

# Introduction au monde de FILS

1



Auteur : Daniel Garmann (dgarmann@freenet.de), Gymnase Odenthal ([www.gymnasium-odenthal.de](http://www.gymnasium-odenthal.de))

Traduit en anglais par : Lukas Herbert ([herbert.lukas@hotmail.de](mailto:herbert.lukas@hotmail.de))

Date : décembre 2015

---

<sup>1</sup> Toutes les images proviennent du logiciel Filius. Tous droits réservés à ses développeurs.

# Table des matières

Remarque préliminaire 2 .....	2
Conception de SON 2 .....	2
Mode de conception 3 .....	3
Composants de SON 3 .....	3
Composants Ordinateur et ordinateur portable 3 .....	3
Câble composant 4 .....	4
Commutateur de composants 4 .....	4
Routeur de composants 4 .....	4
Modem composant 5 .....	5
Mode de simulation 5 .....	5
Applications réseau dans SON 7 .....	7
Applications système dans SON 7 .....	7
Applications clientes dans SON 7 .....	7
Applications serveur dans SON 8 .....	8
Mode de documentation 8 .....	8
Moyens possibles de documentation 8 .....	8
Conception et test de réseaux dans FILIUS 8 .....	8
Lien direct 9 .....	9
Connexion d'ordinateurs à l'aide d'un commutateur 11 .....	11
Connexion de deux réseaux à l'aide d'un routeur 13 .....	13
Simulation du World Wide Web 14 .....	14
Service de messagerie électronique dans votre réseau 18 .....	18
Prospect 22 .....	22
Réseaux virtuels et réseaux physiques 22 .....	22
Échange de fichiers en pair à pair 24 .....	24
Configuration d'un serveur DHCP 25 .....	25
Création et mise en œuvre de votre propre logiciel 27 .....	27
Routage à travers plusieurs ordinateurs (routage manuel) 28 .....	28
Document complémentaire A : Adresses IP 31 .....	31

## Remarque préliminaire

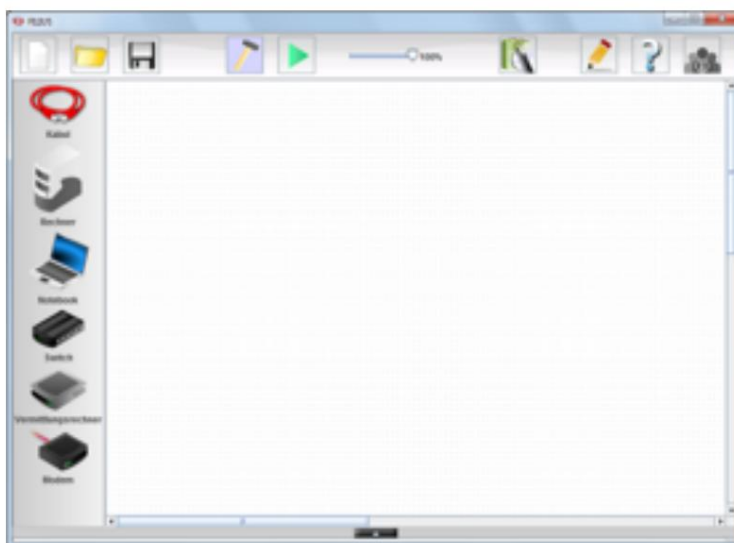
<sup>2</sup>FILIUS a été initialement développé par l'Université de Siegen, en Allemagne, afin d'enrichir les cours d'informatique portant sur les réseaux. Destiné principalement aux élèves du secondaire, son large éventail d'applications le rend néanmoins intéressant pour les apprenants de tous âges. Ce logiciel favorise notamment l'apprentissage par l'exploration et s'avère très utile pour initier les élèves à Internet et à ses diverses applications.

Ce document a pour but de vous présenter, en tant qu'enseignant, les différentes manières d'utiliser FILIUS en classe. Chaque description est suivie d'exemples d'exercices dont les solutions sont disponibles en téléchargement sur le site web de FILIUS.

## Conception de FILS

Après le lancement initial du programme (filius.exe ou filius.jar), vous aurez la possibilité de choisir la langue du programme, qui sera enregistrée de façon permanente. À partir de 3

Le programme se présentera désormais comme suit :




Le programme choisit entre trois modes de fonctionnement différents : le mode conception, le mode simulation et le mode documentation :


Pour passer en mode conception, cliquez simplement sur l'icône en forme de marteau ( ) dans la barre d'outils en haut. Ce mode permet de construire un réseau ou d'y apporter des modifications. Après le lancement du programme, FILIUS sera toujours en mode conception.

---

<sup>2</sup> FILIUS signifie Free Interactive Learning Environment for Internetworking de l'Université de Siegen.

<sup>3</sup> Cette préférence se trouve dans le répertoire utilisateur, dans le dossier .filius, qui peut être supprimé pour être réinitialisé.

Pour démarrer le mode simulation, cliquez sur la flèche verte  dans la barre d'outils. Ce mode est utilisé (pour tester le réseau que vous avez construit, installer différentes applications réseau sur les ordinateurs et les exécuter.

Pour accéder au mode documentation, sélectionnez le crayon (le mode ) dans la barre d'outils en haut. Ceci offre la possibilité d'ajouter vos propres annotations au réseau et de regrouper certaines parties du réseau pour une meilleure compréhension.

Avant de commencer à construire le premier réseau, voici une brève introduction aux éléments essentiels d'un réseau dans FILIUS.

## Le mode de conception

Avant de construire votre premier réseau, ce chapitre vous familiarisera avec le fonctionnement des différents composants de FILIUS. Ensuite, nous utiliserons ces composants pour construire et tester des réseaux, en commençant par des exemples simples et en augmentant progressivement leur complexité.


## Composants dans SON


Filius propose différents composants dans la barre d'outils située à gauche.

Ces éléments peuvent être positionnés, connectés, modifiés et supprimés dans l'espace de travail. Pour créer un nouveau composant, faites-le glisser et déposez-le où vous le souhaitez dans l'espace de travail blanc. Pour connecter deux appareils par câble, sélectionnez le câble dans la barre d'outils et cliquez sur les composants à relier. Les connexions sont conservées même si les composants sont repositionnés. Un clic droit permet de supprimer un câble ou un composant. Nous allons maintenant découvrir les fonctions de base des différents composants ; une explication plus détaillée sera fournie dans le chapitre consacré à la conception et au test des réseaux dans FILIUS.

### Composants d'ordinateur et d'ordinateur portable

Dans la barre d'outils située à gauche, FILIUS propose deux types d'ordinateurs pour nos réseaux virtuels. Bien que leurs fonctions soient identiques, il est judicieux de les distinguer. Pour un ordinateur exécutant les tâches d'un client, il est conseillé d'utiliser un

Carnet de notes (  ), tandis que pour un ordinateur assurant la fonction de serveur, nous utiliserons un


Ordinateur standard (  ). Les composants peuvent être ajoutés en les faisant glisser dans l'espace de travail à l'aide du bouton gauche de la souris. La configuration de l'ordinateur est visible en double-cliquant sur l'image ou en effectuant un clic droit et en sélectionnant « Configurer ». L'image affichée en dessous vous permettra de modifier le nom de

L'ordinateur, son adresse IP, son masque de sous-réseau et ses autres paramètres. La configuration standard d'un ordinateur est illustrée dans l'image suivante.

Name	New Computer
MAC Address	34:8E:32:F6:13:8E
IP address	192.168.0.10
Netmask	255.255.255.0
Gateway	
Domain Name Server	


Si vous et vos élèves ne connaissez pas la fonction d'une adresse IP ou d'un masque de sous-réseau, veuillez d'abord lire l'annexe A pour une brève description.

### Câble composant

Deux ordinateurs peuvent être connectés à l'aide d'un câble (  ). Après avoir sélectionné le câble dans la barre d'outils, vous pouvez cliquer d'abord sur l'un, puis sur l'autre composant que vous souhaitez connecter dans votre espace de travail, afin d'établir une liaison entre les deux.


### Commutateur de composants

Si vous souhaitez connecter plus de deux ordinateurs entre eux, vous avez besoin d'un routeur central.

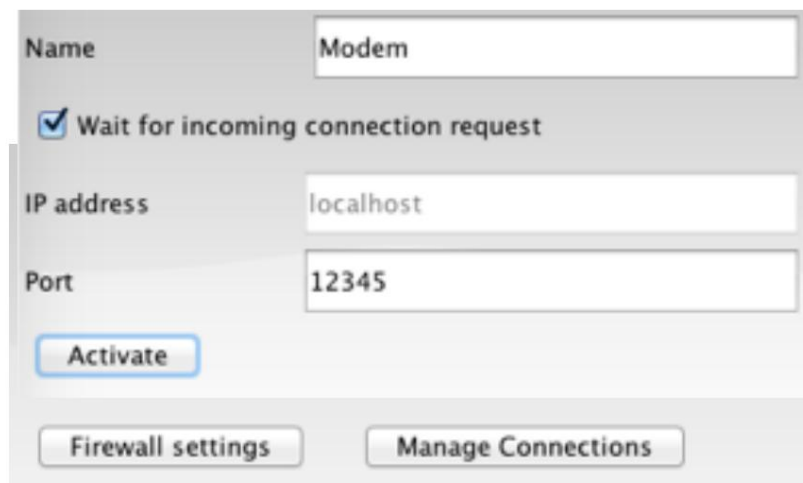
hub. La méthode la plus simple consiste à utiliser un commutateur (  ). Pour un commutateur, la configuration peut également être modifiée en double-cliquant sur l'icône.

Un commutateur mémorise tous les composants connectés après l'envoi de la première requête sur le réseau et redirige les signaux vers leurs destinataires. Cependant, un commutateur ne peut connecter que des ordinateurs appartenant à un seul réseau.

### Routeur de composants

Pour transmettre un signal réseau d'un réseau à un autre, un routeur est nécessaire pour les connecter.  Pour que le routeur fonctionne correctement, tous les composants connectés doivent appartenir à des réseaux différents. Cela s'applique également aux ordinateurs qui y sont directement connectés.

Après l'initialisation d'un routeur, FILIUS demande combien de cartes réseau (NIC, Network Internet Card) il doit posséder, c'est-à-dire combien d'interfaces réseau il doit fournir.




The screenshot shows a configuration window for a modem. It has a 'Name' field with 'Modem' entered. Below it is a checked checkbox labeled 'Wait for incoming connection request'. The 'IP address' field contains 'localhost' and the 'Port' field contains '12345'. At the bottom, there are three buttons: 'Activate' (highlighted with a blue border), 'Firewall settings', and 'Manage Connections'.

La configuration peut être modifiée ultérieurement dans le panneau de configuration du routeur, en sélectionnant l'option « Gérer les connexions ».

Dans le panneau des préférences, vous trouverez également un onglet dédié à chaque interface, permettant de configurer la carte réseau et son réseau. Modifiez l'adresse IP en fonction du réseau auquel vous êtes connecté afin que le signal puisse être correctement acheminé (généralement la première adresse IP du réseau). De plus, une passerelle doit être ajoutée pour chaque ordinateur du réseau. Les préférences exactes seront expliquées en détail dans un exemple ultérieur.

## Modem à composants

FILIUS offre également la possibilité de connecter plusieurs programmes FILIUS exécutés sur différents ordinateurs d'un réseau physique existant, comme celui d'une salle de classe. Il est important de vérifier que votre pare-feu autorise de telles connexions. Pour utiliser cette fonctionnalité, tous les programmes FILIUS doivent être configurés pour autoriser ces connexions.



Les programmes doivent inclure un modem dans leur réseau virtuel. Ce modem doit être configuré comme récepteur ; pour ce faire, cochez la case « Attendre une demande de connexion entrante », puis cliquez sur le bouton « Activer » afin d'accepter les demandes entrantes.

Tous les modems des autres réseaux virtuels peuvent désormais établir une connexion réseau physique en utilisant l'adresse IP réelle du modem récepteur. La connexion sera signalée par un petit point vert sur chaque modem.

## Le mode simulation

Le mode simulation permet d'installer, de désinstaller ou de démarrer des logiciels sur les ordinateurs.

Pour passer en mode simulation, cliquez sur la flèche verte dans la barre d'outils supérieure (  ).

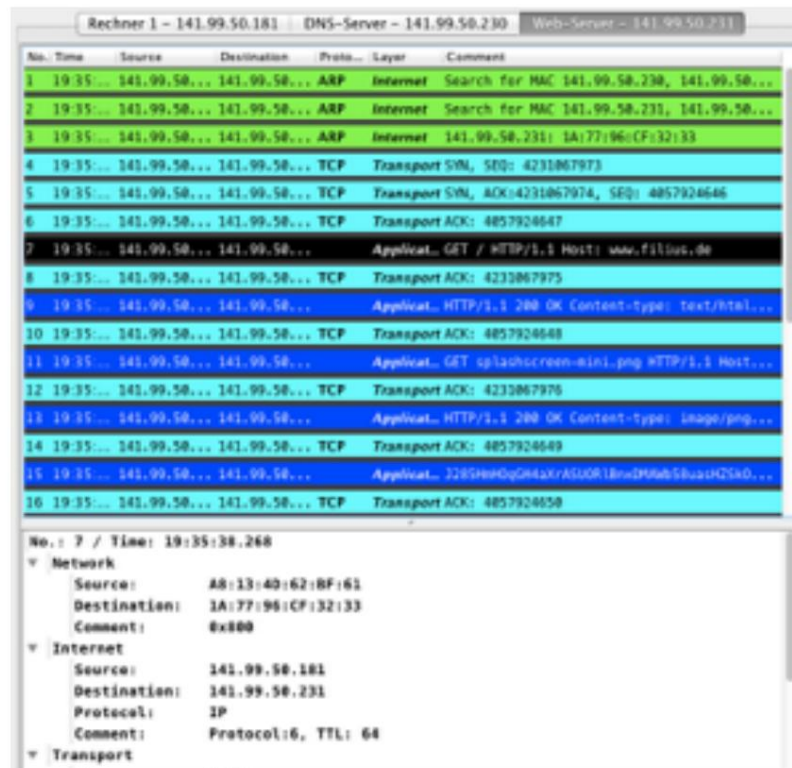
L'objectif principal de FILIUS est d'afficher l'activité réseau sur les différentes couches du modèle OSI.

modéliser pour l'utilisateur et ainsi améliorer la compréhension du fonctionnement des réseaux.

Pour modifier la vitesse d'affichage de la simulation, utilisez le panneau de commande.

En haut. Cela ajustera la vitesse d'affichage des signaux dans les câbles ainsi que dans le modèle de couches OSI, que l'on peut voir en cliquant avec le bouton droit sur n'importe quel ordinateur.

Mais avant de pouvoir observer l'activité du réseau, il est nécessaire d'installer

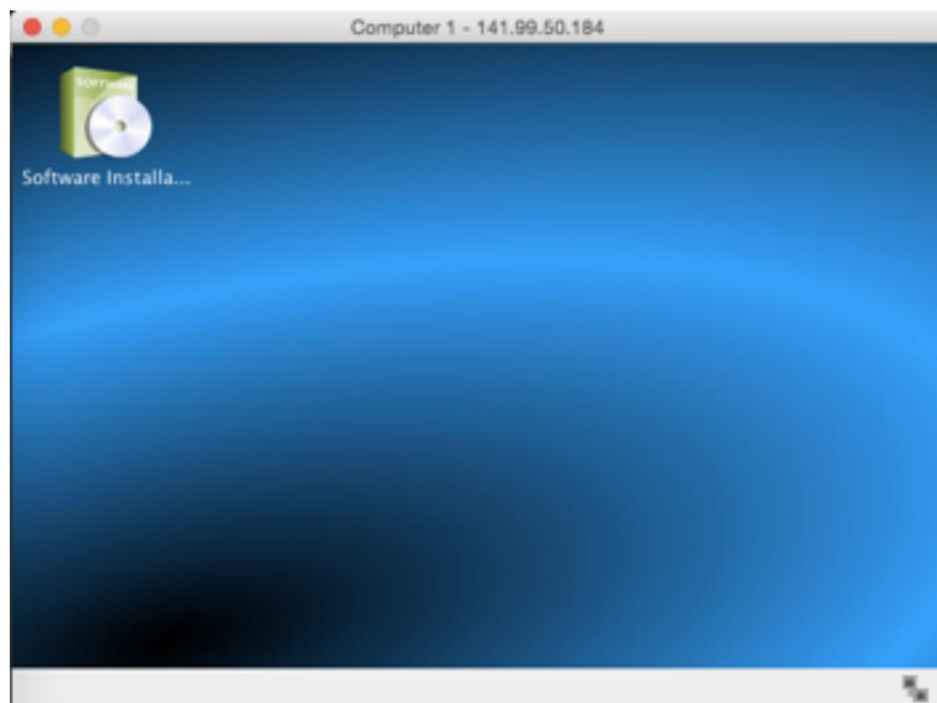





No.	Time	Source	Destination	Proto.	Layer	Comment
1	19:35...	141.99.50...	141.99.50...	ARP	Internet	Search for MAC 141.99.50.230, 141.99.50...
2	19:35...	141.99.50...	141.99.50...	ARP	Internet	Search for MAC 141.99.50.231, 141.99.50...
3	19:35...	141.99.50...	141.99.50...	ARP	Internet	141.99.50.231: 1A:77:96:CF:32:33
4	19:35...	141.99.50...	141.99.50...	TCP	Transport	SYN, SEQ: 4231067973
5	19:35...	141.99.50...	141.99.50...	TCP	Transport	SYN, ACK:4231067974, SEQ: 4057924646
6	19:35...	141.99.50...	141.99.50...	TCP	Transport	ACK: 4057924647
7	19:35...	141.99.50...	141.99.50...	Applicat.	GET / HTTP/1.1	Host: www.filius.de
8	19:35...	141.99.50...	141.99.50...	TCP	Transport	ACK: 4231067975
9	19:35...	141.99.50...	141.99.50...	Applicat.	HTTP/1.1 200 OK	Content-type: text/html...
10	19:35...	141.99.50...	141.99.50...	TCP	Transport	ACK: 4057924648
11	19:35...	141.99.50...	141.99.50...	Applicat.	GET splashscreen-mini.png	HTTP/1.1 Host...
12	19:35...	141.99.50...	141.99.50...	TCP	Transport	ACK: 4231067976
13	19:35...	141.99.50...	141.99.50...	Applicat.	HTTP/1.1 200 OK	Content-type: image/png...
14	19:35...	141.99.50...	141.99.50...	TCP	Transport	ACK: 4057924649
15	19:35...	141.99.50...	141.99.50...	Applicat.	3285H0qGh4xRAGU0RlbnzH0b5huzhQ3x0...	
16	19:35...	141.99.50...	141.99.50...	TCP	Transport	ACK: 4057924650

No.	Time	Source	Destination	Proto.	Layer	Comment
7	19:35:38.268				Network	
		Source:	AB:13:40:62:BF:61			
		Destination:	1A:77:96:CF:32:33			
		Comment:	0x000			
				Internet		
		Source:	141.99.50.181			
		Destination:	141.99.50.231			
		Protocol:	IP			
		Comment:	Protocol:6, TTL: 64			
				Transport		

Le logiciel s'installe sur les ordinateurs. Un double-clic ou un clic droit sur un ordinateur permet d'accéder au bureau de l'appareil sélectionné.





En cliquant sur le symbole d'installation du logiciel (  ), vous pouvez installer (  ) et désinstaller (  ) le logiciel installé sur cet ordinateur. Voici une brève description du (fonctions des différents logiciels).


## Applications réseau dans FILIO


FILIUS propose trois types d'applications : les applications clientes, les applications serveur et les applications système. Celles-ci seront brièvement présentées ci-après.


### Applications système dans FILIO

L'explorateur de  Cette application vous permet de copier des fichiers existants depuis fichiers transfère le disque dur de votre ordinateur vers un ordinateur virtuel dans FILUS.

Ligne de commande  La ligne de commande vous permet de gérer l'ordinateur à l'aide de certaines commandes qui s'afficheront au démarrage du terminal.


Éditeur de texte  À l'aide de l'éditeur de texte, vous pouvez créer des fichiers texte simples, par exemple : Vous pouvez modifier les fichiers HTML. Vous pouvez également modifier les fichiers que vous avez importés précédemment à l'aide de l'explorateur de fichiers.


Pare-feu  Le pare-feu peut être utilisé pour ouvrir ou fermer certains ports au sein du système. réseau.


Visionneuse d'images  Ce programme vous permet d'ouvrir et de visualiser des images.

### Applications clientes dans FILIO

Programme de messagerie  Ce logiciel vous permet d'envoyer et de recevoir virtuellement. électronique. Courriels.

Navigateur Web :  Le navigateur Web vous permet de consulter des sites Web. Il peut traiter toutes les commandes HTML de base.

Client générique  Le client sert à se connecter à un serveur. Il peut être utilisé pour effectuer des tests. si le réseau est correctement connecté.

Gnutella  Gnutella est une application peer-to-peer qui permet de partager des fichiers. au sein d'un réseau virtuel.



## Applications serveur dans FILIO

Serveur DNS



Le serveur DNS est utilisé pour simuler la traduction des symboles

Les URL associées à leurs adresses IP respectives.

Serveur de messagerie



Grâce à un serveur de messagerie, vous pouvez créer différents comptes de messagerie qui pourront ensuite être utilisés par le programme de messagerie sur un ordinateur client.

Serveur Web



Cette application transforme un ordinateur en serveur web.

Permet aux clients de consulter un site web hébergé sur le serveur, à l'aide d'un navigateur web. Le site web par défaut est défini par le fichier index.html situé dans le répertoire virtuel root/webserver.

Serveur Echo



Une fois démarré, le serveur d'écho répond à toutes les requêtes des clients en renvoyant le message reçu.

## Le mode de documentation

Depuis la version 1.6.0, FILIUS permet à l'utilisateur de documenter les structures de réseau et de les regrouper symboliquement. Pour démarrer le mode documentation, cliquez sur l'icône affichant un

crayon (  ).

FILIUS propose deux méthodes de documentation dans ce

mode, que nous allons brièvement expliquer. Désormais, le script n'abordera plus l'utilisation du mode de documentation ; il appartient à l'utilisateur d'étiqueter ou de regrouper ses réseaux virtuels de manière pertinente.



À l'aide de champs de texte ( ), l'utilisateur peut ajouter des informations concernant le réseau virtuel.

Les champs de texte n'ont aucune influence sur le comportement du réseau en mode conception ni sur l'activité du réseau en mode simulation.



Il en va de même pour les champs de structure ( ). Ils permettent de regrouper symboliquement et de manière pertinente les différents composants d'un réseau. Le champ peut être redimensionné et apparaîtra en arrière-plan une fois le mode documentation quitté.





En utilisant le bouton d'exportation ( ), votre réseau virtuel peut être enregistré sous forme de fichier portable (graphique réseau (fichier PNG)).

## Conception et test de réseaux dans FILIUS

Dans le chapitre suivant, nous concevrons et testerons différents réseaux, en commençant par des exemples simples et en augmentant progressivement leur complexité. Il s'agira donc d'un changement constant entre ces réseaux.

Le mode de conception et de simulation est nécessaire. Le symbole à gauche de chaque exercice

indique si cela doit être fait dans la conception (  ) - ou simulation (  ) mode.

## Lien direct

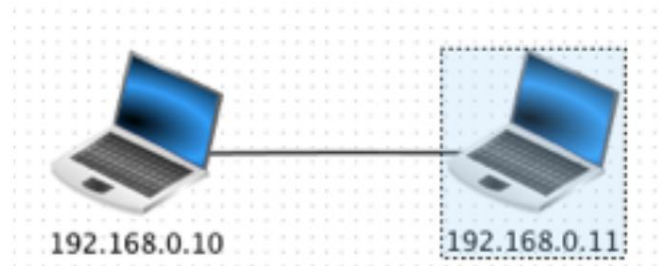
La méthode la plus simple pour connecter des ordinateurs consiste à utiliser une liaison directe par câble réseau. On parle alors de connexion poste à poste. Ce type de connexion permet de relier deux ordinateurs à l'aide d'un câble à paires torsadées, autorisant ainsi le transfert de données.

### Exercice 1 :



Créez un réseau simple composé de deux ordinateurs connectés, configurés comme clients. Attribuez à ces ordinateurs les noms indiqués ci-dessous et les adresses IP 192.168.0.10 et 192.168.0.11. L'utilisation du masque de sous-réseau 255.255.255.0 garantit que les deux ordinateurs font partie du même réseau.

Remarque : Si vous ne souhaitez pas nommer manuellement chaque ordinateur, utilisez l'option « Utiliser l'adresse IP comme nom » pour laisser FILIUS définir automatiquement le nom de l'ordinateur comme étant son adresse IP.



```
192.168.0.10
Command Line
del / rm      delete file/directory
dir / ls      show list of files in current directory
exit          exit terminal application
help         show this list of commands
host         resolve hostname to IP address
ipconfig      show network configuration
mkdir        create directory
move / mv     move/rename file
netstat       show list of connections
ping         test connection to other computer
pwd          print working directory
route        show routing table
touch        create file
tracert       analyse hops of connecting path

=====
root /> ping 192.168.0.11
PING 192.168.0.11 (192.168.0.11):
From 192.168.0.11 (192.168.0.11): icmp_seq=1 ttl=64 time=230ms
From 192.168.0.11 (192.168.0.11): icmp_seq=2 ttl=64 time=105ms
From 192.168.0.11 (192.168.0.11): icmp_seq=3 ttl=64 time=108ms
From 192.168.0.11 (192.168.0.11): icmp_seq=4 ttl=64 time=107ms
--- 192.168.0.11 packet statistics ---
4 packet(s) transmitted, 4 packet(s) received, 0% packet loss

root />
```

Exercice 2a : Sélectionnez l'ordinateur dont l'adresse IP se termine par 0.10 et installez-y l'invite de commandes. Lancez l'invite de commandes et testez la connexion vers l'ordinateur 0.11 en utilisant la commande ping 192.168.0.11. Inspectez l'activité du réseau en affichant les données échangées de l'ordinateur 0.10 dans le modèle OSI.



La ligne de commande indique que l'ordinateur envoie quatre requêtes (commande ping) à l'autre ordinateur et attend à chaque fois une réponse (commande pong). Cet échange de données est également visible dans la fenêtre d'échange de données. Les deux premières lignes correspondent au protocole de résolution d'adresse, utilisé pour déterminer l'adresse physique de l'autre ordinateur. Les huit lignes suivantes correspondent à l'échange de commandes ping-pong, toujours par paires. Elles font partie du protocole de messagerie de contrôle Internet (ICMP), qui inclut le protocole Internet IPv4.

Data exchange						
192.168.0.10						
No.	Time	Source	Destination	Proto...	Layer	Comment
1	06:29:...	192.168.0.10	192.168.0.11	ARP	Internet	Search for MAC 192.168.0.11, 192.168.0.1...
2	06:29:...	192.168.0.11	192.168.0.10	ARP	Internet	192.168.0.11: 75:C8:33:0B:28:55
3	06:29:...	192.168.0.10	192.168.0.11	ICMP	Internet	ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq.-...
4	06:29:...	192.168.0.11	192.168.0.10	ICMP	Internet	ICMP Echo Reply (pong), TTL: 64, Seq.-Nr...
5	06:29:...	192.168.0.10	192.168.0.11	ICMP	Internet	ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq.-...
6	06:29:...	192.168.0.11	192.168.0.10	ICMP	Internet	ICMP Echo Reply (pong), TTL: 64, Seq.-Nr...
7	06:29:...	192.168.0.10	192.168.0.11	ICMP	Internet	ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq.-...
8	06:29:...	192.168.0.11	192.168.0.10	ICMP	Internet	ICMP Echo Reply (pong), TTL: 64, Seq.-Nr...
9	06:29:...	192.168.0.10	192.168.0.11	ICMP	Internet	ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq.-...
10	06:29:...	192.168.0.11	192.168.0.10	ICMP	Internet	ICMP Echo Reply (pong), TTL: 64, Seq.-Nr...
No.: 3 / Time: 06:29:05.402						
▼ Network						
Source:		D2:A2:58:7C:13:D3				
Destination:		75:C8:33:0B:28:55				
Comment:		0x800				
▼ Internet						
Source:		192.168.0.10				
Destination:		192.168.0.11				
Protocol:		ICMP				
Comment:		ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq.-Nr.: 1				

On constate également que l'activité réseau ne s'étend qu'à la couche Internet. Les couches supérieures et plus complexes du modèle OSI ne sont pas encore nécessaires. En sélectionnant une ligne dans la fenêtre d'échange de données, il est possible de visualiser des informations sur les couches inférieures du modèle OSI, ainsi que des informations plus détaillées sur les couches supérieures.

utiliser.

Exercice 2b :



Essayez également d'autres commandes en ligne de commande, telles que `ipconfig`, `host localhost` ou `dir`. L'utilité de la commande `host` sera expliquée plus en détail dans un exemple ultérieur incluant un serveur DNS.

### Connexion d'ordinateurs à l'aide d'un commutateur

Pour connecter plus de deux ordinateurs à un réseau dans FILIUS, il est nécessaire d'utiliser un commutateur, auquel on peut connecter un nombre quelconque d'ordinateurs. Après une première utilisation en mode simulation, le commutateur mémorise les adresses MAC en fonction des adresses IP de chaque ordinateur afin d'accélérer le transfert des paquets de données. Nous allons maintenant utiliser ce composant pour connecter trois ordinateurs entre eux.

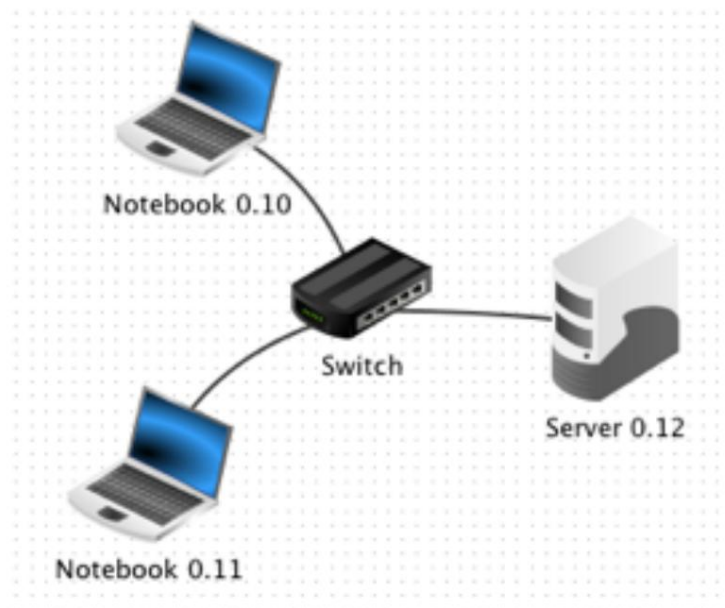
Exercice 3 : Maintenant, étendez votre réseau avec un troisième ordinateur, un serveur, dont le nom est indiqué ci-dessous et l'adresse IP est 192.168.0.12. N'oubliez pas :



utiliser le



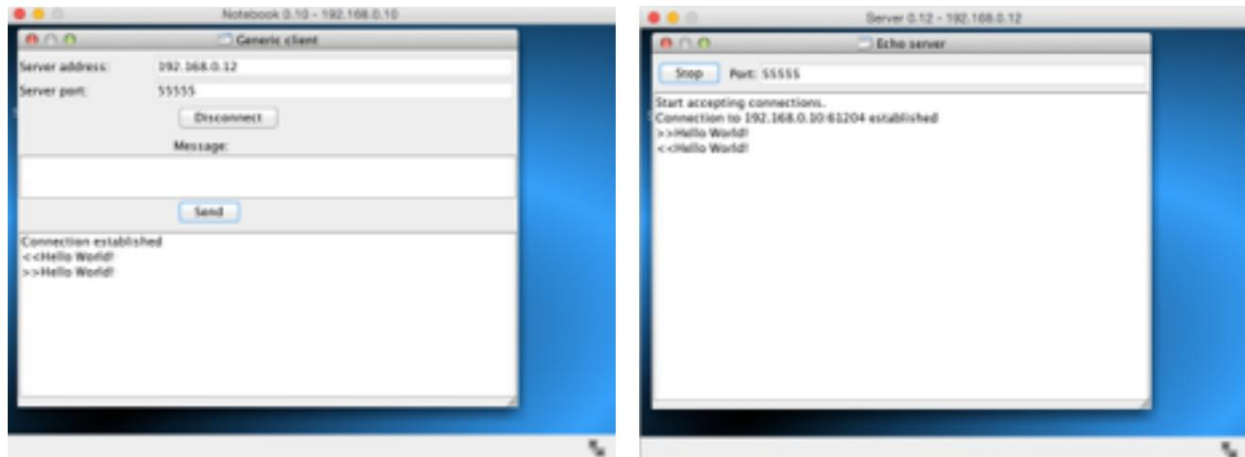
Utilisez un symbole pour désigner un serveur. Connectez ensuite les trois ordinateurs à l'aide d'un commutateur.



Exercice 4 :



Ensuite, ouvrez le bureau du serveur 0.12, installez-y un serveur d'écho et démarrez-le sur le port prédéfini 55555. Utilisez un ordinateur portable pour installer un client générique et connectez-le au serveur. Essayez d'envoyer des messages texte du client au serveur et observez le résultat. Consultez également l'activité réseau dans la fenêtre d'échange de données de l'ordinateur portable.



No.	Time	Source	Destination	Proto...	Layer	Comment
11	12:21:...	192.168.0.10	192.168.0.12	ARP	Internet	Search for MAC 192.168.0.12, 192.168.0...
12	12:21:...	192.168.0.12	192.168.0.10	ARP	Internet	192.168.0.12: A1:07:2D:BA:27:AE
13	12:21:...	192.168.0...	192.168.0...	TCP	Transport	SYN, SEQ: 1278448526
14	12:21:...	192.168.0...	192.168.0...	TCP	Transport	SYN, ACK:1278448527, SEQ: 4064208835
15	12:21:...	192.168.0...	192.168.0...	TCP	Transport	ACK: 4064208836
16	12:21:...	192.168.0...	192.168.0...	Applicat...	Application	Hello World!
17	12:21:...	192.168.0...	192.168.0...	TCP	Transport	ACK: 1278448528
18	12:21:...	192.168.0...	192.168.0...	Applicat...	Application	Hello World!
19	12:21:...	192.168.0...	192.168.0...	TCP	Transport	ACK: 4064208837

La fenêtre d'échange de données montre que, dans cet exemple, la couche transport est nécessaire.

Pour la première fois, l'établissement de la connexion entre le client et le serveur utilise déjà trois couches du modèle OSI. Les deux premières couches servent à nouveau à déterminer...

Adresse MAC, associée à l'adresse IP du serveur.

Dès qu'un message est envoyé du client au serveur, la quatrième couche, appelée couche application, entre en jeu. L'application, qui est le client générique, utilise d'abord la couche application, puis la couche transport, la couche Internet et enfin la couche réseau. Toutes ces informations s'afficheront en cliquant sur la première ligne bleu foncé du modèle d'échange de données, ce qui affichera l'image de droite.

Dans les exercices suivants, n'oubliez pas de consulter régulièrement la fenêtre d'échange de données afin de vous faire une idée du type d'informations transmises sur le réseau. Vous constaterez par exemple l'important volume de données à transmettre lors de l'envoi d'e-mails.

No.: 16 / Time: 12:21:23.521	
Network	
Source:	76:C4:D1:06:5C:17
Destination:	A1:07:2D:BA:27:AE
Comment:	0x800
Internet	
Source:	192.168.0.10
Destination:	192.168.0.12
Protocol:	IP
Comment:	Protocol:6, TTL: 64
Transport	
Source:	61204
Destination:	55555
Protocol:	TCP
Comment:	SEQ: 1278448527
Application	
Comment:	Hello World!

## Connexion de deux réseaux à l'aide d'un routeur

Avant d'installer et de tester davantage de logiciels sur les ordinateurs, nous souhaitons étendre notre réseau existant avec trois ordinateurs supplémentaires.

Exercice 5 :

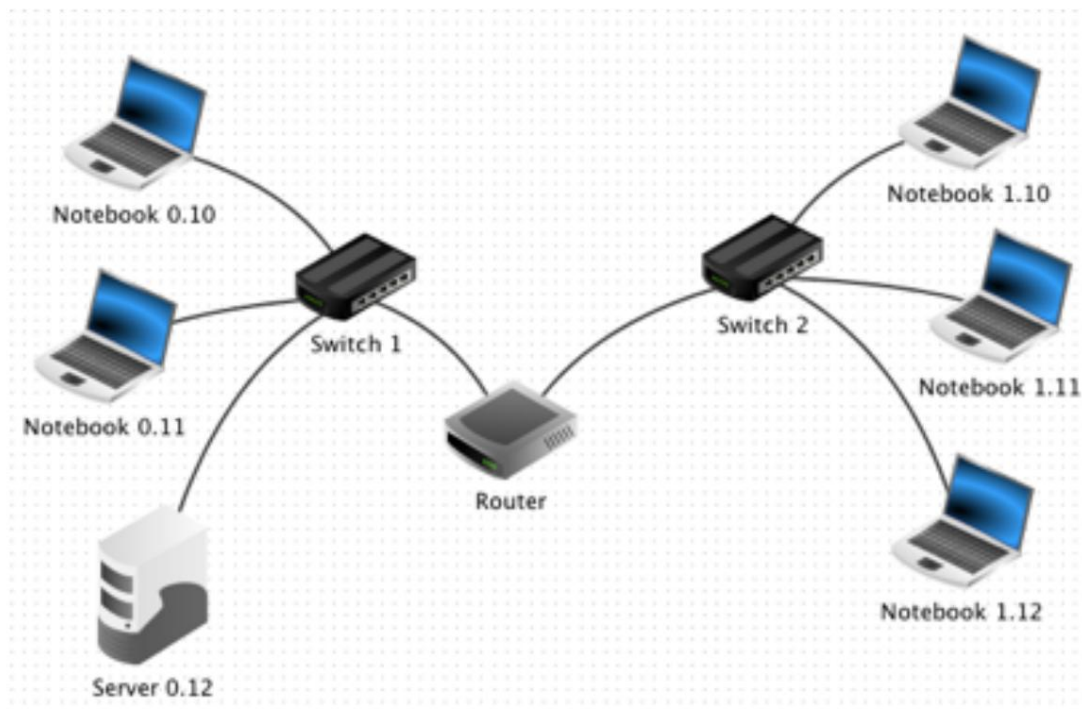


Créez un deuxième réseau avec trois nouveaux ordinateurs, comme indiqué ci-dessous.

Nous souhaitons que ces trois nouveaux ordinateurs appartiennent à un réseau logiquement distinct, pour lequel nous utiliserons les adresses IP 192.168.1.10 à 192.168.1.12. Enfin, connectez les deux réseaux à l'aide d'un routeur et configurez les deux cartes d'interface réseau avec les adresses IP 192.168.0.1 et 192.168.1.1.



Enfin, testez la connexion entre les ordinateurs 0.10 et 1.10 à l'aide de la commande ping.



Si vous avez suivi toutes les étapes décrites ci-dessus, FILIUS affichera le message suivant dans l'invite de commandes :

```
root /> ping 192.168.1.10
Destination not reachable
root />
```

Cette réponse s'explique par le fait que le message doit quitter le réseau local. Or, nous n'avons pas encore configuré de passerelle pour les différents ordinateurs, laquelle détermine la destination des messages sortants.



Exercice 6 : Le routeur possède une carte réseau dont l'adresse IP est 192.168.0.1.



Configurez-la comme passerelle pour les trois ordinateurs situés à gauche.

Configurez ensuite la passerelle des trois ordinateurs portables situés à droite sur 192.168.1.1.



Essayez à nouveau la même connexion, et cela devrait fonctionner correctement.

Name	Notebook 0.10
MAC Address	2A:DA:DA:A3:8F:0E
IP address	192.168.0.10
Netmask	255.255.255.0
Gateway	192.168.0.1
Domain Name Server	

En consultant la fenêtre d'échange de données, on constate que la première requête est beaucoup plus longue que les trois suivantes. Cela s'explique par le fait que la table de routage des deux commutateurs est vide au départ et n'est créée qu'après la première requête.

Exercice 7 : Testez maintenant votre réseau avec un client générique et un serveur d'écho.



Utilisez Notebook 1.10 pour installer un client générique et connectez-le au serveur 0.12.

## Simulation du World Wide Web

La fonction la plus importante d'Internet aujourd'hui est sans aucun doute le World Wide Web. Grâce à FILIUS, vous pouvez simuler et analyser les processus fondamentaux de la communication entre un navigateur web et un serveur web distant.

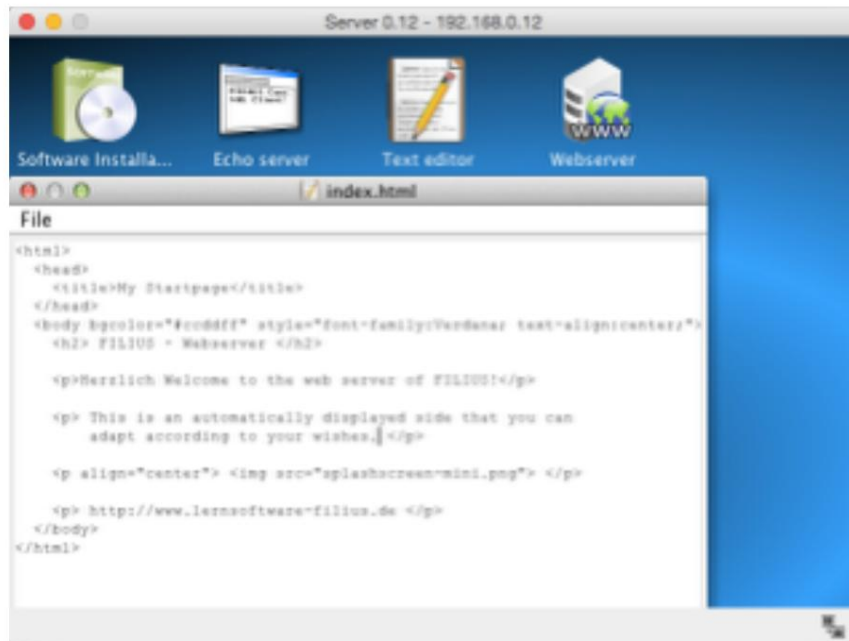
Le réseau que nous avons créé dans l'exercice 6 est suffisant pour cette tâche. Nous utiliserons Nous utilisons Server 0.12 comme serveur web et Notebook 1.10 comme client et navigateur web.

Commençons par configurer notre serveur web.

## Exercice 8 :



Utilisez le serveur 0.12 pour installer un serveur web et un éditeur de texte. Prenez le Ouvrez le fichier index.html dans un éditeur de texte. Ce fichier se trouve dans le répertoire racine du serveur web. Vous pouvez maintenant le modifier pour y insérer les informations souhaitées. Créez également une nouvelle page nommée contact.html vers laquelle vous créerez un lien depuis la page principale.



## Exercice 9 :



Sur le bureau de votre serveur web, lancez l'application « Serveur web » en double-cliquant dessus. Ensuite, démarrez le serveur web virtuel en cliquant sur le bouton Démarrer. (Image de gauche)

Ensuite, passez à Notebook 1.10 pour installer un navigateur web. Lancez le navigateur et essayez d'établir une connexion au serveur web en saisissant l'URL <http://192.168.0.12> dans le champ d'adresse de votre navigateur Web. (image de droite)



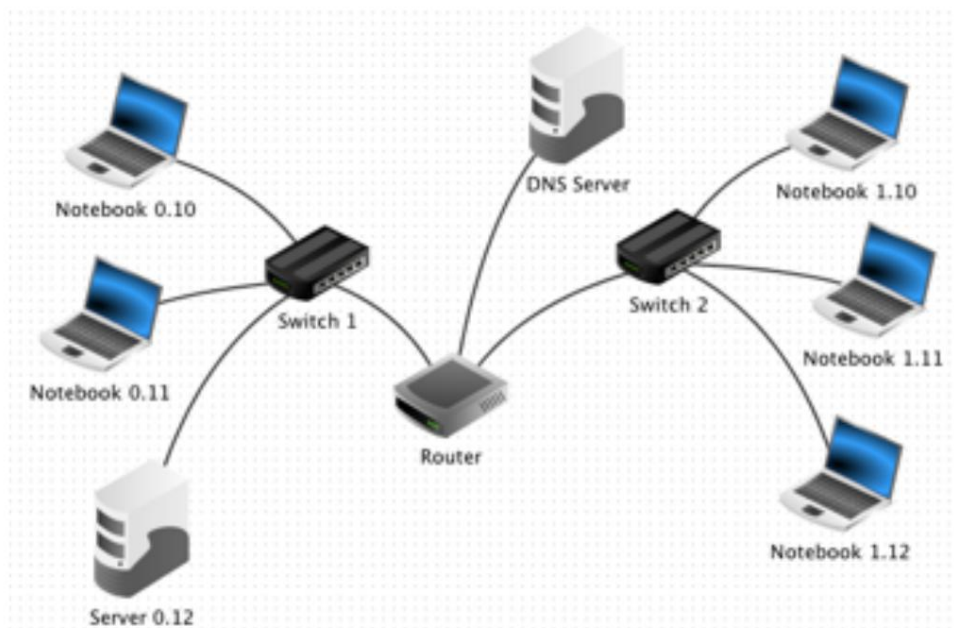


Nous avons établi une connexion, mais ce n'est pas ainsi que nous communiquons habituellement avec d'autres serveurs web. Normalement, nous contactons un site web en saisissant son URL et non l'adresse IP du serveur web. La résolution entre l'URL et l'adresse IP correspondante est effectuée par un serveur de noms de domaine, également appelé serveur DNS, que nous allons maintenant configurer.

Exercice 10 :



Créez un nouveau serveur avec l'adresse IP 192.168.2.10 et le  
Configurez la passerelle sur 192.168.2.1. Modifiez le nombre d'interfaces de votre routeur à trois en accédant à l'onglet « Général » de sa configuration et en sélectionnant le bouton « Gérer les connexions ». Accédez ensuite à l'onglet de la nouvelle carte réseau et modifiez les informations de l'adresse IP à 192.168.2.1 et du masque de sous-réseau à 192.168.2.1. 255.255.255.0. Enfin, connectez le nouveau serveur au routeur à l'aide d'un câble.



Pour permettre à tous les ordinateurs d'utiliser le service du serveur DNS, nous devons ajouter l'adresse IP du serveur DNS à la configuration de chaque ordinateur portable.

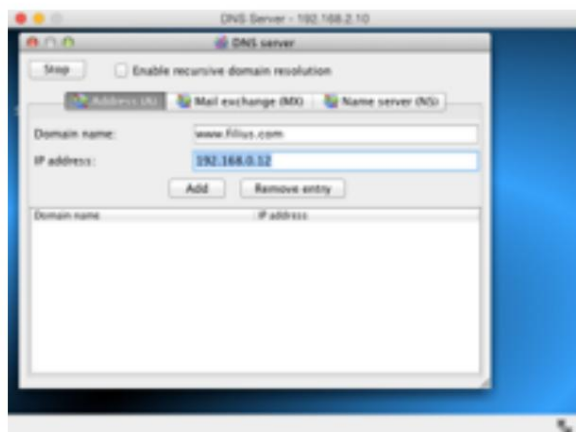
Exercice 11 : Ajoutez l'adresse IP du serveur DNS 192.168.2.10 à la configuration de chaque ordinateur portable.



Name	Notebook 0.10
MAC Address	98:7D:88:64:78:5D
IP address	192.168.0.10
Netmask	255.255.255.0
Gateway	192.168.0.1
Domain Name Server	192.168.2.10

Enfin, nous devons attribuer à notre serveur web une URL appropriée et l'ajouter à la table de référence du serveur DNS afin de pouvoir y accéder par son nom.

Exercice 12a : Sélectionnez le serveur 2.10, installez l'application « Serveur DNS » et lancez-la en double-cliquant dessus. Saisissez `www.filius.com` comme nom de domaine et, en dessous, l'adresse IP 192.168.0.12, qui appartient à notre serveur. Cliquez ensuite sur le bouton « Ajouter » pour ajouter l'entrée à la table de référence du serveur DNS. Enfin, démarrez le serveur DNS en cliquant sur le bouton « Démarrer » (image de gauche) et testez la connexion en utilisant votre navigateur web sur un ordinateur portable et en recherchant l'URL `http://www.filius.com` (image de droite).



Si votre navigateur Web affiche le message « Serveur introuvable ! », la raison la plus probable est que vous n'avez pas encore démarré le serveur DNS ou que vous avez demandé une URL que vous n'avez pas encore ajoutée à la table de référence de votre serveur DNS.

- Exercice 12b : Au début de ce tutoriel, nous avons appris à utiliser la commande `host` dans le terminal. Essayez maintenant d'utiliser à nouveau la commande `host` avec l'URL [www.filius.com](http://www.filius.com). Vous constaterez alors que le serveur DNS remplit sa fonction et renvoie l'adresse IP du serveur web.

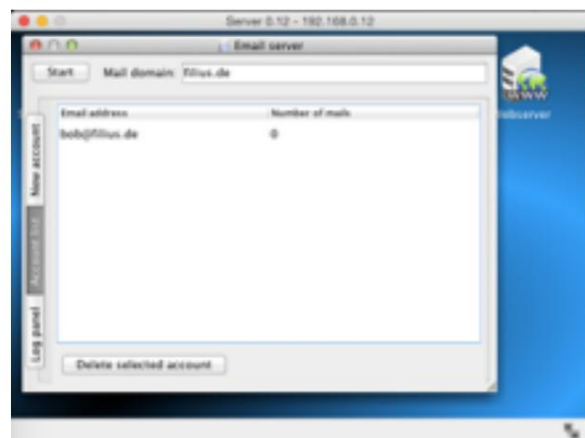
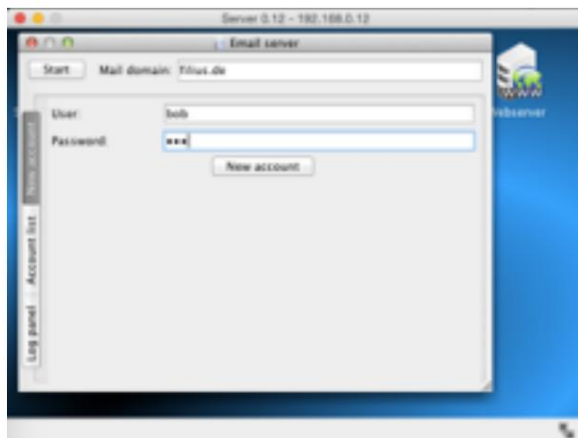


```
root /> host www.filius.com
www.filius.com has the IP address 192.168.0.12
root /> |
```

#### Service de messagerie électronique dans votre réseau

FILIUS permet de simuler le fonctionnement de différents serveurs de messagerie et leurs interactions. Dans un premier temps, nous configurerons un seul serveur de messagerie et utiliserons un ordinateur portable avec un logiciel de messagerie installé pour accéder au service. Par la suite, nous installerons plusieurs serveurs de messagerie interconnectés.

- Exercice 13 : Sélectionnez le serveur 0.12 pour installer l'application « Serveur de messagerie » et lancez-la en double-cliquant dessus. Créez un nouveau compte avec l'identifiant « bob » et le mot de passe « bob » (voir image de gauche). Votre nouveau compte apparaîtra dans la liste des comptes. Démarrez ensuite le serveur en cliquant sur le bouton « Démarrer ».

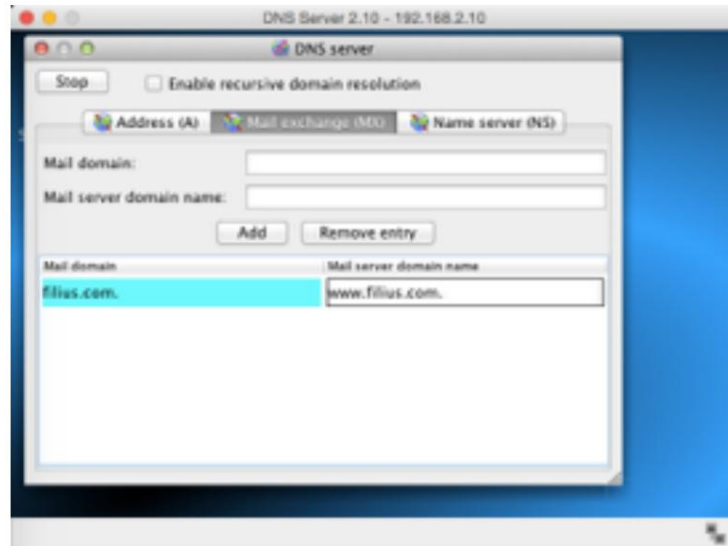


Ensuite, nous devons configurer notre serveur DNS pour qu'il accepte le nouveau domaine de messagerie.

## Exercice 14 :



Démarrez l'application « Serveur DNS » sur le serveur 2.10. Ajoutez un nouveau serveur de messagerie avec le domaine [filius.com](http://filius.com), et le nom de domaine du serveur de messagerie [www.filius.com](http://www.filius.com). Redémarrez ensuite le serveur.



Enfin, nous devons installer le programme de messagerie sur l'un de nos ordinateurs portables et le configurer.<sup>4</sup>

## Exercice 15 :



Sélectionnez Notebook 0.10 pour installer la nouvelle application « Programme de messagerie » et lancez-la. Cliquez sur le bouton « Compte » pour créer un nouveau compte, et configurez-le avec les informations suivantes concernant votre serveur de messagerie (image de gauche) :

Nom : Bob

Adresse courriel : bob@filius.com

Serveur POP3 : www.filius.com

Port POP3 : 110

Serveur SMTP : www.filius.com

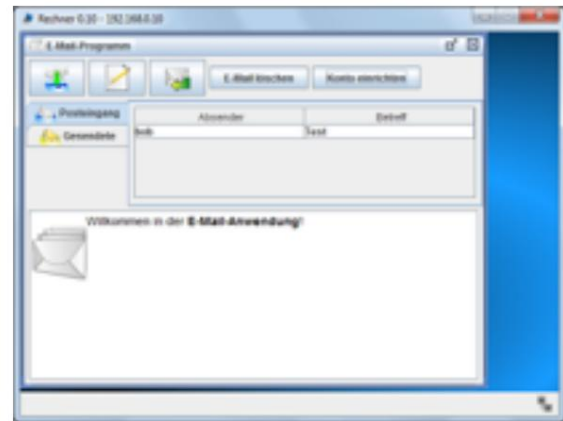
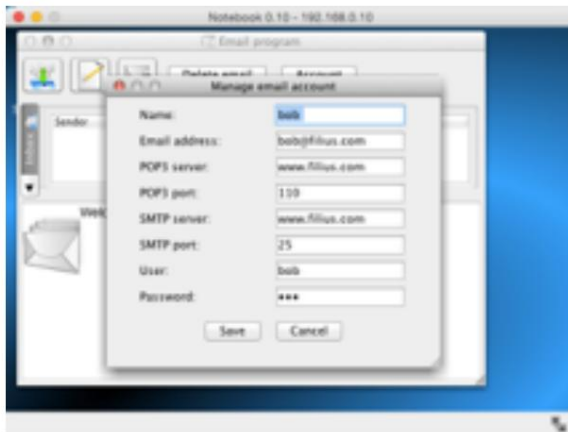
Port SMTP : 25

Nom d'utilisateur : bob

Mot de passe : bob

Ensuite, envoyez un courriel à [bob@filius.com](mailto:bob@filius.com) (c'est-à-dire pour vous-même) puis récupérez vos courriels (image de droite).

<sup>4</sup> La fonction d'envoi de courriel ne fonctionnait pas sur mon Mac. Voici donc une capture d'écran de la version allemande de FILIUS sous Windows. J'espère qu'elle fonctionnera pour vous et que le problème sera bientôt résolu.



Exercice 16 : Ensuite, ajoutez une autre adresse e-mail au serveur de messagerie avec le nom [bert@filius.com](mailto:bert@filius.com). Configurez également un programme de messagerie électronique sur Notebook 0.11 afin que Bob et Bert puissent s'envoyer des courriels.



Enfin, nous allons configurer un deuxième serveur de messagerie, que nous voulons ajouter au côté droit de notre réseau (192.168.1.0).

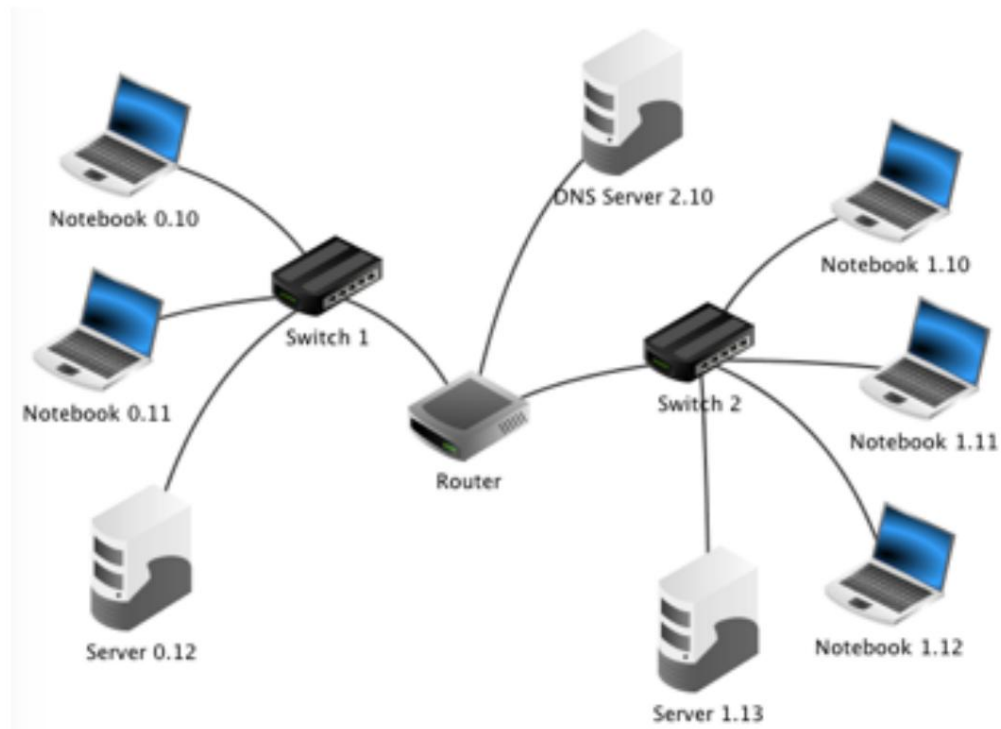
Exercice 17 : Ajoutez un autre serveur nommé Serveur 1.13 à droite de votre réseau et installez un serveur de messagerie avec le domaine [filius.com](http://filius.com).  
Ajoutez ensuite un compte avec le nom [alice@filius.com](mailto:alice@filius.com) au serveur.



Étendez également la table d'échange de courrier de votre serveur DNS afin que le nouveau domaine de messagerie soit accepté.

Utilisez Notebook 1.10 pour installer un programme de messagerie et le configurer pour le compte [alice@filius.com](mailto:alice@filius.com).

Enfin, essayez d'envoyer un e-mail entre les deux comptes [bob@filius.com](mailto:bob@filius.com) et [alice@filius.com](mailto:alice@filius.com).



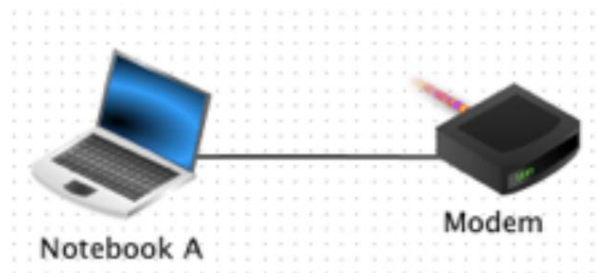
## Perspective

Si vous avez suivi ce tutoriel jusqu'ici, vous maîtrisez désormais toutes les fonctions de base de FILIUS. Je vais maintenant vous présenter un aperçu des possibilités offertes par FILIUS. Leur intégration à vos cours dépendra du niveau de vos élèves et de la configuration de votre réseau de classe.

## Réseaux virtuels et réseaux physiques

Dans le chapitre consacré aux composants de FILIUS, nous avons déjà évoqué le modem comme permettant de quitter le réseau virtuel et d'envoyer des signaux via un réseau physique existant. Ceci requiert, bien entendu, un réseau physique d'au moins deux ordinateurs exécutant FILIUS, ainsi qu'un pare-feu local configuré pour autoriser les signaux FILIUS.

Vous pouvez vous faire une idée de cette configuration grâce à l'exemple suivant, où un seul ordinateur portable est capable de communiquer avec le réseau physique existant via un modem.



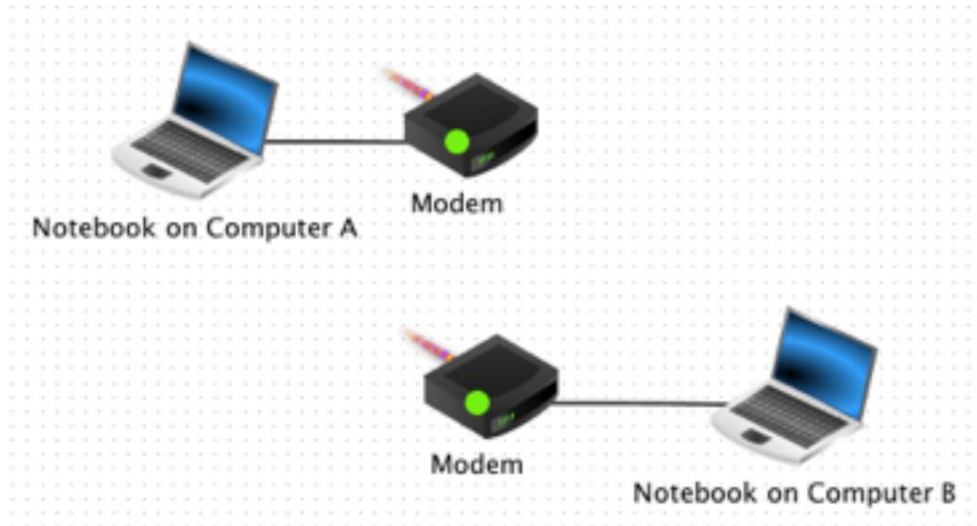
Exercice 18 :



Créez l'architecture réseau illustrée ci-dessous sur deux ordinateurs physiquement distincts (appelons-les Ordinateur A et Ordinateur B) possédant des adresses IP différentes et appartenant à un même réseau physique. Sur l'ordinateur A, configurez le modem pour accepter les requêtes entrantes en cochant la case « Attendre une demande de connexion entrante », puis cliquez sur le bouton « Activer ».

Sur l'ordinateur B, configurez le modem pour qu'il se connecte à l'ordinateur A. Pour cela, saisissez l'adresse IP physique de l'ordinateur A dans le champ « Adresse IP » et cliquez sur le bouton « Se connecter ». (Si vous souhaitez effectuer ce test sur un seul ordinateur, saisissez simplement « localhost » comme adresse IP et choisissez un port quelconque.)

Les deux modems afficheront un voyant vert si la connexion est établie.



Si la connexion des deux modems a fonctionné, vous pouvez maintenant configurer les deux ordinateurs portables virtuels pour la communication réseau. Vous pouvez par exemple installer un serveur d'écho sur l'ordinateur portable virtuel de l'ordinateur A et un client générique sur l'ordinateur portable virtuel de l'ordinateur B. Une fois le serveur d'écho démarré, l'ordinateur portable virtuel de l'ordinateur B devrait pouvoir communiquer avec lui via le réseau physique.

Exercice 19 :



Installez un serveur d'écho et un client générique sur les ordinateurs portables virtuels des ordinateurs A et B. Ensuite, démarrez le serveur d'écho, connectez-vous et testez le client générique.

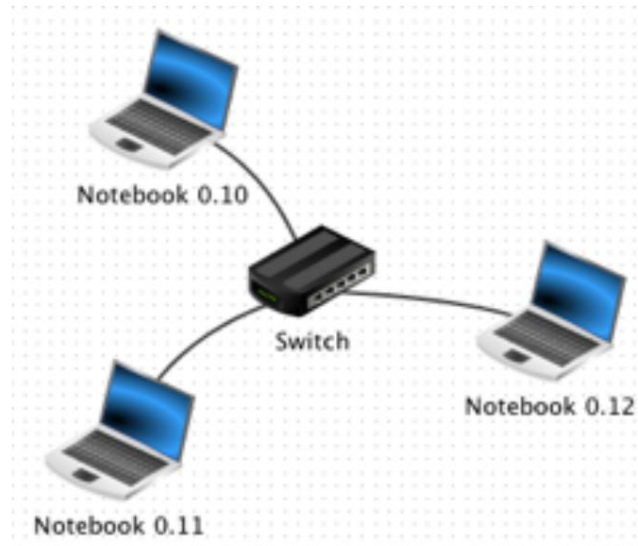
Vous pouvez désormais tester d'autres applications sur les ordinateurs virtuels. Examinez également les échanges de données entre les deux.



## Échange de fichiers via pair à pair

FILIUS offre la possibilité de connecter plusieurs ordinateurs à un réseau poste à poste et de partager des fichiers sur l'ensemble du réseau grâce à l'application Gnutella. Chaque ordinateur de ce réseau fonctionne comme un client et peut se connecter à tous les autres.

les ordinateurs du réseau, c'est pourquoi nous utilisons un ordinateur portable pour cet exercice.



### Exercice 20 :



Créez le réseau comme indiqué ci-dessus, en connectant trois ordinateurs portables à l'aide d'un commutateur à un réseau pair à pair.



Ensuite, installez l'application « Gnutella » sur les trois ordinateurs et, en plus, un « explorateur de fichiers » sur Notebook 0.10.

Ouvrez l'explorateur de fichiers et copiez le fichier « index.html » du répertoire « webserver » vers le répertoire « peer2peer » en effectuant un clic droit.

Ensuite, lancez l'application « Gnutella » sur Notebook 0.12 et connectez-vous au réseau de Notebook 0.10 (adresse IP 192.168.0.10). La liste des voisins connectés devrait se mettre à jour automatiquement (image de gauche).

Vous pouvez maintenant rechercher sur le réseau peer-to-peer les fichiers nommés « index.html » et les télécharger (image de droite).

Name	DHCP Server	<input type="checkbox"/> Use IP address as Name
MAC Address	9A:86:83:FC:01:98	<input type="checkbox"/> Use DHCP for configuration
IP address	10.0.0.10	<a href="#">DHCP server setup</a>
Netmask	255.255.255.0	
Gateway		
Domain Name Server		

### Configuration d'un serveur DHCP

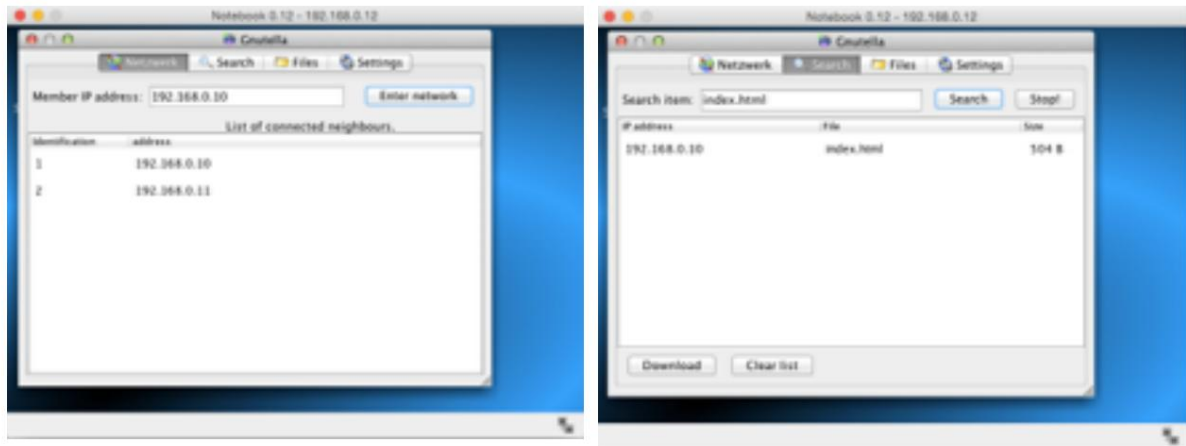
Dans les grands réseaux, il est particulièrement pratique de configurer un serveur DHCP qui attribue automatiquement les adresses IP aux ordinateurs. FILIUS permet de simuler ce fonctionnement. Dans l'exercice suivant, nous allons implémenter un serveur DHCP sur le réseau de l'exercice précédent.

DHCP server setup

Lower bound of address	10.0.0.100
Upper bound of address	10.0.0.200
Netmask	255.255.255.0
Gateway	0.0.0.0
DNS server	0.0.0.0
<input type="checkbox"/> Manual configuration	

☒ Activate DHCP

OK



## Exercice

21a :



Intégrez un serveur DHCP à votre réseau existant et renommez tous les ordinateurs portables afin de suggérer que l'attribution des adresses IP fonctionne désormais automatiquement.

Configurez le nouveau serveur avec l'adresse IP 10.0.0.10, puis configurez-le comme serveur DHCP en cliquant sur le bouton comme indiqué dans l'image ci-dessous.

Une boîte de dialogue vous invite maintenant à configurer les paramètres du serveur. Plage d'adresses : 10.0.0.200 et cocher la case



Une fenêtre s'affichera ; saisissez l'adresse DHCP. Sélectionnez l'adresse IP de 10.0.0.100 à activer DHCP par « DHCP actif ».

## Exercice

21b :



Ensuite, pour chaque ordinateur, cochez la case « Utiliser le DHCP pour la configuration » afin d'utiliser le serveur DHCP pour l'attribution des adresses IP. Vous constaterez qu'il ne sera plus possible de modifier manuellement les configurations plus.




Dès que vous passez en mode simulation, les clients se verront attribuer une adresse IP par le serveur DHCP. Tous les fils clignoteront brièvement pour permettre la mise en place de la nouvelle configuration. (Si cela ne se produit pas, il est possible que FILIUS conserve d'anciens paramètres enregistrés sur le commutateur ; vous devrez alors redémarrer l'application.)

Démarrez chaque ordinateur et installez-y une invite de commandes. Ensuite, testez l'adresse IP attribuée par le serveur DHCP à l'aide de la commande ipconfig.

## Création et mise en œuvre de votre propre logiciel

FILIUS offre même la possibilité de créer votre propre logiciel et de l'installer sur le

Ordinateurs virtuels. Grâce à l'icône de baguette magique (  ), vous accédez à un assistant en trois étapes qui vous permet d'intégrer votre propre logiciel, par exemple un serveur de messagerie instantanée et une application cliente. La deuxième étape propose des exemples de code Java, malheureusement non encore traduits en anglais. Cette fonctionnalité sera peut-être disponible prochainement ; vous pouvez également essayer de développer vos propres applications avec FILIUS.

Software assistant  
Step 1 of 3

☒ Build new software

☒ Client program    ☐ Server program

Software name:

Class name:

☐ Edit selected programme (after changes restart of Filius necessary)

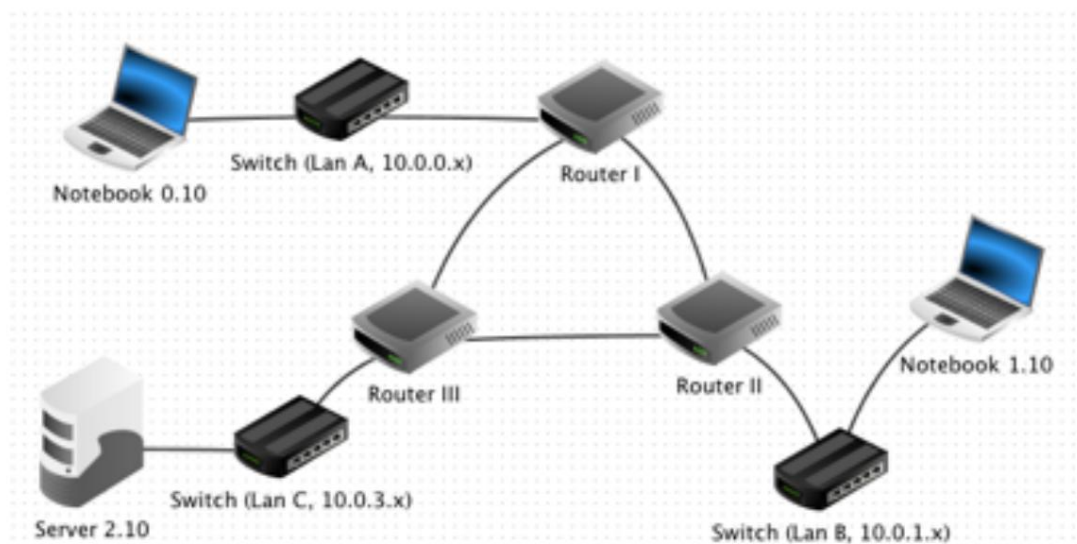
Software name	Class	GUI class	Desktop icon
---------------	-------	-----------	--------------

Delete entry    Save changes

Exit    Next

## Routage à travers plusieurs ordinateurs (routage manuel)

Dans le chapitre consacré à la connexion de deux réseaux via un routeur, nous avons limité le trafic à un seul routeur. En réalité, la situation est légèrement différente, car Internet est un vaste réseau d'innombrables commutateurs et offre de multiples itinéraires possibles pour un paquet de données. Il est impossible de prédire quel chemin il empruntera. Prenons l'exemple suivant, encore simple :



### Exercice

22a :



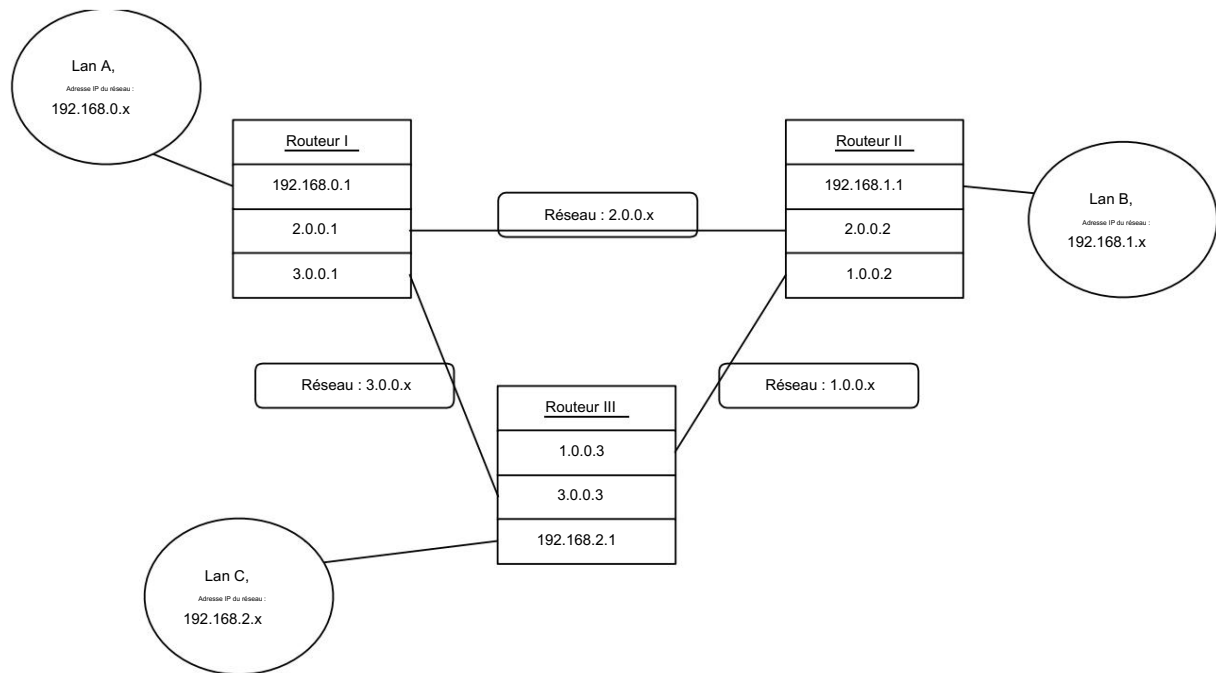
Créez le réseau illustré ci-dessus. Configurez le routeur I afin qu'il soit connecté au routeur II du réseau 2.0.0.x et au routeur III du réseau 2.0.0.x.

Réseau 3.0.0.x. Configurez le routeur I avec les premières adresses de chaque réseau.

Ensuite, configurez le routeur II pour qu'il soit connecté au routeur rII dans le réseau 1.0.0.x et avec la deuxième adresse IP de chaque réseau.

Enfin, configurez le routeur III avec la troisième adresse IP de chaque réseau.

Au final, le nouveau réseau ressemblera à ceci : <sup>5</sup>



Il nous manque encore les paramètres de transfert de paquets. Commencez par configurer les passerelles des ordinateurs des différents réseaux :

Exercice  
22b :



Configurez la passerelle de l'ordinateur portable 0.10 (LAN A) sur 192.168.0.1 afin que le routeur I serve de passerelle. Configurez ensuite la passerelle de l'ordinateur portable 1.10 (LAN B) sur 192.168.1.1 et celle de l'ordinateur portable 2.10 (LAN C) sur 192.168.2.1.

Depuis la version 1.4.5, les routeurs FILIUS peuvent effectuer le routage automatiquement. Pour utiliser cette option, il suffit de cocher la case « Routage automatique » dans la configuration de chaque routeur ; le protocole de routage se chargera alors de trouver le chemin le plus court au sein du réseau.

<sup>5</sup> Le schéma est tiré de la version allemande de ce script, c'est pourquoi « Netz » doit être lu comme « network » par les anglophones.

Pour mieux comprendre le fonctionnement du routage, il est toujours possible de le configurer manuellement dans FILIUS. Chaque routeur possède sa propre table de routage qui décrit comment les paquets de données entrants doivent être acheminés. Les trois tables suivantes correspondent au réseau présenté ci-dessus :

Routeur I :	Destination	Netmask	Next gateway	NIC
	192.168.1.0	255.255.255.0	2.0.0.2	2.0.0.1
	192.168.2.0	255.255.255.0	3.0.0.3	3.0.0.1

Routeur II :	Destination	Netmask	Next gateway	NIC
	192.168.0.0	255.255.255.0	2.0.0.1	2.0.0.2
	192.168.2.0	255.255.255.0	1.0.0.3	1.0.0.2

et Routeur III :	Destination	Netmask	Next gateway	NIC
	192.168.0.0	255.255.255.0	3.0.0.1	3.0.0.3
	192.168.1.0	255.255.255.0	1.0.0.2	1.0.0.3

#### Exercice

22c :



Configurez les tables de routage des trois routeurs conformément aux schémas ci-dessus. Décochez la case « Afficher toutes les entrées » pour une meilleure lisibilité.



Installez un serveur Echo sur le serveur 2.10 et un client générique sur l'ordinateur portable 0.10. Connectez le serveur et le client et observez le transfert des paquets. L'observation est plus aisée en réduisant la vitesse à environ 50 %.



Modifiez maintenant la table de routage afin que les messages envoyés du LAN A vers le LAN B soient également redirigés vers le LAN C. Observez l'activité du réseau.

## Document complémentaire A : Adresses IP

Les adresses IP, selon la version IPv4 la plus couramment utilisée, sont composées de 32 bits, répartis en 4 blocs de 8 bits chacun. Cela donne une plage d'adresses IP allant de 0.0.0.0 à 255.255.255.255. Pour mieux comprendre le processus de routage, il est utile de convertir les nombres du système décimal au système binaire.

Exercice A1 : Répétez la conversion entre le système binaire et

Le système décimal. Puis convertir dans l'autre système de numération positionnelle.

Entraînez-vous à la conversion entre le système binaire et le système décimal.

Traduisez votre résultat dans l'autre système pour le vérifier vous-même.

a) 1101 11102 b) 0011 11112 c) 1111 11012 d) 0101 10102

e) 9610

f) 25410

g) 1710

h) 12710

En IPv4, un masque de sous-réseau est un nombre de 32 bits qui sépare l'adresse IP en préfixe réseau et en identifiant d'hôte. Le préfixe réseau est extrait par un ET logique entre l'adresse IP et le masque de sous-réseau. L'identifiant d'hôte est obtenu par un ET logique entre l'adresse IP et le masque de sous-réseau inversé. L'adresse IP la plus petite du réseau est utilisée pour référencer le réseau lui-même.

L'adresse IP la plus élevée est réservée à la diffusion.

### Exemple:

Adresse IP : 192.145.96.201 = 11000000.10010001.01100000.11001001

Masque de sous-réseau : 255.255.255.240 = 11111111.11111111.11111111.11110000

L'opération ET révèle le

préfixe réseau : 192.145.96.192 = 11000000.10010001.01100000.11000000

Les opérations ET avec le masque de sous-réseau inversé révèlent

Identifiant de l'hôte : 0.0.0.9 = 00000000.00000000.00000000.00001001

L'adresse IP la plus élevée est réservée à la diffusion.

Diffuser: 192.145.96.207 = 11000000.10010001.01100000.11001111



Plage d'adresses disponibles au sein du réseau :

Passerelle par défaut : 192.145.96.193 = 11000000.10010001.01100000.11000001

à 192.145.96.206 = 11000000.10010001.01100000.11001110

Le préfixe réseau est également utilisé comme adresse réseau.

Exercice A2 : Complétez le tableau suivant.

IP	Masque de sous-réseau	Réseau adresse	Hôte identifiant	Broadca St	Défaut Gatewa et	max nombre <small>des adresses IP dans</small> réseau
192.168.213.15	255.255.255.192					
172.16.5.254	255.255.0					
172.254.13.8	255.255.248.0					
10.38.133.5	255.255.0.0					
10.0.0.15	255.0.0.0					

Exercice A3 : Un message est envoyé d'un ordinateur ayant l'adresse IP 192.168.203.15 situé

dans le réseau avec le masque de sous-réseau 255.255.248.0 à un ordinateur ayant l'adresse IP 192.168.200.65.

Le message reste-t-il au sein du réseau ou doit-il le quitter et être envoyé via Internet ?