



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 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.fls.





Installation d'une application

- 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

FILIUS - frederic/SNT/2019/Theme2_Internet/Activite3Filius/correction/exo0_correction.fls* 10% A Installation des logiciels Installés: Disponibles: Ligne de commande Explorateur de fichiers Éditeur de textes Éditeur de textes Afficheur d'images Parefeu Serveur générique Client générique Serveur web Navigateur web Serveur de messagerie • 192.168.1.1 Client de messagerie Gnutella (P2P) Portable • Appliquer les modifications Utiliser l'adresse IP comme nom Nom Adresse MAC 49:7F:CC:F9:D6:A5 Adressage automatique par serveur DHCP 192.168.1.1 Adresse IP Configuration du service DHCP 255.255.255.0 Masque Passerelle Serveur DNS

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 cable 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
♥● 192.168.1.1 ■ Ligne de commande ☑ move / mv déplace/renomme un fichier cat / type affiche le contenu d'un fichier del / rm supprime une fichier ou un dossier médir crée un dossier	Image: Source Destination Prot Couche Commentaire 21 09:21: 192.168.1.1 192.168.1.1 Commentaire 21 09:21: 192.168.1.1 192.168.1.1 192.168.1.2 ICMP Internet ICMP Echo Request (ping), ITL: 64, Seq
cd change le dossier courant pwd affiche le cheain du dossier courant dir / ls liste le contenu du dossier courant ipconfig affiche les paraatres du réseau netstat affiche la liste des connexions en cours arp affiche la table (ARP) de résolution d'adresses host résout un nom d'hôte en adresse IP route affiche la table de Arby de résolution d'adresses ping teste la connexion avec un autre ordinateur traceroute analyse les sauts nécessaires pour atteindre une destination exit quitte la ligne de commande	22 09:21 192.168.1.2 192.168.1.1 ICMP Internet ICMP Echo Reply (pong), TTL: 64, Seq 23 09:21 192.168.1.1 192.168.1.2 ICMP Internet ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq 24 09:21 192.168.1.2 192.168.1.1 ICMP Internet ICMP Echo Reply (pong), TTL: 64, Seq 25 09:21 192.168.1.1 192.168.1.2 ICMP Internet ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq 26 09:21 192.168.1.1 192.168.1.2 ICMP Internet ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq 27 09:21 192.168.1.1 192.168.1.2 ICMP Internet ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq 28 09:21 192.168.1.1 192.168.1.2 ICMP Internet ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq 29 09:21 192.168.1.1 192.168.1.2 ICMP Internet ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq 20 09:21 192.168.1.1 192.168.1.2 ICMP Internet ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq 29 09:21 192.168.1.1 192.168.1.2 ICMP Internet ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq 20 09:21 192.168.1.1 192.168.1.2 ICMP Internet ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq 20 09:21 192.168.1.1 192.168.1.2 ICMP Internet ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq 20 09:21 192.168.1.1 192.168.1.2 ICMP Internet ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq 20 09:21 192.168.1.1 192.168.1.2 ICMP Internet ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq
<pre>root /> ping 192.168.1.2 PIMG 192.168.1.21 PIMG 192.168.1.2 1192.168.1.21 From 192.168.1.2 1192.168.1.21: icmp_seq=1 ttl=64 time=425ms From 192.168.1.2 1192.168.1.21: icmp_seq=2 ttl=64 time=204ms From 192.168.1.2 1192.168.1.21: icmp_seq=3 ttl=64 time=204ms From 192.168.1.2 1192.168.1.21: icmp_seq=3 ttl=64 time=207ms From 192.168.1.2 1192.168.1.21: icmp_seq=3 ttl=64 time=208ms 192.168.1.2 Statistiques des paquets 4 paquets transmis, 4 paquets recus, 0% paquets perdus</pre>	- Source: 63:5A:08:00:5B:31 - Destination: 0E:82:7F:E9:25:E2 - Commentaire: 0x800 9 Internet - Source: 192.168.1.1 - Destination: 192.168.1.2 - Protocole: ICMP - Commentaire: ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, SeqNr.: 1
root/>	





Exercice 2 Interconnexion de plusieurs machines avec un switch

On veut désormais étendre notre réseau à 4 machines. Ouvrir le projet précédent exercice1.fls et l'enregistrer dans le même dossier sous le nom exercice2.fls.

- 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.fls et l'enregistrer dans le même dossier sous le nom exercice3.fls.

- 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 switchs 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.

Général 192.168.1.254	192.168.2.254	Table de routage	
		Aucune conn	exion
		Adresse IP	192.168.1.254
		Masque	255.255.255.0
		Adresse Mac	59:68:22:9E:2A:CF

- **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 255.255.0 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.fls 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.





4. 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.fls 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.fls et l'enregistrer dans le même dossier sous le nom exercice5.fls.

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





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.





3. 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.

E	chunges u									
192.168	.1.1									
Date	Source	Destinat	. Pro	. Couche			Comm	entair	е	
9 22:3	192.16	192.16	тср	Tran	SYN,	SEQ:	231681	7863		
0 22:3	192.16	192.16	тср	Tran	SYN,	ACK :	2316817	7864,	SEQ:	21
1 22:3	192.16	192.16	тср	Tran	ACK:	2129	930315			
2 22:3	192.16	192.16		Appli	GET	/ нгт	9/1.1 H	lost:	1 <mark>92</mark> .1	.68
3 22:3	192.16	192.16	тср	Tran	ACK:	2316	817865			
4 22:3	192.16	192.16		Appli	HTTP	/1.1	200 OK	Conte	nt-ty	/pe
5 22:3	192.16	192.16	тср	Tran	ACK:	2129	930316			
6 22:3 <u></u>	102.16	102.16		Annli	GET	enlael	iscreer	mini		
	102.10	192.10		Арри		sp cus	1001001	1-11111	png	нт
7 22:3 lo.: 52	192.16 / Date: 22	192.16 192.16	ТСР	Appn Tran	ACK:	2316	817866		png	ΗΓ
7 22:3	192.10 / Date: 22 u urce: stination: mmentaire: otocole: mmentaire: port urce: stination: otocole:	192.10 192.16 :31:45.163 63:5A:8: 59:68:22 0x800 192.168 192.168 192.168 192.168 192.168 192.168 192.168 192.168 192.168 192.168 192.168 192.168 192.16 193.16 192.16 193.1	TCP 8:0B:5 2:9E:2 .1.1 .2.2 le:6,	Tran 78:31 78:31 74:CF TTL: 64	ACK:	2316	317866		png	HT

- **a.** Identifier les quatre couches **Réseau**, **Internet**, **Transport** et **Application** qui constituent les différents en-têtes de la trame de données.
- b. Dans quelle couche s'exécute le protocole IP? et le protocole TCP?
- **c.** 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?
- d. Repérer la réponse HTTP du serveur à la requête GET.
- e. Une seule requête GET suffit-elle à afficher la page d'accueil?
- **f.** 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.fls et l'enregistrer dans le même dossier sous le nom exercice6.fls.

1. 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 serv	eur 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





2. 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.



3. 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.

4. 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.

😣 🔵 Client	Web 192.168.1.1 - 192.168.1.1
😻 Page d'ac	cueil 🛛 🗹
http://www.filiu	is.com/ Afficher
	FILIUS - Serveur web
	Bienvenue sur le serveur web de FILIUS

- **5.** 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.
- 6. Terminer la configuration du réseau pour que le serveur Web soit accessible depuis toutes les machines.