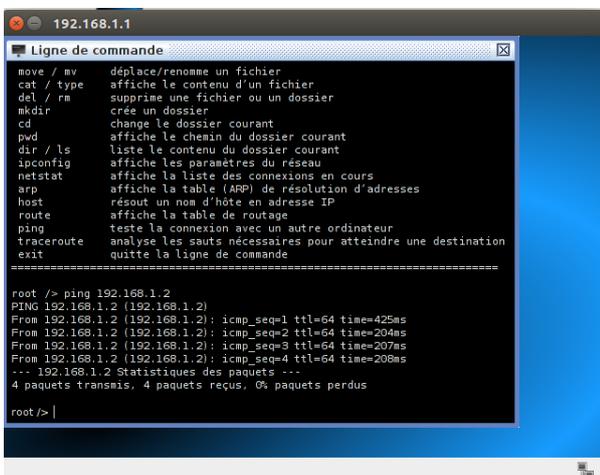


Installation d'une application

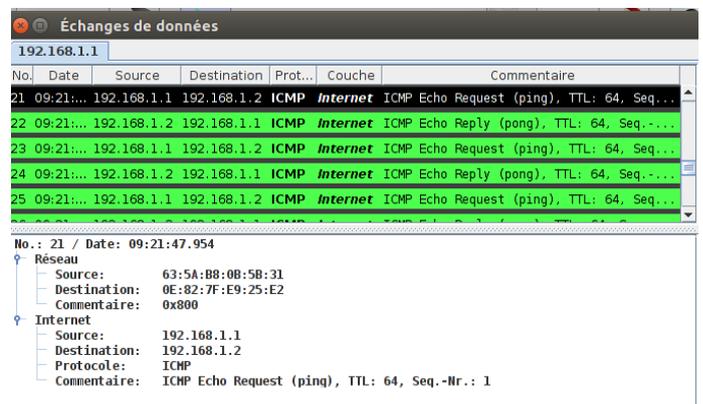


4. Lancer l'application ligne de commandes sur la machine 192.168.1.1 puis exécuter la commande `ping 192.168.1.2` pour tester la connexion vers la machine ping 192.168.1.2. Le câble devrait se colorer en vert si la connexion est correcte et les quatre paquets de données envoyés par ping devraient recevoir un écho pong retourné par ping 192.168.1.2 qu'on peut visualiser avec un clic droit sur 192.168.1.1 puis *Afficher les données*.

ping 192.168.1.2



Affichage des données



Exercice 2 *Interconnexion de plusieurs machines avec un switch*

On veut désormais étendre notre réseau à 4 machines.

Ouvrir le projet précédent `exercice1.flr` et l'enregistrer dans le même dossier sous le nom `exercice2.flr`.

1. Supprimer le câble entre les machines `192.168.1.1` et `192.168.1.2` et rajouter deux machines de type portable d'adresses IP `192.168.1.3` et `192.168.1.4`.
2. Pour interconnecter plus de deux machines on utilise un *commutateur* ou *switch* en Anglais. Créer un *switch* relié aux quatre machines.

Un *switch* ressemble à une multiprise avec plusieurs ports Ethernet RJ45 auxquels sont reliés les machines du réseau local. Il établit une table de correspondances entre adresse physique **MAC** et ports. Lorsqu'il reçoit un paquet, il lit l'adresse MAC du destinataire et transmet le paquet sur le port correspondant.



Définition 1

Toutes les interfaces réseau possèdent une adresse physique **MAC** qui est unique et attribuée par le constructeur. Elle est constituée sur 48 bits ou 6 octets représentés en notation hexadécimale et séparés par le caractère : (*colon* en anglais).

Dans l'exemple ci-dessous, l'adresse MAC de l'interface Wifi est `fc:f8:ae:31:cb:67`.

L'adresse MAC est nécessaire pour la liaison réseau entre deux équipements tandis que l'adresse IP est nécessaire pour le routage sur Internet.

```
frederic@fredportable:~/Téléchargements$ ifconfig wlan0
wlan0    Link encap:Ethernet HWaddr fc:f8:ae:31:cb:67
         inet adr:192.168.1.98 Bcast:192.168.1.255 Masque
         :255.255.255.0
```

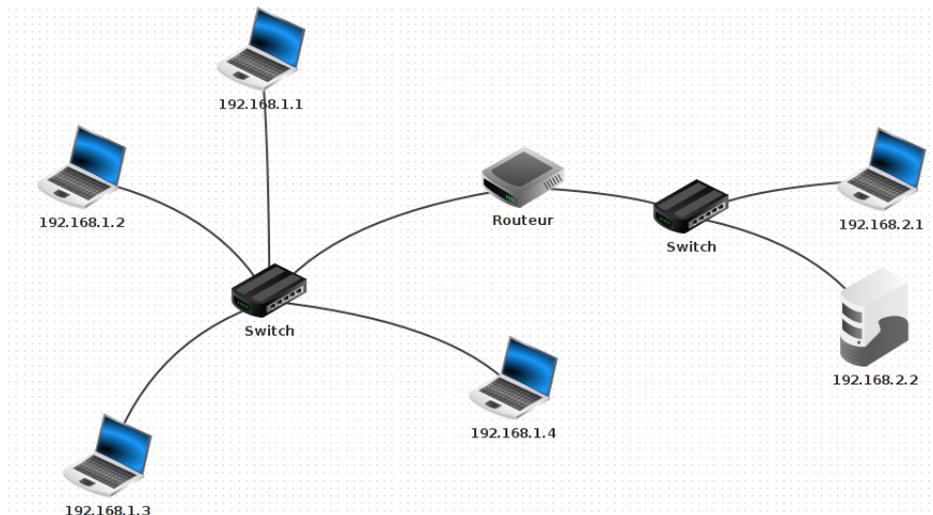
3. Tester la connexion entre les machines `192.168.1.1` et les trois autres avec la commande `ping`.

Exercice 3 *Interconnexion de réseaux avec un routeur*

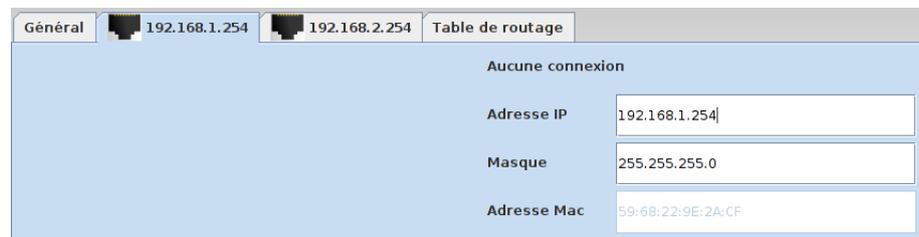
On veut désormais interconnecter deux réseaux locaux avec un *routeur*.

Ouvrir le projet précédent `exercice2.flr` et l'enregistrer dans le même dossier sous le nom `exercice3.flr`.

1. En mode conception, ajouter un *routeur* en sélectionnant 2 interfaces puis ajouter un *switch*, une machine de type portable et une autre de type ordinateur. Paramétrer leurs interfaces réseaux avec les adresses IP `192.168.2.1` pour le portable et `192.168.2.2` pour l'ordinateur.
2. Relier le routeur aux deux switches et le deuxième switch au portable et à l'ordinateur du réseau ajouté.



3. Faire un clic droit sur le *routeur* puis configurer ses deux interfaces : en assignant l'adresse IP 192 . 168 . 1 . 254 à celle reliée au premier réseau et 192 . 168 . 2 . 254 à l'autre.



4. En mode simulation, sur la machine 192 . 168 . 1 . 1 où la ligne de commandes est active, tester les connexions vers toutes les autres machines avec la commande ping.
5. Quelles sont les machines qui ne peuvent être atteintes ?
6. Pour atteindre ces machines depuis 192 . 168 . 1 . 1, il faut configurer une passerelle sur cette machine c'est-à-dire un équipement du même réseau local qui pourra relayer les paquets à destination de l'extérieur local.

Cet équipement d'interconnexion entre deux réseaux est le *routeur*.

Sa première interface 192 . 168 . 1 . 254 fait partie du même réseau que 192 . 168 . 1 . 1 et plus généralement que toutes les machines d'IP 192 . 168 . 1 . X dont le masque de sous-réseau 255 . 255 . 255 . 0 signifie que les trois premiers octets de leur adresse IP, 192 . 168 . 1, constituent le préfixe caractéristique du réseau auquel elles appartiennent.

De même l'interface 192 . 168 . 2 . 254 du routeur appartient au même réseau que les machines 192 . 168 . 2 . 1 et 192 . 168 . 2 . 2.

- a. Repasser en mode conception et configurer la passerelle 192 . 168 . 1 . 254 sur la machine 192 . 168 . 1 . 1. Essayer de nouveau d'atteindre la machine 192 . 168 . 2 . 2 depuis la machine 192 . 168 . 2 . 1. Test concluant ?

Nom	192.168.1.1
Adresse MAC	63:5A:B8:0B:5B:31
Adresse IP	192.168.1.1
Masque	255.255.255.0
Passerelle	192.168.1.254
Serveur DNS	

b. Pour que ping 192.168.2.2 fonctionne, il faut, comme on l'a déjà vu, que 192.168.2.2 renvoie un écho pong vers l'émetteur 192.168.1.1.

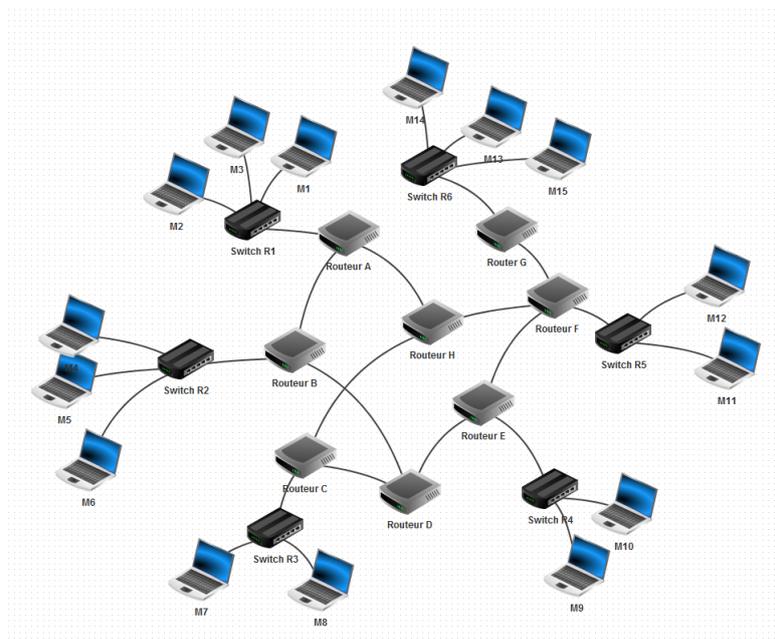
Comme 192.168.1.1 est sur un autre réseau que 192.168.2.2, il faut configurer la passerelle 192.168.2.254 (interface du routeur sur le même réseau que 192.168.2.2) sur la machine 192.168.2.2. On doit faire de même sur 192.168.2.1.

Nom	192.168.2.2
Adresse MAC	9F:B3:0E:A0:F4:E0
Adresse IP	192.168.2.2
Masque	255.255.255.0
Passerelle	192.168.2.254
Serveur DNS	

c. En mode simulation, vérifier que toutes les machines peuvent être désormais atteintes depuis 192.168.1.1 avec la commande ping.

Exercice 4 Routage dans une interconnexion de réseaux

Récupérer le fichier `exercice4_ressources.flx` puis l'ouvrir avec Filius.



1. Récupérer les adresses IP des machines M14 et M9.
2. En mode simulation, faire un ping de la machine M14 vers M9 pour vérifier la connexion.
3. Faire un traceroute de la machine M14 vers M9. Noter le chemin parcouru pour aller de M14 vers M9.

```

root /> traceroute 192.168.4.1
Établissement de la connexion avec 192.168.4.1 (en 20 sauts max.).
 1  192.168.6.254
 2  192.168.14.2
 3  192.168.12.1
 4  192.168.4.1
192.168.4.1 a été atteint en 4 sauts.

```

- Supprimer le câble réseau (clic droit sur le câble) qui relie le routeur F au routeur E (simulation de panne) et refaire un traceroute de M14 et M9.



Attendre un peu pour que les tables de routage des routeurs se mettent à jour.

En cas de problème, récupérer et ouvrir le fichier `exercice4bis_ressources.flx` pour faire le test.

Que constate-t-on?

2 Réseau avec serveur

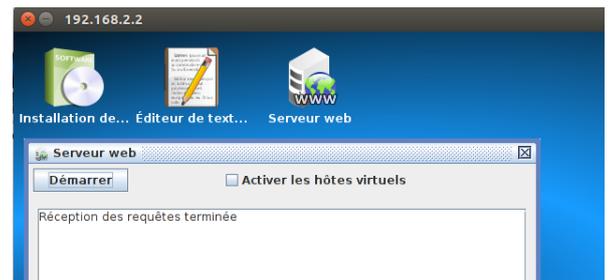
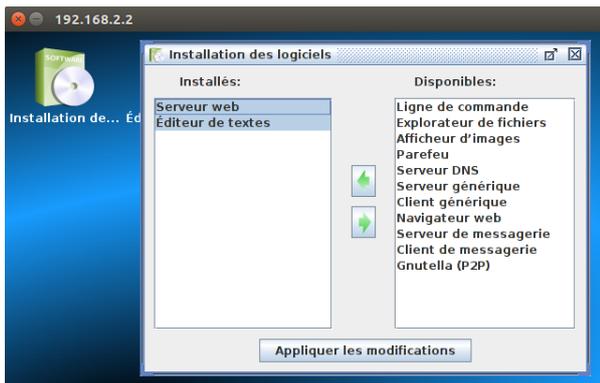
2.1 Ajout d'un serveur Web

Exercice 5 Ajout d'un serveur Web

On veut désormais simuler le service Web avec échange client/serveur.

Ouvrir le projet `exercice3.flx` et l'enregistrer dans le même dossier sous le nom `exercice5.flx`.

- Passer en mode simulation et installer un serveur Web et un éditeur de textes sur la machine `192.168.2.2`.

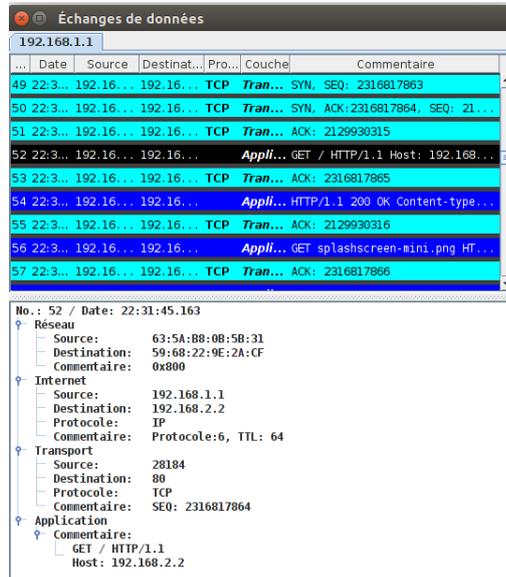


- Afficher le bureau de la machine `192.168.2.2`, cliquer sur l'icône du serveur Web et le démarrer. Il est possible de modifier le code HTML du fichier `index.html` dans le dossier `webserver` qui est la page retournée par défaut aux clients.



- Installer un client Web sur la machine `192.168.1.1`, lancer le navigateur et dans la barre d'adresse saisir l'URL `192.168.2.2` pour envoyer une requête HTTP au serveur Web. La page d'accueil du serveur devrait s'afficher comme ci-dessus.

4. Activer l'affichage des données sur la machine 192.168.1.1 avec un clic droit, relancer la requête HTTP précédente et 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.



- Identifier les quatre couches **Réseau**, **Internet**, **Transport** et **Application** qui constituent les différents en-têtes de la trame de données.
- Dans quelle couche s'exécute le protocole IP? et le protocole TCP?
- Quelle machine émet la trame TCP, avec le commentaire ACK, qui suit toute requête GET? D'après vos connaissances sur le protocole TCP, quel rôle peut bien jouer cette trame?
- Repérer la réponse HTTP du serveur à la requête GET.
- Une seule requête GET suffit-elle à afficher la page d'accueil?
- HTTP est un protocole où le client et le serveur établissent une connexion. Repérer les trames TCP marquant le début et la fin de la connexion entre le client 192.168.1.1 et le serveur 192.168.2.2.

Exercice 6 Ajout d'un serveur DNS

En pratique, on n'interroge pas un serveur Web avec son adresse IP mais avec un nom de domaine. Pour associer l'adresse IP 192.168.2.2 du serveur au nom de domaine `www.filius.com`, on va rajouter un serveur DNS.

Ouvrir le projet `exercice5.flx` et l'enregistrer dans le même dossier sous le nom `exercice6.flx`.

- En mode conception, rajouter une machine de type ordinateur d'adresse IP 192.168.0.1 et de passerelle 192.168.0.254 et ajouter l'adresse 192.168.0.1 comme serveur DNS sur la machine 192.168.1.1.

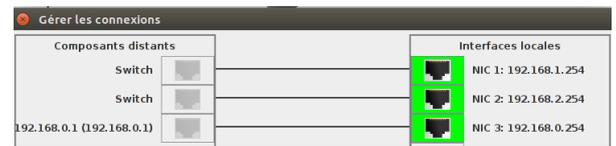
Paramétrage 192.168.0.1

Nom	192.168.0.1
Adresse MAC	1B:3A:23:67:CD:6B
Adresse IP	192.168.0.1
Masque	255.255.255.0
Passerelle	192.168.0.254
Serveur DNS	

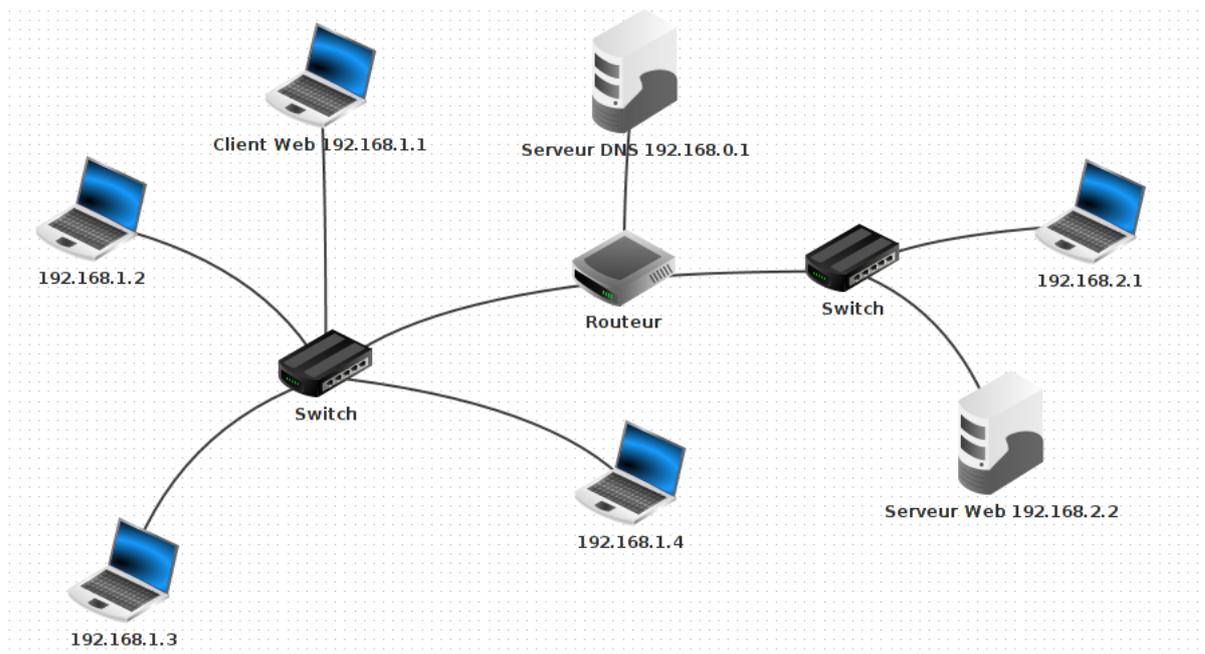
Ajout serveur DNS à 192.168.1.1

Nom	192.168.1.1
Adresse MAC	63:5A:B8:0B:5B:31
Adresse IP	192.168.1.1
Masque	255.255.255.0
Passerelle	192.168.1.254
Serveur DNS	192.168.0.1

- En mode conception, faire un clic droit sur le routeur, sélectionner *gérer les connexions* et ajouter une interface réseau. Changer l'adresse IP de cette interface en 192.168.0.254 puis la relier à l'ordinateur 192.168.0.1.



Réseau avec serveur DNS



- Passer en mode simulation et installer sur l'ordinateur 192.168.0.1 l'application *Serveur DNS*. Lancer l'application et ajouter la règle de résolution de nom de domaine `www.filius.com` par l'adresse IP 192.168.2.2.
Démarrer le serveur DNS.
- Passer en mode simulation et sur la machine 192.168.1.1, lancer le navigateur et dans la barre d'adresses, saisir la requête `http://www.filius.com`. La page d'accueil du serveur Web devrait s'afficher.



- Par un clic droit sur 192.168.1.1 sélectionner l'affichage de données et repérer les deux trames de la couche Application contenant la requête et la réponse entre le client Web 192.168.1.1 et le serveur DNS 192.168.0.1 pour la résolution du nom de domaine `www.filius.com`.
- Terminer la configuration du réseau pour que le serveur Web soit accessible depuis toutes les machines.