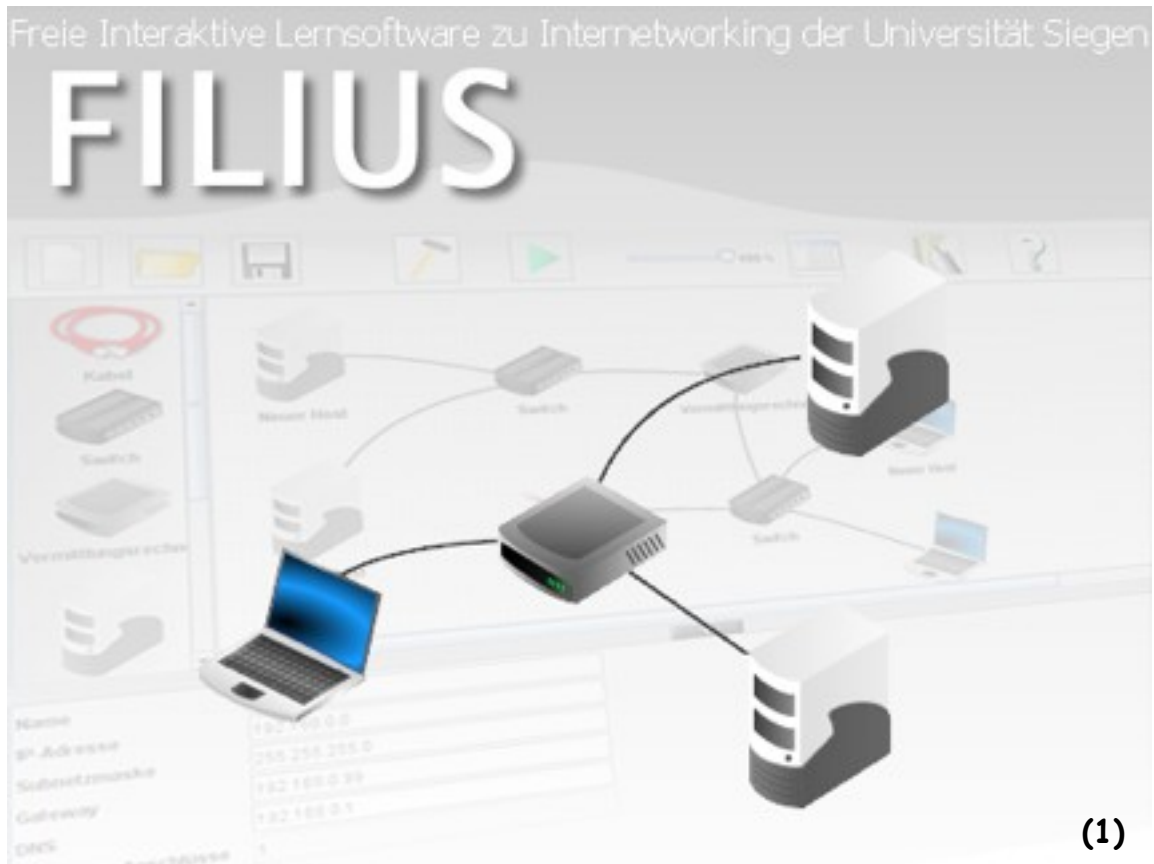


FILIUS - GUIDE DU DÉBUTANT



<https://www.lernsoftware-FILIUS.de>

Auteur : Daniel Garmann (dgarmann@freenet.de), Gymnasium Odenthal
(www.gymnasium-odenthal.de)

Traduit, adapté et modifié par : Stéphane KELLER

EPL Marmilhat Louis Pasteur - 63370 Lempdes

Janvier 2021 - Version 2.12

Découvrir mes autres réalisations sur

(<https://github.com/KELLERStephane/KELLER-Stephane-Tests2maths>)

⁽¹⁾ Toutes les images proviennent du logiciel FILIUS. Tous les droits sont réservés par les développeurs.

Table des matières

I. Remarque préliminaire.....	1
II. Conception de FILIUS.....	1
III. Le mode "création".....	2
3.1 Composants dans FILIUS.....	2
3.2 Composants Ordinateur et Portable.....	2
3.3 Composant Cable.....	3
3.4 Composant Switch.....	3
3.5 Composant Routeur.....	3
3.6 Composant Modem.....	4
IV. Le mode "simulation".....	5
4.1 Logiciels réseau dans FILIUS.....	6
4.2 Logiciels système dans FILIUS.....	6
4.3 Logiciels client dans FILIUS.....	6
4.4 Logiciels serveur dans FILIUS.....	6
V. Le mode "documentation".....	7
VI. Conception et test de réseaux dans FILIUS.....	7
6.1 Lien direct.....	8
6.2 Connexion d'ordinateurs à l'aide d'un Switch.....	10
6.3 Connexion de deux réseaux à l'aide d'un Routeur.....	12
6.4 Simulation du World Wide Web.....	13
6.5 Service de messagerie.....	17
VII. Perspectives.....	20
7.1 Réseaux virtuels et réseaux physiques.....	20
7.2 Échange de fichiers via peer-to-peer.....	21
7.3 Configuration d'un serveur DHCP.....	22
7.4 Utilisation d'un pare-feu.....	24
7.5 Routage automatique à travers plusieurs ordinateurs.....	26
7.6 Routage manuel à travers plusieurs ordinateurs.....	27
VIII. Complément : adresses IP.....	30
IX. Exercice de synthèse.....	32
Lexique.....	38

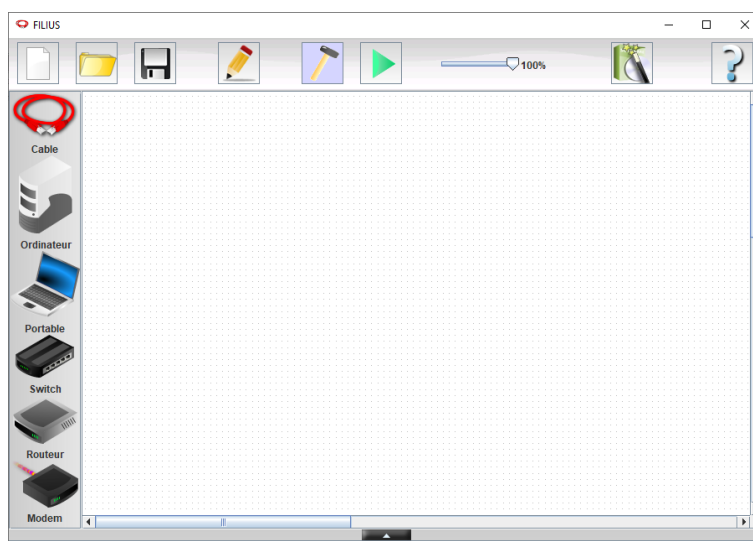
I. Remarque préliminaire.

FILIUS⁽²⁾ a été initialement développé par l'Université Siegen, en Allemagne, afin de fournir un outil permettant d'améliorer les cours d'informatique sur les réseaux. Le groupe cible principal comprend les étudiants des écoles secondaires. Mais, avec son large éventail de logiciels, il peut être intéressant pour les apprenants de tout âge. Le logiciel favorise en particulier l'apprentissage exploratoire et est très utile pour enseigner aux étudiants l'internet et ses différentes applications.

Ce document a pour but de vous montrer, en tant qu'enseignant, les différentes manières d'utiliser FILIUS en classe. Les descriptions sont toujours suivies d'exemples d'exercices. Les solutions correspondantes sont téléchargeables sur <https://github.com/KELLERStephane/KELLER-Stephane-Tests2maths/tree/master/6%20-%20Filius/Add-on>.

II. Conception de FILIUS.

Après le lancement initial du programme (Filius.exe ou Filius.jar), vous êtes invité à choisir la langue du programme ; cela sera mémorisé de manière permanente⁽³⁾. À partir de maintenant, le programme apparaîtra avec l'aspect suivant :



Trois modes de travail sont disponibles dans le programme : le mode "création", le mode "simulation" et le mode "documentation".

Pour passer en mode "création", cliquer simplement sur le symbole représentant un marteau (🔨) dans la barre d'outils située en haut. Ce mode est utilisé pour construire un réseau ou lui appliquer des modifications. Après le démarrage du programme, FILIUS sera toujours en mode "création".

⁽²⁾ FILIUS signifie Free Interactive Learning Environment for Internetworking of the University Siegen.

⁽³⁾ Cette préférence se trouve dans le répertoire utilisateur du dossier Filius, qui peut être supprimé pour être réinitialisé.

Pour démarrer le mode "simulation", cliquer sur la flèche verte (▶) dans la barre d'outils. Ce mode est utilisé pour tester le réseau que vous avez créé et installer différents logiciels réseau sur les ordinateurs et les exécuter.

Pour accéder au mode "documentation", sélectionner le crayon (✎) dans la barre d'outils située en haut. Ce mode 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.

III. Le mode "création".

Avant de créer votre premier réseau, ce chapitre vous familiarisera avec le fonctionnement des différents composants dans FILIUS. Nous utiliserons ensuite ces différents composants pour construire et tester des réseaux. Nous effectuerons quelques exercices simples et en augmenterons la complexité, étape par étape.

3.1 Composants dans FILIUS.

FILIUS fournit une gamme de différents composants dans la barre d'outils située sur le côté gauche. Ceux-ci peuvent être positionnés, connectés, modifiés et supprimés dans l'espace de travail. Pour créer un nouveau composant, utiliser le glisser-déposer pour déplacer le composant n'importe où dans l'espace de travail blanc. Pour connecter deux périphériques à l'aide d'un câble, sélectionner le câble dans la barre d'outils et cliquer sur les composants que vous souhaitez lier. Les connexions restent, même lorsque les composants sont repositionnés. À l'aide d'un clic droit, vous pouvez à nouveau supprimer n'importe quel câble ou composant. Nous allons maintenant apprendre les fonctions de base des différents composants et une explication plus détaillée suivra dans le chapitre sur la conception et le test de réseaux dans FILIUS.

3.2 Composants *Ordinateur* et *Portable*.


Dans la barre d'outils à gauche, FILIUS fournit deux types d'ordinateurs différents à utiliser dans nos réseaux virtuels. Les deux ordinateurs sont identiques dans leur fonctionnement et remplissent la même fonction, mais il est utile de garder une distinction logique entre les deux. Pour un ordinateur servant la tâche d'un client, il est conseillé d'utiliser un *Portable* (💻), alors que pour un ordinateur servant à la tâche d'un serveur, nous utiliserons un *Ordinateur* (🖨). Les composants peuvent être ajoutés en les faisant glisser vers l'espace de travail, à l'aide du bouton gauche de la souris. La configuration d'un ordinateur peut être modifiée en double-cliquant sur l'icône dans l'espace de travail, ou en faisant un clic droit et en sélectionnant *Configurer*. Les différents paramètres de l'ordinateur sont modifiables dans la

fenêtre qui s'ouvre. La configuration standard d'un ordinateur est affichée dans l'image suivante.

Nom	Portable 0.10
Adresse MAC	67:17:E3:95:35:42
Adresse IP	192.168.0.10
Masque	255.255.255.0
Passerelle	
Serveur DNS	



Si vos élèves (étudiants) ne sont pas familiarisés avec le fonctionnement d'une adresse **IP** ou d'un **Masque**, lire tout d'abord le chapitre VIII, pour une brève description.

3.3 Composant **Cable**.

Deux ordinateurs peuvent être connectés à l'aide d'un composant **Cable**. Pour cela, sélectionner le câble réseau () dans la barre d'outils. Puis, dans l'espace de travail, cliquer sur le premier composant, puis sur le second composant que vous souhaitez connecter pour établir un lien entre les deux.


3.4 Composant **Switch**.

Si vous souhaitez connecter plus de deux ordinateurs l'un à l'autre, vous avez besoin d'un concentrateur central.

Le moyen le plus simple consiste à utiliser un **Switch** (). La configuration d'un **Switch** peut être modifiée en double-cliquant sur l'icône (.

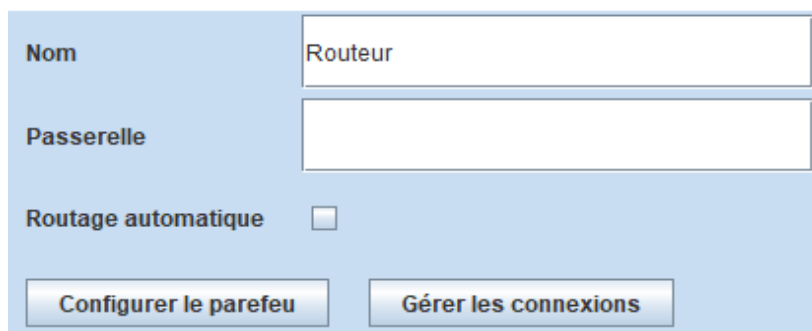
Un **Switch** mémorise tous les composants connectés après l'envoi de la première demande sur le réseau et redirige les signaux vers leurs destinataires. Cependant, un **Switch** ne peut connecter que des ordinateurs d'un même réseau.

3.5 Composant **Routeur**.

Pour envoyer un signal réseau d'un réseau à un autre, nous utilisons un **Routeur** () pour les connecter. Pour que le **Routeur** fonctionne correctement, **tous les composants connectés doivent appartenir à des réseaux différents**. Ceci s'applique également à des ordinateurs isolés pouvant y être directement connectés.

Après l'initialisation d'un **Routeur**, FILIUS demande le nombre de cartes réseau qu'il devrait avoir, c'est-à-dire le nombre d'interfaces vers les réseaux qu'il devrait

fournir. Cette configuration peut être modifiée ultérieurement dans le panneau de configuration du **Routeur**, en sélectionnant l'option **Gérer les connexions**.



The screenshot shows a configuration window for a 'Routeur'. It has a light blue background. On the left, there are labels: 'Nom', 'Passerelle', and 'Routage automatique'. To the right of 'Nom' is a text box containing 'Routeur'. To the right of 'Passerelle' is an empty text box. To the right of 'Routage automatique' is an unchecked checkbox. At the bottom, there are two buttons: 'Configurer le parefeu' and 'Gérer les connexions'.

Dans le panneau des préférences, vous pouvez également trouver un onglet dédié pour chaque interface avec la configuration de la carte réseau et de son réseau. Modifier l'adresse **IP** en fonction du réseau connecté, de sorte qu'un signal puisse être réacheminé correctement (généralement la première adresse **IP** du réseau). Par ailleurs, une **Passerelle** doit être ajoutée pour chaque ordinateur du réseau. Les préférences exactes seront expliquées en détail ultérieurement.

3.6 Composant **Modem**.

FILIUS permet également de lier plusieurs programmes FILIUS exécutés sur différents ordinateurs physiques d'un réseau existant, tel qu'une salle de classe. Il est important de vous assurer que le pare-feu de chaque ordinateur physique autorise de telles connexions. Pour utiliser ces fonctionnalités, tous les programmes FILIUS doivent inclure un modem dans leur réseau virtuel. Le modem de l'un des réseaux virtuels doit être défini en tant que destinataire. Pour ce faire, cocher la case **Attendre les connexions entrantes**, puis cliquer sur le bouton **Activer** pour accepter les demandes entrantes.



The screenshot shows a configuration window for a 'Modem'. It has a light gray background. On the left, there are labels: 'Nom', 'Adresse IP', and 'Port'. To the right of 'Nom' is a text box containing 'Modem A'. Below 'Nom' is a checked checkbox labeled 'Attendre les connexions entrantes'. To the right of 'Adresse IP' is a text box containing 'localhost'. To the right of 'Port' is a text box containing '12345'. At the bottom, there is a button labeled 'Activer'.

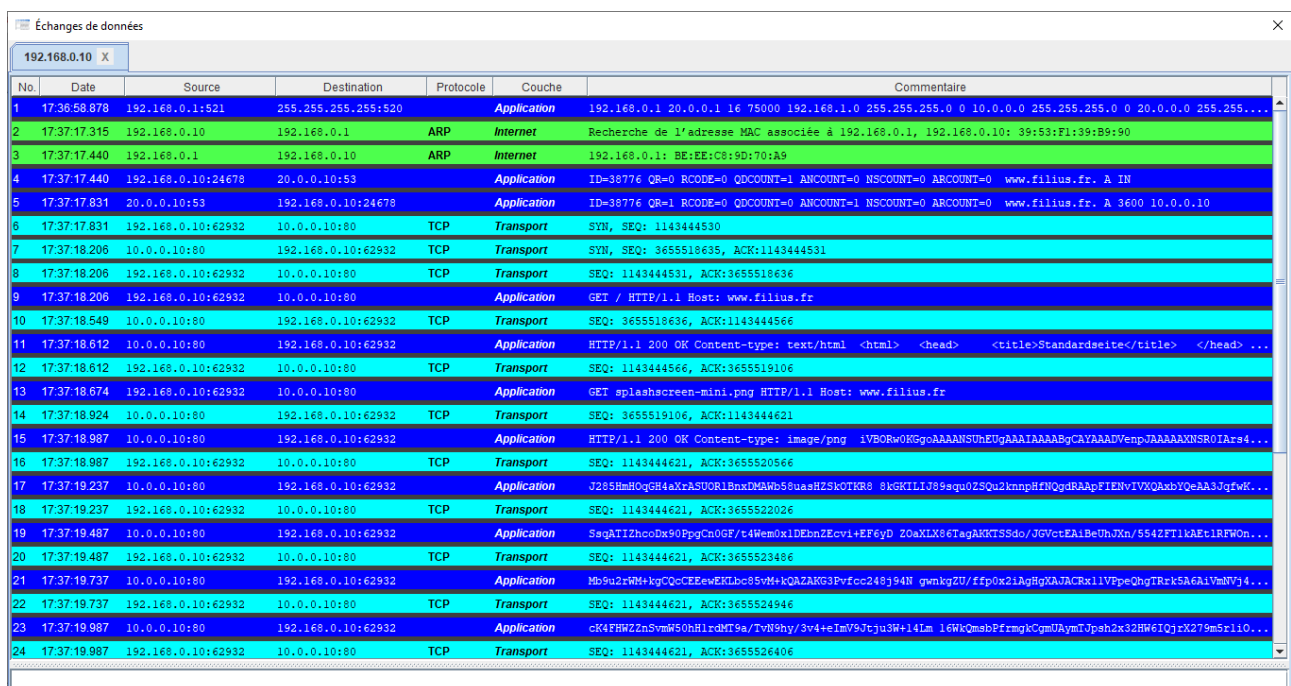
L'autre modem d'un autre réseau virtuel peut désormais établir une connexion réseau physique, en utilisant l'adresse **IP** du modem récepteur (adresse **IP** physique du premier ordinateur). Les deux modems indiqueront une connexion réussie par un petit point vert.

IV. Le mode "simulation".

Le mode "simulation" est utilisé pour installer un logiciel sur les ordinateurs, le supprimer ou le démarrer. Pour passer en mode "simulation", cliquer sur la flèche verte dans la barre d'outils supérieure (▶).

L'objectif principal de FILIUS est d'afficher l'activité du réseau sur les différentes couches du modèle *OSI* ce qui améliore ainsi la compréhension du fonctionnement des réseaux.

Pour modifier la vitesse d'affichage de la simulation, utiliser le panneau de commande situé en haut (⏮ 100%). Ceci ajuste la vitesse d'affichage des signaux dans les câbles, ainsi que dans le modèle de couches *OSI*, que vous pouvez observer en cliquant avec le bouton droit de la souris sur n'importe quel ordinateur.



No.	Date	Source	Destination	Protocole	Couche	Commentaire
1	17:36:58.878	192.168.0.1:1521	255.255.255.255:520	Application	192.168.0.1 20.0.0.1 16 75000 192.168.1.0 255.255.255.0 0 10.0.0.0 255.255.255.0 0 20.0.0.0 255.255.255.0	
2	17:37:17.315	192.168.0.10	192.168.0.1	ARP	Internet	Recherche de l'adresse MAC associée à 192.168.0.1, 192.168.0.10: 39:53:Fl:39:B9:90
3	17:37:17.440	192.168.0.1	192.168.0.10	ARP	Internet	192.168.0.1: BE:EE:C8:9D:70:A9
4	17:37:17.440	192.168.0.10:24678	20.0.0.10:53	Application	ID=38776 QR=0 RCODE=0 QDCOUNT=1 ANCOUNT=0 NSCOUNT=0 ARCOUNT=0 www.filius.fr. A IN	
5	17:37:17.831	20.0.0.10:53	192.168.0.10:24678	Application	ID=38776 QR=1 RCODE=0 QDCOUNT=0 ANCOUNT=1 NSCOUNT=0 ARCOUNT=0 www.filius.fr. A 3600 10.0.0.10	
6	17:37:17.831	192.168.0.10:62932	10.0.0.10:80	TCP	Transport	SYN, SEQ: 1143444530
7	17:37:18.206	10.0.0.10:80	192.168.0.10:62932	TCP	Transport	SYN, SEQ: 3655518635, ACK:1143444531
8	17:37:18.206	192.168.0.10:62932	10.0.0.10:80	TCP	Transport	SEQ: 1143444531, ACK:3655518636
9	17:37:18.206	192.168.0.10:62932	10.0.0.10:80	Application	GET / HTTP/1.1 Host: www.filius.fr	
10	17:37:18.549	10.0.0.10:80	192.168.0.10:62932	TCP	Transport	SEQ: 3655518636, ACK:1143444566
11	17:37:18.612	10.0.0.10:80	192.168.0.10:62932	Application	HTTP/1.1 200 OK Content-type: text/html <html> <head> <title>Standardseite</title> </head> ...	
12	17:37:18.612	192.168.0.10:62932	10.0.0.10:80	TCP	Transport	SEQ: 1143444566, ACK:3655519106
13	17:37:18.674	192.168.0.10:62932	10.0.0.10:80	Application	GET splashscreen-mini.png HTTP/1.1 Host: www.filius.fr	
14	17:37:18.924	10.0.0.10:80	192.168.0.10:62932	TCP	Transport	SEQ: 3655519106, ACK:1143444621
15	17:37:18.987	10.0.0.10:80	192.168.0.10:62932	Application	HTTP/1.1 200 OK Content-type: image/png iVBORwOKGpAAAANSURUgAAAI1AAAABgCAYAAADVempJAAAAXNSR0IArs4...	
16	17:37:18.987	192.168.0.10:62932	10.0.0.10:80	TCP	Transport	SEQ: 1143444621, ACK:3655520566
17	17:37:19.237	10.0.0.10:80	192.168.0.10:62932	Application	J285HmH0qGH4aXrASUOR1BnxDMAMB5BuasH2SKOTKR8 8kGKILiJ88sequ0ZSQ2knnpHfQnQdRAApFIENvIVXQXsbYQeAA3JgfwK...	
18	17:37:19.237	192.168.0.10:62932	10.0.0.10:80	TCP	Transport	SEQ: 1143444621, ACK:3655522026
19	17:37:19.487	10.0.0.10:80	192.168.0.10:62932	Application	SsqATiZhc0Dx9PpgCh0GF/t4Wem0x1DEnnZEcv1+EF6yD 20aXLX86TagAKTSSdo/JGVctEA1Be0hJXn/5542FT1kAEtIRFWo...	
20	17:37:19.487	192.168.0.10:62932	10.0.0.10:80	TCP	Transport	SEQ: 1143444621, ACK:3655523496
21	17:37:19.737	10.0.0.10:80	192.168.0.10:62932	Application	Mb9u2rRH+kgCQcEEewEKIbc85vW+kQAZANG3Pvfcc248j94N gwnkyZU/ffp0x21AgHgKJACRxl1VPpeQhgTRrk5AGAlVmnVj4...	
22	17:37:19.737	192.168.0.10:62932	10.0.0.10:80	TCP	Transport	SEQ: 1143444621, ACK:3655524946
23	17:37:19.987	10.0.0.10:80	192.168.0.10:62932	Application	cK4FHWZ2nSvm50h1rdMT9e/TvN8hy/3v4+eImV9Jcju3W+14Lm 16WkQmshPfrmgKQmUymTJpah2x32HW6IQjXK279m5r1i0...	
24	17:37:19.987	192.168.0.10:62932	10.0.0.10:80	TCP	Transport	SEQ: 1143444621, ACK:3655526406

Mais avant de pouvoir voir l'activité du réseau, il est nécessaire d'installer un logiciel sur l'ordinateur. En double-cliquant ou en faisant un clic droit sur le *Portable*, vous obtenez l'icône *Installation des logiciels* (📀) :




En cliquant sur *Installation des logiciels* (📀), il est possible d'installer (📀) ou désinstaller (📀) le(s) logiciel(s) sur ce *Portable*. Vous trouverez ci-dessous une brève description des fonctions des différents logiciels.


4.1 Logiciels réseau dans FILIUS.


FILIUS a trois types de logiciels : les logiciels système, les logiciels client et les logiciels serveur. Ceux-ci seront brièvement expliqués en fonction de leur groupe.

4.2 Logiciels système dans FILIUS.

Explorateur de fichier () : ce logiciel permet de copier des fichiers existants du disque dur de votre ordinateur physique, sur un ordinateur virtuel dans FILIUS.

Ligne de commande () : la ligne de commande permet de gérer l'ordinateur à l'aide de certaines commandes qui seront affichées au démarrage du terminal.


Éditeur de textes () : à l'aide de ce logiciel, vous pouvez créer des fichiers texte simples, par exemple **HTML**, et les modifier. Vous pouvez également modifier les fichiers que vous avez précédemment importés à l'aide de l'explorateur de fichiers.


Parefeu () : le pare-feu peut être utilisé pour ouvrir ou fermer certains ports du réseau.


Afficheur d'images () : avec ce programme, vous pouvez ouvrir et afficher des images.

4.3 Logiciels client dans FILIUS.


Client de messagerie () : ce logiciel permet d'envoyer et de recevoir des courriels.


Navigateur Web () : le **Navigateur Web** sert à l'affichage des sites **Web**. Il peut gérer toutes les commandes **HTML** de base.


Client générique () : le client est utilisé pour se connecter à un serveur. Il peut être utilisé pour vérifier si le réseau est correctement connecté.


Gnutella (P2P) () : **Gnutella** est un logiciel peer-to-peer qui permet de partager des fichiers au sein d'un réseau virtuel.

4.4 Logiciels serveur dans FILIUS.


Serveur DNS () : le serveur **DNS** est utilisé pour simuler la traduction des **URL** symboliques dans leurs adresses **IP** correspondantes.

Serveur de messagerie (): à l'aide d'un serveur de messagerie, vous pouvez créer différents comptes de messagerie. Ces comptes peuvent être utilisés par le programme de messagerie sur un ordinateur client.


Serveur Web (): ce logiciel transforme un ordinateur en un serveur **Web**, qui permet aux clients d'afficher un site **Web** stocké sur le serveur à l'aide du navigateur **Web**. Le site **Web** par défaut est défini par le fichier "index.html" dans le répertoire virtuel "root/Webserver".


Client générique (): une fois démarré, le serveur d'écho répond à toutes les demandes des clients en renvoyant le message reçu.


V. Le mode "documentation".

Depuis la version 1.6.0, FILIUS permet à l'utilisateur de documenter les structures de réseau et de les regrouper de manière symbolique. Pour démarrer le mode "documentation", cliquer sur l'icône représentée par un crayon ().



FILIUS propose deux méthodes de documentation différentes dans ce mode. Elles seront brièvement expliquées. Il incombe à l'utilisateur de nommer ou de grouper de manière significative ses réseaux virtuels.

À l'aide de champs de texte (), l'utilisateur peut ajouter des informations concernant le réseau virtuel. Les champs de texte n'ont d'influence ni sur le comportement du réseau en mode "création", ni sur l'activité du réseau en mode "simulation".

Il en va de même pour les champs de structure (). Ils peuvent être utilisés pour regrouper de manière significative des composants individuels d'un réseau. Le champ, dont la taille est modifiable, apparaîtra en arrière-plan lorsque vous quitterez le mode "documentation".

En utilisant le bouton d'exportation (), le réseau virtuel peut être enregistré, en tant qu'image au format PNG.

VI. Conception et test de réseaux dans FILIUS.

Dans le chapitre suivant, nous allons concevoir et tester différents réseaux. Nous commencerons par des exemples simples et en augmenterons la complexité. Par conséquent, un basculement régulier entre le mode "création" et le mode "simulation" est nécessaire. Le symbole à gauche de chaque exercice indique si l'opération doit être effectuée en mode "création" () ou en mode "simulation" (.

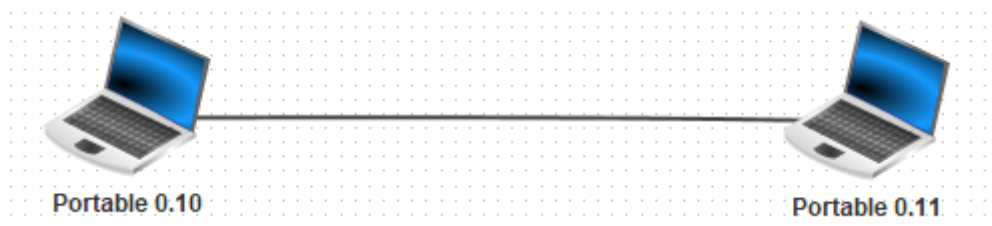
6.1 Lien direct.

Le moyen le plus simple de connecter des ordinateurs consiste à établir une liaison directe à l'aide d'un câble réseau croisé. Cela s'appelle une connexion d'égal à égal. Avec ce type de connexion, les ordinateurs sont connectés à l'aide d'un câble à paire torsadée pour permettre le transfert de données entre les deux.

Exercice 1 : (🔧)

Créer un réseau simple avec deux *Portables* liés, servant de clients. Configurer les *Portables* avec 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 *Portables* font partie du même réseau.

Remarque : pour ne pas nommer manuellement chaque *Portable*, utiliser l'option *Utiliser l'adresse IP comme nom* pour permettre à FILIUS de définir automatiquement le nom du *Portable* en tant qu'adresse *IP*.



Exercice 2a : (▶)

Sélectionner le *Portable* avec l'adresse *IP* se terminant par 0.10. Installer alors le logiciel *Ligne de commande*. Démarrer la ligne de commande et tester la connexion du *Portable* 0.11 à l'aide de la commande *ping* 192.168.0.11.

Inspecter l'activité du réseau en affichant les données échangées du *Portable* 0.10 dans le modèle *OSI* (bouton droit de la souris sur le *Portable* 0.10 puis *Afficher les échanges de données* (192.168.0.10)).

```

Ligne de commande
mkdir      cree un dossier
cd         change le dossier courant
pwd        affiche le chemin du dossier courant
dir / ls   liste le contenu du dossier courant
ipconfig   affiche les paramètres 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 routage
ping       teste la connexion avec un autre ordinateur
tracert    analyse les sauts nécessaires pour atteindre une destination
exit       quitte la ligne de commande

=====

/> 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=115ms
From 192.168.0.11 (192.168.0.11): icmp_seq=3 ttl=64 time=123ms
From 192.168.0.11 (192.168.0.11): icmp_seq=4 ttl=64 time=118ms
--- 192.168.0.11 Statistiques des paquets ---
4 paquets transmis, 4 paquets reçus, 0% paquets perdus

/>
  
```

No.	Date	Source	Destination	Protocole	Couche	Commentaire
1	20:31:39.089	192.168.0.10	192.168.0.11	ARP	Internet	Recherche de l'adresse MAC associée à 192.168.0.11, ...
2	20:31:39.205	192.168.0.11	192.168.0.10	ARP	Internet	192.168.0.11: 50:28:AC:48:FC:F4
3	20:31:39.205	192.168.0.10	192.168.0.11	ICMP	Internet	ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq.-Nr.: 1
4	20:31:39.319	192.168.0.11	192.168.0.10	ICMP	Internet	ICMP Echo Reply (pong), TTL: 64, Seq.-Nr.: 1
5	20:31:40.319	192.168.0.10	192.168.0.11	ICMP	Internet	ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq.-Nr.: 2
6	20:31:40.434	192.168.0.11	192.168.0.10	ICMP	Internet	ICMP Echo Reply (pong), TTL: 64, Seq.-Nr.: 2
7	20:31:41.536	192.168.0.10	192.168.0.11	ICMP	Internet	ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq.-Nr.: 3
8	20:31:41.659	192.168.0.11	192.168.0.10	ICMP	Internet	ICMP Echo Reply (pong), TTL: 64, Seq.-Nr.: 3
9	20:31:42.741	192.168.0.10	192.168.0.11	ICMP	Internet	ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq.-Nr.: 4
10	20:31:42.859	192.168.0.11	192.168.0.10	ICMP	Internet	ICMP Echo Reply (pong), TTL: 64, Seq.-Nr.: 4
11	20:33:14.712	192.168.0.10	192.168.0.11	ARP	Internet	Recherche de l'adresse MAC associée à 192.168.0.11, ...
12	20:33:14.832	192.168.0.11	192.168.0.10	ARP	Internet	192.168.0.11: 50:28:AC:48:FC:F4
13	20:33:14.832	192.168.0.10	192.168.0.11	ICMP	Internet	ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq.-Nr.: 1
14	20:33:14.952	192.168.0.11	192.168.0.10	ICMP	Internet	ICMP Echo Reply (pong), TTL: 64, Seq.-Nr.: 1
15	20:33:15.942	192.168.0.10	192.168.0.11	ICMP	Internet	ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq.-Nr.: 2
16	20:33:16.052	192.168.0.11	192.168.0.10	ICMP	Internet	ICMP Echo Reply (pong), TTL: 64, Seq.-Nr.: 2

No.: 3 / Date: 20:31:39.205

- Réseau
 - Source: 67:17:E3:95:35:42
 - Destination: 50:28:AC:48:FC:F4
 - Commentaire: 0x800
- Internet
 - Source: 192.168.0.10
 - Destination: 192.168.0.11
 - Protocole: ICMP
 - Commentaire: ICMP Echo Request (ping), TTL: 64, Seq.-Nr.: 1

Nous pouvons observer que l'activité du réseau n'atteint que la couche Internet. Les couches plus élevées et plus complexes du modèle **OSI** ne sont pas encore nécessaires. En sélectionnant l'une des lignes dans la fenêtre d'échange de données, il est possible d'afficher des informations sur les couches inférieures du modèle **OSI**, ainsi que des informations plus détaillées sur les couches utilisées.

Exercice 2b : (▶)

Essayer d'autres commandes en utilisant la ligne de commande, telles que *ipconfig*, *host localhost* ou *dir*. L'utilisation de la commande *host* apparaîtra clairement dans un exemple ultérieur, incluant un *DNS Server*.

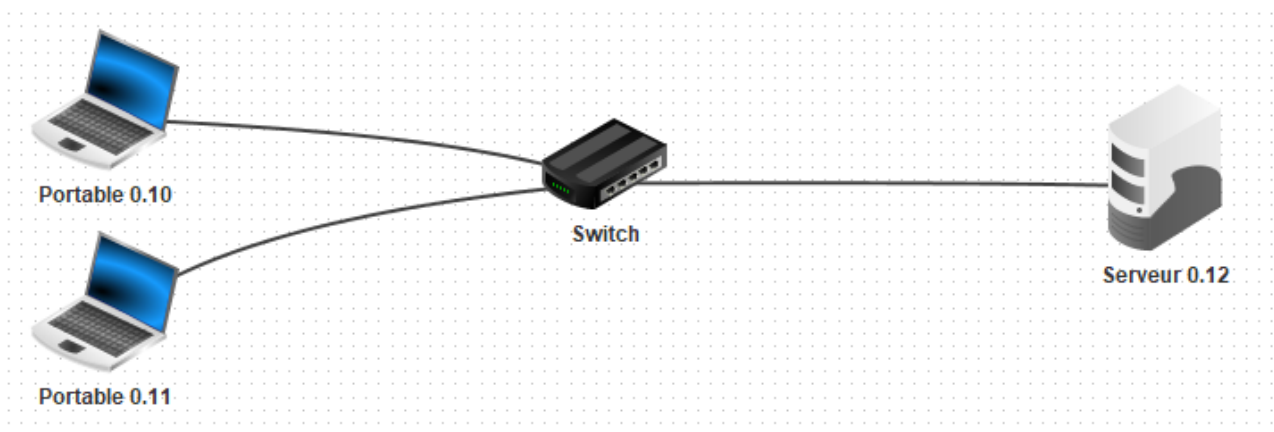
6.2 Connexion d'ordinateurs à l'aide d'un *Switch*.

Si vous souhaitez connecter plus de deux ordinateurs à un réseau dans FILIUS, vous devez utiliser un *Switch* auquel vous pourrez connecter un nombre quelconque d'ordinateurs. Après la première utilisation en mode "simulation", un *Switch* associe les adresses *MAC* des paquets entrant aux ports du *Switch*, afin ensuite, de pouvoir transférer les paquets de données plus rapidement. Cette correspondance est écrite dans la table *SAT* du *Switch*. Nous allons maintenant utiliser ce composant pour connecter trois ordinateurs entre eux.

Exercice 3 : (🔧)

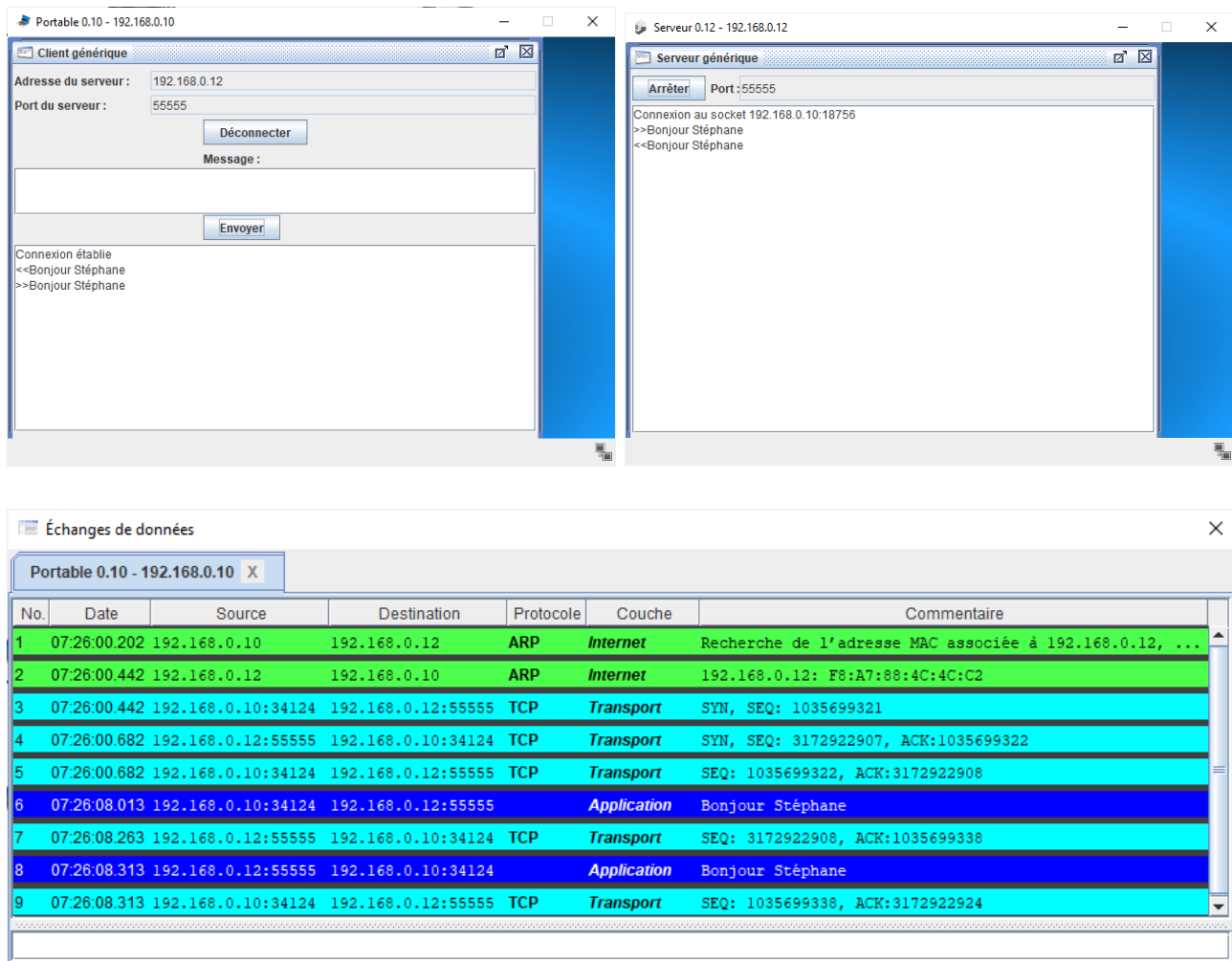
Développer maintenant ce réseau en ajoutant un troisième ordinateur qui correspond à un serveur, avec l'adresse *IP* 192.168.0.12.

Ne pas oublier d'utiliser le symbole (🖥️) pour ajouter ce serveur. Puis connecter les trois ordinateurs au *Switch*.



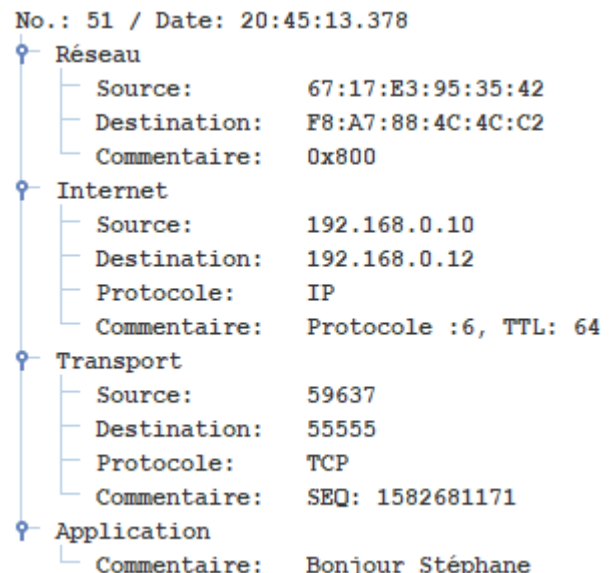
Exercice 4 : (▶)

Ouvrir le bureau du serveur 0.12. Installer et démarrer le logiciel *Client générique* sur le port prédéfini 55555. Utiliser l'un des *Portables* pour installer le logiciel *Client générique* et le connecter au serveur. Essayer d'envoyer des messages texte du client au serveur et observer le résultat. Jeter également un coup d'œil à l'activité du réseau dans la fenêtre d'échange de données du *Portable*.



La fenêtre d'échange de données montre, dans cet exemple, que la couche de transport est nécessaire pour la première fois. L'établissement de la connexion entre le client et le serveur utilise déjà trois couches dans le modèle *OSI*. Les deux premières lignes sont à nouveau utilisées pour déterminer l'adresse MAC, appartenant à l'adresse *IP* du serveur.

Dès que vous envoyez un message de client à serveur, la quatrième couche, appelée couche d'application, entre en jeu.



Le logiciel, qui est le *Client générique*, utilise tout d'abord la couche application, puis la couche transport, la couche internet et enfin la couche réseau. Toutes ces informations sont affichées en cliquant sur la première ligne bleu foncé dans le modèle d'échange de données, ce qui affiche l'image à droite.

Dans les exercices suivants, ne pas oublier de regarder de temps en temps la fenêtre d'échange de données pour avoir une idée du type d'informations en cours de transmission au sein du réseau. Vous remarquerez, par exemple, l'énorme quantité de données à transmettre lors de l'envoi de courriels.

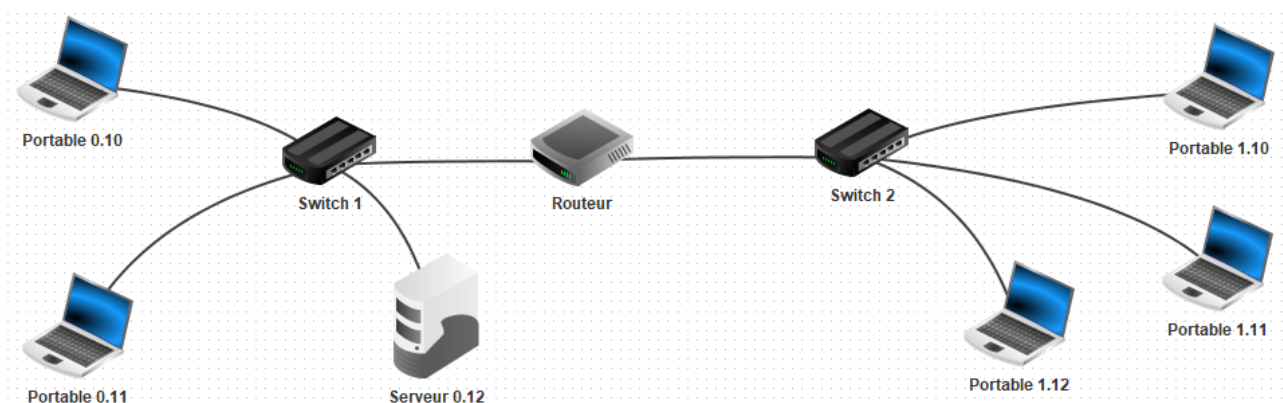
6.3 Connexion de deux réseaux à l'aide d'un *Routeur*.

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

Exercice 5 :

(🔧) : créer un deuxième réseau avec trois nouveaux *Portables*, comme indiqué ci-dessous. Nous voulons que les trois nouveaux *Portables* se trouvent sur un réseau logiquement différent, pour lequel nous utiliserons les adresses *IP* 192.168.1.10 à 192.168.1.12. Enfin, connecter les deux réseaux à l'aide d'un *Routeur* et configurer les deux cartes d'interface réseau avec les adresses *IP* 192.168.0.1 et 192.168.1.1.

(▶) : pour finir, tester la connexion entre les *Portables* 0.10 et 1.10 à l'aide de la commande *ping*.



FILIUS affiche alors le message suivant dans l'invite de commande :

```
/> ping 192.168.1.10
Destination inaccessible
/> |
```

Ce message d'erreur s'affiche car la requête doit quitter le réseau local. La *Passerelle* de chaque ordinateur n'est pas encore configurée. Or, cette configuration permet à la requête de quitter le réseau local.

Exercice 6 :

(🔧) : le *Routeur* dispose d'une carte d'interface réseau avec l'adresse 192.168.0.1 que vous configurerez en tant que *Passerelle* pour les trois ordinateurs du côté gauche. Définir la *Passerelle* pour les trois *Portables* du côté droit sur 192.168.1.1 en conséquence.

(▶) : essayer à nouveau la même connexion. Cela devrait fonctionner correctement.

Nom	Portable 0.10
Adresse MAC	48:E9:9C:A9:F6:5C
Adresse IP	192.168.0.10
Masque	255.255.255.0
Passerelle	192.168.0.1
Serveur DNS	

Lorsque vous regardez la fenêtre d'échange de données, vous pouvez constater que la première demande prend beaucoup plus de temps que les trois suivantes. En effet, la table de routage des deux *Switchs* est vide au début. Elle est ensuite créée après la première demande.

Table SAT Switch 1		×
MAC	Port	

Table SAT Switch 1		×
MAC	Port	
48:E9:9C:A9:F6:5C	Port 0	
FB:CA:0D:EE:3D:46	Port 3	

Table SAT Switch 2		×
MAC	Port	

Table SAT Switch 2		×
MAC	Port	
60:D2:6E:67:C1:E3	Port 3	
BE:AD:14:9C:9C:29	Port 0	

Exercice 7 :

(▶) : essayer de tester le réseau avec un client générique et un serveur d'écho. Utiliser le *Portable* 1.10 pour installer le logiciel *Client générique* et le connecter au serveur 0.12.

6.4 Simulation du *World Wide Web*.

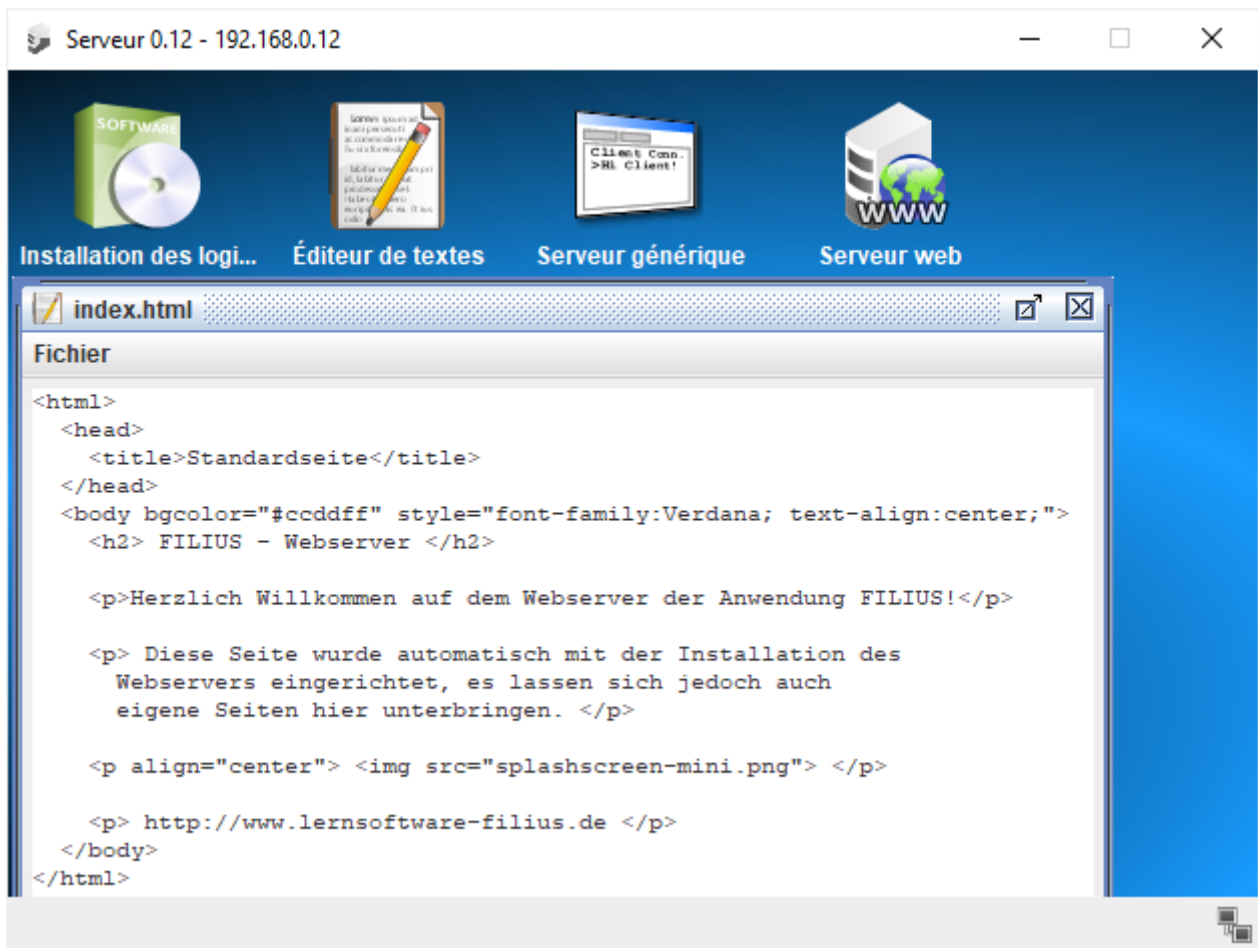
La tâche la plus importante d'Internet aujourd'hui est sûrement le *World Wide Web*.

Avec FILIUS, vous pouvez simuler et analyser les processus de base impliqués dans la communication entre un navigateur *Web* et un serveur *Web* distant.

Le réseau que nous avons créé dans l'exercice 6 suffit pour cette tâche. Nous utiliserons le serveur 0.12 comme serveur *Web* et le *Portable* 1.10 comme client et navigateur *Web*. Mais commençons par configurer notre serveur *Web*.

Exercice 8 : (▶)

Utiliser le serveur 0.12 pour installer les logiciels *Serveur Web* et *Éditeur de textes*. Prendre l'éditeur de textes pour ouvrir le fichier "index.html" qui se trouve dans le répertoire virtuel "root/Webserver". Le fichier peut être maintenant modifié afin de représenter les informations souhaitées.

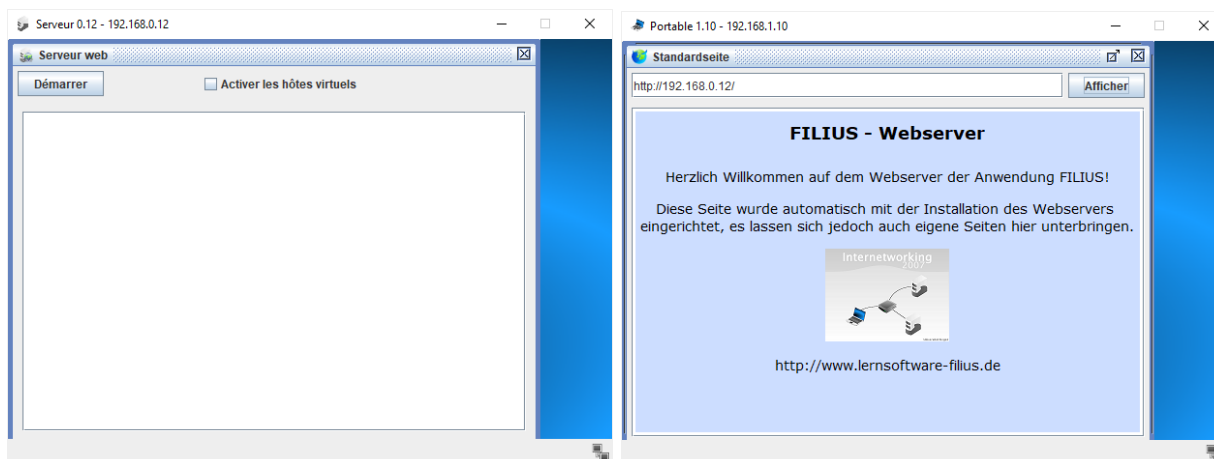


Exercice 9 : (▶)

Sur le bureau du serveur *Web* 0.12, démarrer le logiciel *Serveur Web* d'un double clic. Puis démarrer le *Serveur Web* en cliquant sur le bouton *Start* (photo de gauche).

Ensuite, passer à l'ordinateur 1.10 pour installer le logiciel *Navigateur Web*. Démarrer

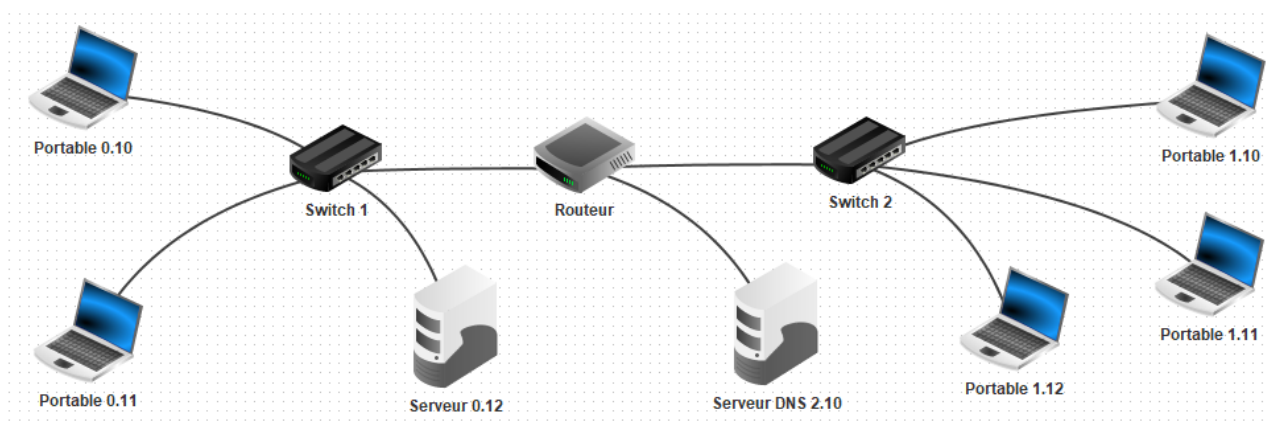
le navigateur et essayer d'établir une connexion au **Serveur Web** en tapant l'**URL** <http://192.168.0.12> dans le champ d'adresse du navigateur **Web** (image de droite).



Nous avons établi une connexion, mais ce n'est pas comme cela que nous communiquons habituellement avec d'autres serveurs **Web**. Normalement, nous contactons un site **Web** en tapant 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 : (🔧)

Créer un nouveau serveur avec l'adresse **IP** 192.168.2.10 et la **Passerelle** définie sur 192.168.2.1. Changer le nombre d'interfaces du **Routeur** à trois, en accédant à l'onglet **General** de sa configuration et en sélectionnant le bouton **Gérer les connexions**. Passer ensuite à l'onglet de la nouvelle carte d'interface réseau et modifier les informations de l'adresse **IP** en 192.168.2.1 et le **Masque** à 255.255.255.0. Enfin, connecter le nouveau serveur au **Routeur** avec 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 **Portable**.

Exercice 11 : (🔧)

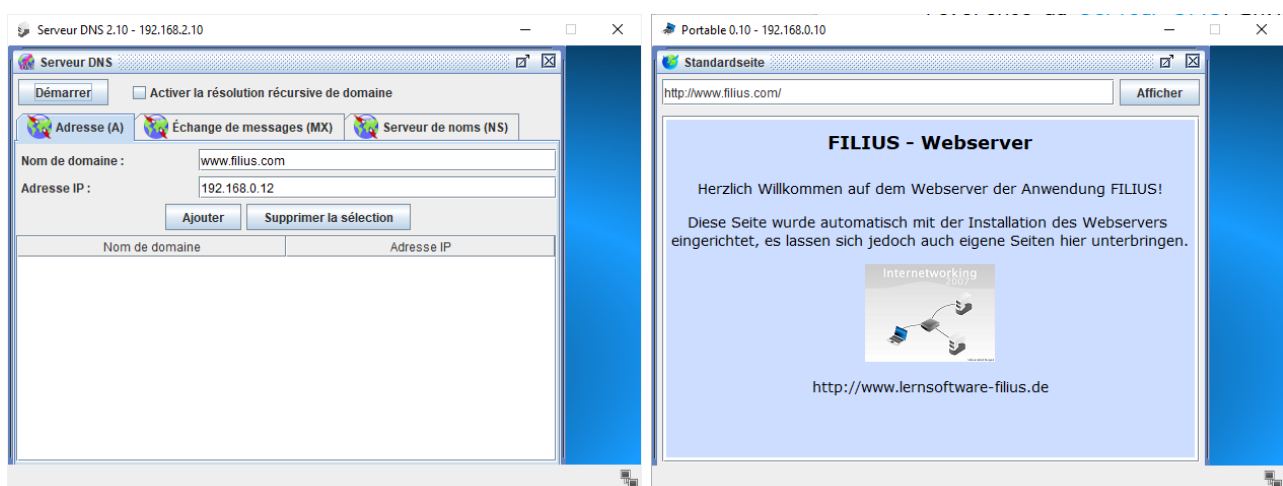
Ajouter l'adresse **IP** du serveur **DNS** 192.168.2.10 à la configuration de chaque **Portable**.

Nom	Serveur DNS 2.10
Adresse MAC	08:F8:C3:E5:CE:8D
Adresse IP	192.168.2.10
Masque	255.255.255.0
Passerelle	192.168.2.1
Serveur DNS	

Attribuer au serveur **Web** une **URL** appropriée en l'ajoutant à la table d' **Adresse (A)** du serveur **DNS** afin que nous puissions l'atteindre par son nom.

Exercice 12a : (▶)

Sélectionner le serveur 2.10. Installer et démarrer le logiciel **Serveur DNS**. Saisir www.filius.com dans le champ **Nom de domaine** et 192.168.0.12 dans le champ **Adresse IP**. Cliquer ensuite sur le bouton **Ajouter** pour ajouter l'entrée au tableau de référence du **Serveur DNS**. Enfin, lancer le **Serveur DNS** en cliquant sur le bouton **Démarrer** (image de gauche) et tester la connexion en utilisant le navigateur **Web** sur le **Portable** 0.10 et en recherchant l' **URL** <http://www.filius.com> (image de droite).



Si le navigateur **Web** renvoie le message **Impossible de joindre le serveur !**, c'est probablement que, soit vous n'avez pas encore démarré le **Serveur DNS**, soit la **Passerelle** n'est pas remplie ou est incorrecte, soit vous avez demandé une **URL** qui n'est pas encore ajoutée à la table de référence du **Serveur DNS**.

Exercice 12b : (▶)

Au début de notre didacticiel, nous avons appris la commande `host` dans le terminal. Essayer à nouveau d'utiliser la commande `host` avec l'[URL www.filius.com](http://www.filius.com). Constater que le serveur [DNS](#) fait son travail et renvoie l'[adresse IP](#) du serveur [Web](#).

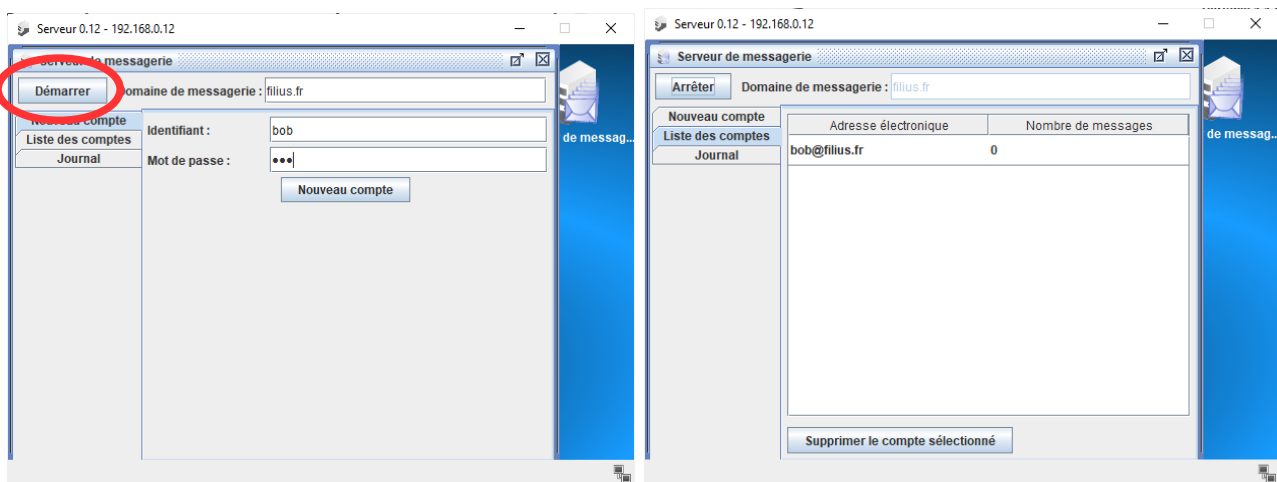
```
> /> host www.filius.com
www.filius.com a pour adresse IP 192.168.0.12
> /> |
```

6.5 Service de messagerie.

FILIUS offre la possibilité de simuler le travail de différents serveurs de messagerie et leur interaction. Au début, nous allons configurer un serveur de messagerie unique et installer le logiciel [Client de messagerie](#) sur un [Portable](#). Plus tard, nous installerons plusieurs serveurs de messagerie liés les uns aux autres.

Exercice 13 : (▶)

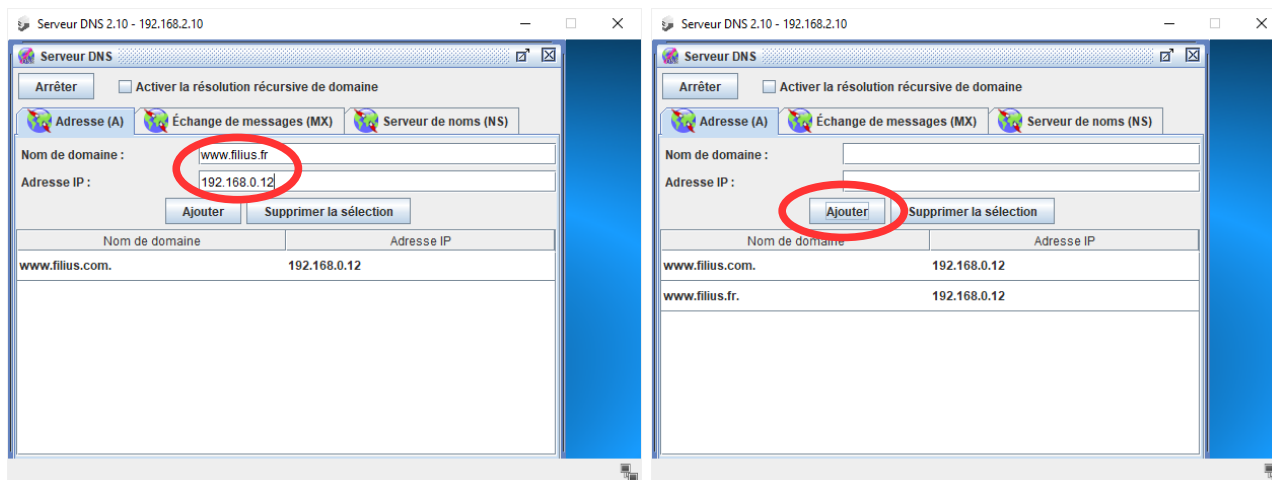
Sélectionner Serveur 0.12 pour installer le logiciel [Serveur de messagerie](#). Créer un [Nouveau compte](#) avec le [Domaine de messagerie](#) "filius.fr", l'[Identifiant](#) "bob" et le [Mot de passe](#) "bob" (image de gauche). Démarrer le [Serveur de messagerie](#). Observer comment ce nouveau compte apparaît dans la [Liste des comptes](#). Puis lancer le serveur en utilisant le bouton [Démarrer](#).



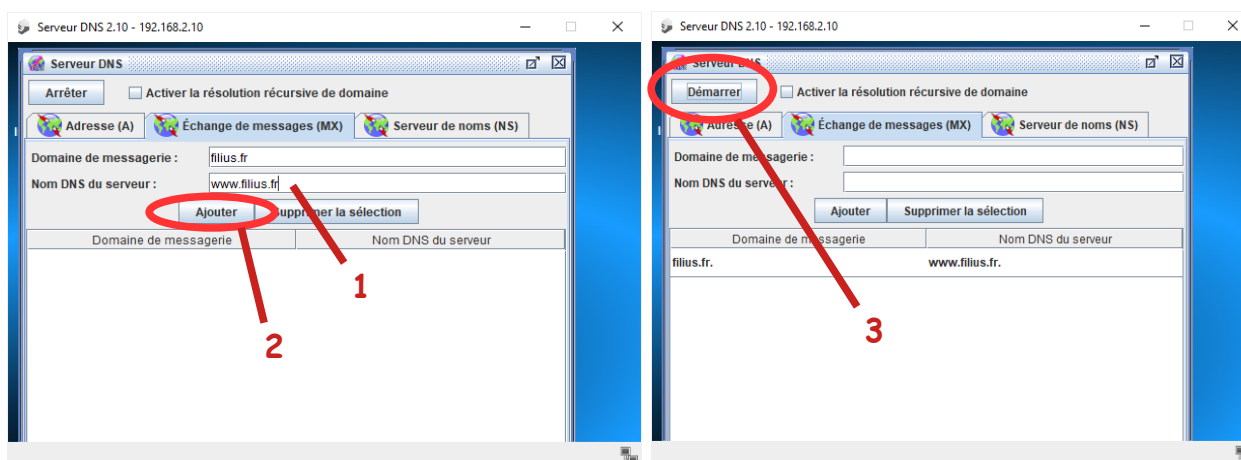
Il faut ensuite configurer le serveur [DNS 2.10](#) pour lui faire accepter le [Domaine de messagerie](#) et lui déclarer l'[adresse IP](#) du serveur de messagerie.

Exercice 14 : (▶)

Démarrer le logiciel *Serveur DNS* sur le serveur *DNS* 2.10. Dans l'onglet *Adresse (A)*, *Ajouter* le *Nom de domaine* du serveur de messagerie www.filius.fr ainsi que son *Adresse IP*.



Dans l'onglet *Échange de messages (MX)*, *Ajouter* le *Domaine de messagerie* "filius.fr" du serveur de messagerie ainsi que son *IP adress* www.filius.fr. Puis redémarrer le serveur avec *Arrêter* puis *Démarrer*.



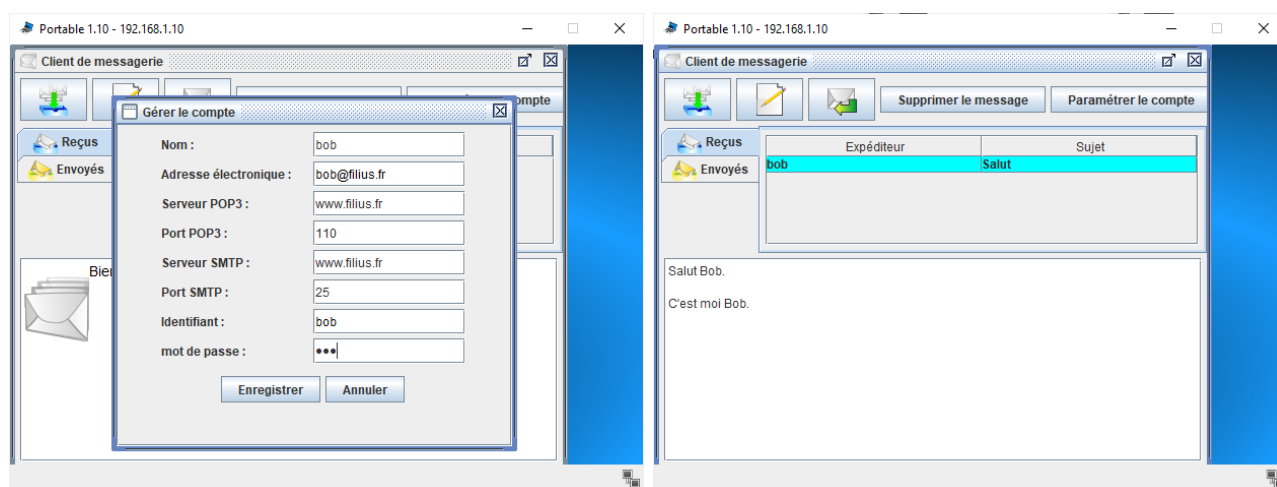
Installer puis configurer le logiciel *Client de messagerie* sur le *Portable* 1.10.

Exercice 15 : (▶)

Sélectionner *Portable* 1.10 pour installer et exécuter le logiciel *Client de messagerie*. Cliquer sur le bouton *Paramétrer le compte* pour créer un nouveau compte et le configurer avec les informations suivantes du serveur de messagerie (image de gauche) :

Nom : bob
Adresse électronique : bob@filius.fr
Serveur POP3 : www.filius.fr
Port POP3 : 110
Serveur SMTP : www.filius.fr
Port SMTP : 25
Identifiant : bob
mot de passe : bob

Enregistrer puis envoyer un courrier électronique à bob@filius.fr (c'est-à-dire à vous-même), puis récupérer vos courriers électroniques (image de droite).



Exercice 16 : (▶)

Ajouter une autre adresse électronique au serveur de messagerie avec le nom Lucie@filius.fr. Configurer également le logiciel *Client de messagerie* sur *Portable* 0.11 afin que Bob et Lucie puissent s'envoyer des courriels.

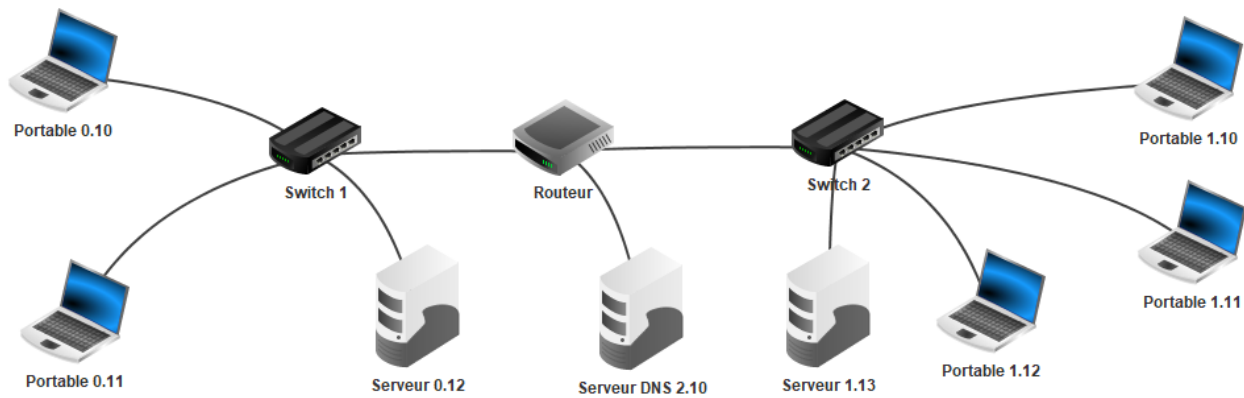
Configurer un deuxième serveur de messagerie avec l'adresse 192.168.1.13.

Exercice 17 : (▶)

Ajouter un autre serveur de messagerie nommé Serveur 1.13. Installer alors sur ce serveur un serveur de messagerie avec le *Domaine de messagerie* keller.fr. Enfin, ajouter un compte avec le nom stephane@keller.fr sur le Serveur 1.13.

Modifier la table d'*Échange de messages (MX)* du serveur *DNS*, de sorte que le nouveau *Domaine de messagerie* soit inclus.

Installer un *Client de messagerie* sur *Portable* 1.11 puis le configurer pour le compte stephane@keller.fr. Enfin, essayer d'envoyer un courrier électronique entre les deux comptes bob@filius.fr et stephane@keller.fr.



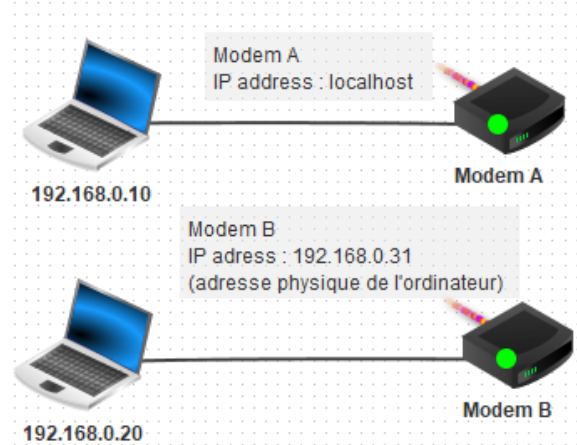
VII. Perspectives.

Si vous avez bien suivi le didacticiel jusqu'ici, vous maîtrisez toutes les fonctions de base de FILIUS. D'autres fonctions peuvent être ajoutées. Libre à vous, donc, d'intégrer les autres fonctions de Filius dans vos TP d'informatique selon la force de vos élèves (étudiants) et selon la configuration du réseau dans les salles de classe.

7.1 Réseaux virtuels et réseaux physiques.

Dans le chapitre sur les composants de FILIUS, nous avons déjà parlé du modem comme offrant la possibilité de quitter le réseau virtuel et d'envoyer des signaux sur un réseau existant physiquement. Bien entendu, il s'agit d'un réseau comprenant au moins deux ordinateurs physiques exécutant FILIUS et un pare-feu local configuré pour ne pas bloquer les signaux de FILIUS.

Vous pouvez réaliser cette configuration grâce à l'exemple suivant, dans lequel un seul *Portable* est capable de communiquer avec le réseau existant, via un modem.



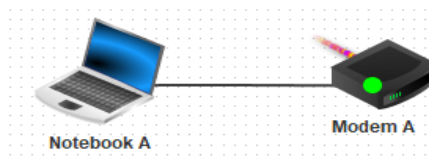
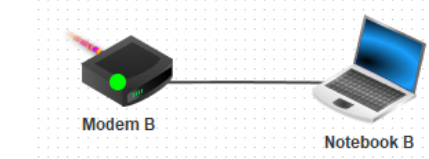
Exercice 18 : (🔧)

Créer la structure de réseau affichée ci-dessous sur deux ordinateurs physiquement différents faisant partie d'un même réseau physique.

- Sur le *Portable* A : dans le champ *IP adress*, saisir l'adresse *IP* physique du second ordinateur où est installé le *Portable* B. Configurer le modem pour qu'il accepte les demandes entrantes, en cochant la case *Wait for incoming connection request*, puis cliquer sur le bouton *Activer*.
- Sur le *Portable* B, dans le champ *IP adress*, saisir l'adresse *IP* physique du premier ordinateur où est installé le *Portable* A. Configurer le modem B pour qu'il se connecte

à l'ordinateur A. Pour ce faire, cliquer sur le bouton **Connect**. Si vous voulez essayer cela sur un ordinateur isolé, écrire simplement "localhost" en tant qu'adresse **IP** et choisir un port.

Les deux modems afficheront une lumière verte si la connexion est établie avec succès. Si la connexion des deux modems a fonctionné, les deux **Portables** virtuels peuvent être configurés pour la communication réseau.

Sur le premier ordinateur physique :	 Notebook A is connected to Modem A.
Sur le second ordinateur physique :	 Modem B is connected to Notebook B.

Vous pouvez par exemple :

- installer et démarrer le logiciel **Client générique** sur l'ordinateur A ;
- installer le logiciel **Client générique** et le connecter au serveur.

Le **Portable** B doit pouvoir communiquer avec le **Portable** A via le réseau physique.

Exercice 19 : (►)

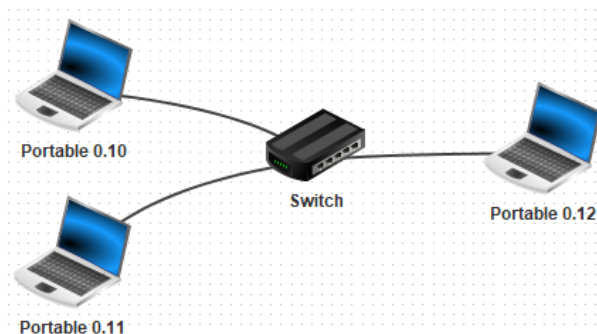
Installer les logiciels **Client générique** et **Client générique** sur les **Portables** virtuels des ordinateurs A et B. Ensuite, démarrer le serveur d'écho, puis le connecter et tester le client générique.

Maintenant, vous pouvez tester d'autres logiciels sur les ordinateurs virtuels. Observer aussi l'échange de données entre les deux.

7.2 Échange de fichiers via peer-to-peer.

FILIUS offre la possibilité de connecter plusieurs ordinateurs à un réseau d'égal à égal et de partager des fichiers sur tout le réseau à l'aide du logiciel **Gnutella**.

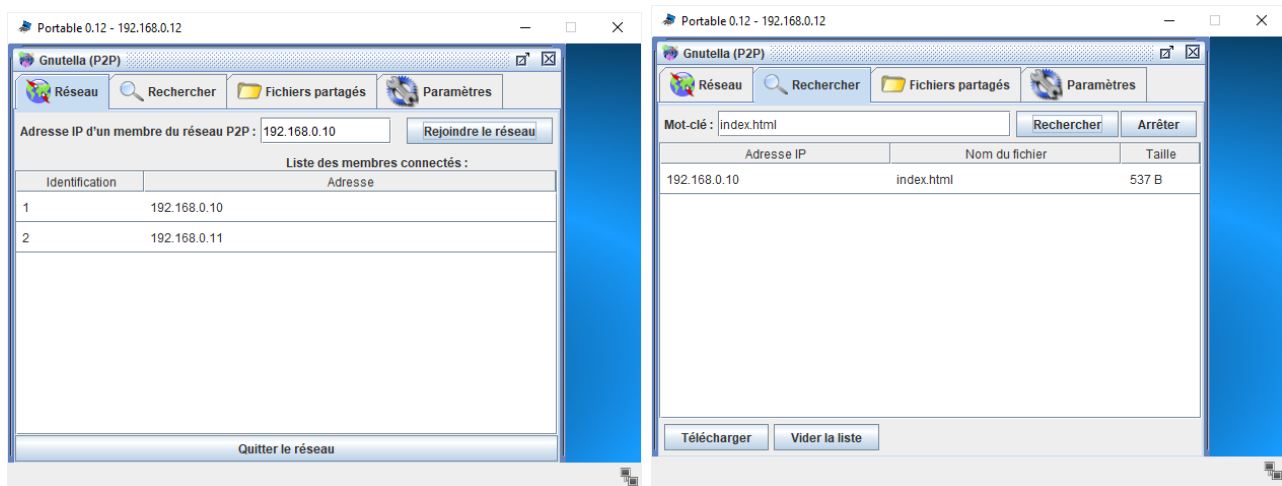
Tous les ordinateurs de ce type de réseau remplissent la fonction de client et peuvent se connecter à tous les autres ordinateurs du réseau. C'est pourquoi nous utilisons un **Portable** pour cet exercice.



Exercice 20 :

(🔧) : créer le réseau comme indiqué ci-dessus, en connectant trois *Portables* à l'aide d'un *Switch* à un réseau d'égal à égal.

(▶) : installer ensuite le logiciel *Gnutella* sur les trois ordinateurs et, en outre, installer les logiciels *Explorateur de fichier* et *Serveur Web* pour le *Portable* 0.10. Démarrer l'*Explorateur de fichiers* et copier le fichier "index.html" du répertoire "Webserver" dans le répertoire "peer2peer" en utilisant un clic droit. Ensuite, lancer le logiciel *Gnutella* sur les *Portables* 0.11 et 0.12 et rejoindre le réseau du *Portable* 0.10 (adresse IP 192.168.0.10). La liste des voisins connectés devrait s'actualiser automatiquement (image de gauche). Vous pouvez alors rechercher dans le réseau peer-to-peer des fichiers nommés "index.html" et les télécharger (image de droite).



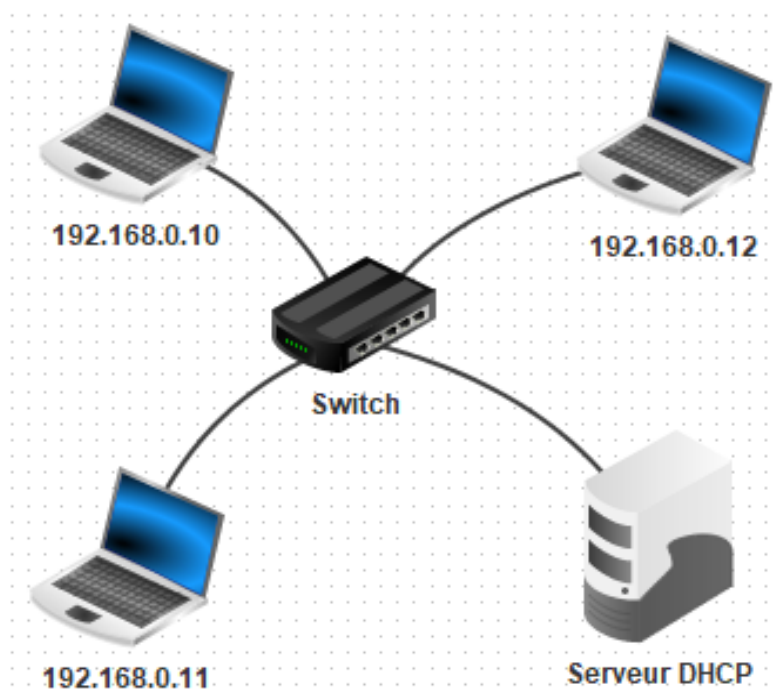
7.3 Configuration d'un serveur DHCP.

Dans les grands réseaux essentiellement, il est pratique de configurer un serveur *DHCP* qui assigne automatiquement les adresses *IP* aux ordinateurs. FILIUS offre la possibilité de simuler cela. Dans l'exercice suivant, nous allons implémenter un serveur *DHCP* sur le réseau de l'exercice précédent.

Exercice 21a : (🔧)

Sur chaque *Portable* cocher *Utiliser l'adresse IP comme nom*. Installer un serveur *DHCP* dans le réseau existant.

Configurer le serveur *DHCP* avec l'adresse *IP* 10.0.0.10. Le configurer ensuite en tant que serveur *DHCP* en cliquant sur le bouton *Configuration du service DHCP*.



Nom	Serveur DHCP
Adresse MAC	9D:BF:44:F6:79:FD
Adresse IP	10.0.0.10
Masque	255.255.255.0
Passerelle	
Serveur DNS	

☐ Utiliser l'adresse IP comme nom
☐ Adressage automatique par serveur DHCP
Configuration du service DHCP

Une boîte de dialogue apparaît alors, qui vous demande d'entrer les paramètres du serveur **DHCP**.

Saisir la plage d'adresse **IP** allant de 10.0.0.100 à 10.0.0.200 et activer **DHCP** en cochant la case **Activer DHCP**.

Configuration du service DHCP

Paramètres de base | Adressage statique

Début de plage: 10.0.0.100
Fin de plage: 10.0.0.200
Masque: 255.255.255.0

Passerelle: 0.0.0.0
Serveur DNS: 0.0.0.0
☐ Configuration manuelle

☒ Activer le service DHCP

OK

Exercice 21b :

(🔧) : sur chaque ordinateur, activer le mode **DHCP** sur tous les **Portables** afin que le serveur **DHCP** distribue automatiquement une adresse **IP** à chaque **Portable** du réseau. Pour cela cocher la case **Adressage automatique par serveur DHCP**. Vous ne pouvez plus alors modifier manuellement les configurations.

(▶) : dès que vous passez en mode "simulation", le serveur **DHCP** attribue une adresse **IP** aux clients. Tous les fils clignoteront pendant un court instant pour attribuer les nouvelles adresses **IP**. Si cela ne se produit pas, il se peut que les anciens paramètres de FILIUS soient toujours stockés sur le **Switch** et que vous deviez redémarrer le logiciel.

Maintenant, démarrer chaque ordinateur et installer une ligne de commande. Tester ensuite l'adresse **IP** attribuée aux ordinateurs par le serveur **DHCP** à l'aide de la commande **ipconfig**.

7.4 Utilisation d'un pare-feu.

Un pare-feu (en anglais **Firewall**) est un appareil de protection du réseau qui surveille le trafic entrant et sortant et décide d'autoriser ou de bloquer une partie de ce trafic en fonction d'un ensemble de règles de sécurité prédéfinies.

Un pare-feu constitue la première ligne de défense des réseaux. Il établit une barrière entre les réseaux internes sécurisés et contrôlés qui sont dignes de confiance et les réseaux externes, non fiables, tels qu'Internet.

Un pare-feu peut être un équipement physique, un logiciel ou une combinaison des deux.

7.4.1 Paramétrage du pare-feu sur le routeur.

Exercice 22a : (🔧)

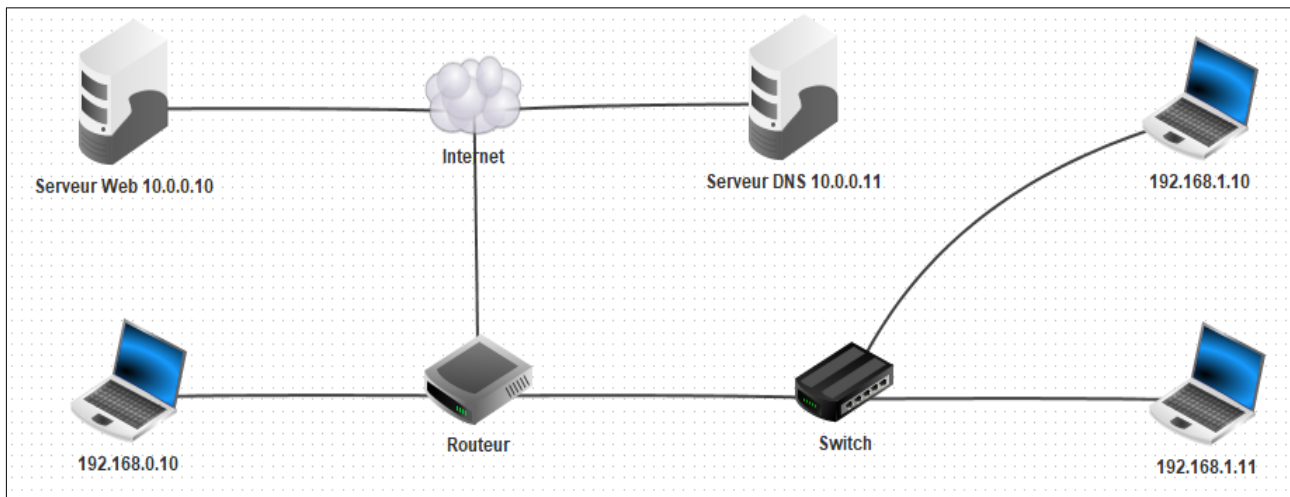
Créer le réseau suivant avec trois **Portables**. Configurer les **Portables** avec les adresses **IP** 192.168.0.10 ; 192.168.1.10 et 192.168.1.11. et pour chaque **Portable** un masque de sous-réseau 255.255.255.0.

Créer un serveur **Web** avec l'adresse **IP** 10.0.0.10 et la **Passerelle** définie sur 10.0.0.1.

Créer un serveur **DNS** avec l'adresse **IP** 10.0.0.11 et la **Passerelle** définie sur 10.0.0.1.

Attribuer au serveur **Web**, l'URL www.filius.com en l'ajoutant à la table d'**Adresse (A)** du serveur **DNS**, afin que nous puissions l'atteindre par son nom.

Pour information, **Internet** correspond à un **Switch** avec l'option **Afficher comme un nuage**.



Paramétrer en conséquence, la *Passerelle* et le *Serveur DNS* sur chacun des *Portables*. Exemple pour le poste 192.168.0.10 :

Nom	192.168.0.10
Adresse MAC	39:53:F1:39:B9:90
Adresse IP	192.168.0.10
Masque	255.255.255.0
Passerelle	192.168.0.1
Serveur DNS	10.0.0.11

Configurer le parefeu puis Activer le parefeu du routeur de telle façon à refuser toutes les connexions pour la Règle par défaut (appliquée si aucune règle de la liste n'est satisfaite). Créer la règle permettant seulement au Portable 192.168.1.10 d'accéder au serveur Web 10.0.0.10 en utilisant l'URL www.filius.com.

Exercice 22b : (🔧)

Modifier la configuration du parefeu sur le routeur afin d'autoriser tous les Portables du réseau 192.168.1.0 à accéder au serveur Web 10.0.0.10.

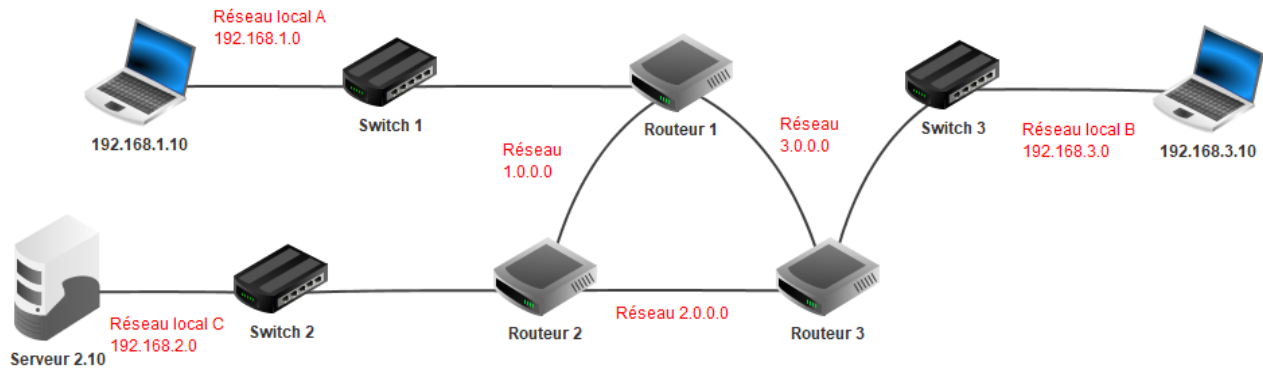
7.4.2 Paramétrage du pare-feu sur le Portable.

Exercice 22c : (▶)

Désactiver le parefeu sur le routeur. Installer le logiciel Parefeu sur le serveur Web 10.0.0.10. Paramétrer ce Parefeu afin d'ouvrir le port HTTP par défaut. Tester l'accès au serveur Web à l'aide des différents Portables.

7.5 Routage automatique à travers plusieurs ordinateurs.

Dans le chapitre sur la connexion de deux réseaux à l'aide d'un *Routeur*, nous avons limité le trafic à un seul *Routeur*. En réalité, les choses sont différentes, car Internet est un vaste réseau de *Routeurs* qui permet de faire transiter d'innombrables paquets de données. Illustrons le routage à travers plusieurs ordinateurs, à partir de cet exemple, toujours simple :



Exercice 23a : (🔧)

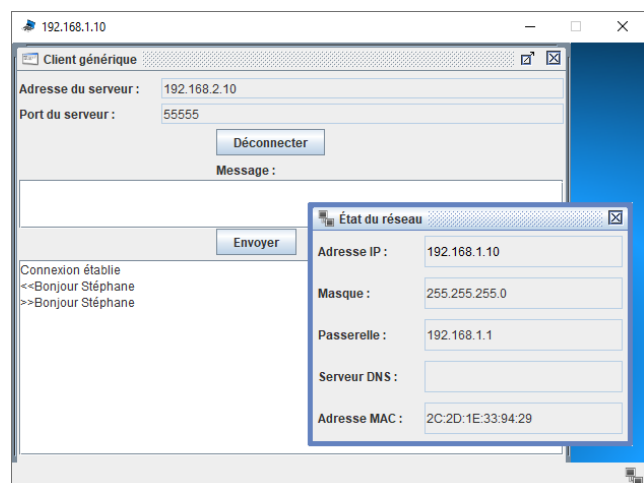
Créer le réseau affiché ci-dessus. Définir la *Passerelle* du *Portable* 1.10 du réseau local A sur 192.168.1.1. Ensuite, définir la *Passerelle* du *Serveur* 2.10 du réseau B à 192.168.2.1 et la *Passerelle* du *Portable* 3.10 du réseau C à 192.168.3.1.

Depuis la version 1.4.5 de FILIUS, les *Routeurs* peuvent exécuter le routage automatique. Pour l'utilisation de cette option, cocher simplement la case *Routage automatique* dans la configuration de chaque Routeur. Le protocole d'information de routage se chargera de trouver le chemin le plus court au sein du réseau.

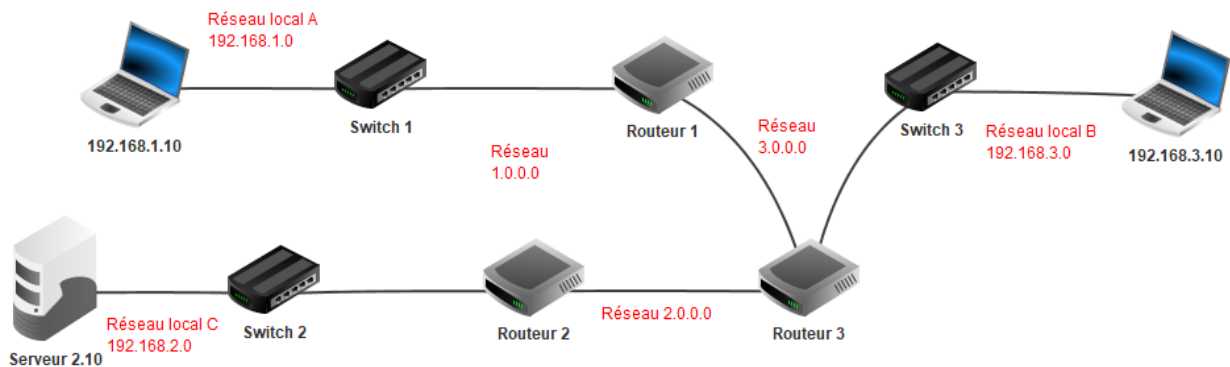
Exercice 23a : (▶)

Installer un *Serveur générique* sur le serveur 2.10 et un *Client générique* sur le *Portable* 1.10.

Connecter le serveur et le client et observer comment les packages sont transférés. L'observation est plus facile lorsque la vitesse n'est que de 50%.



Exercice 23b : (🔧)



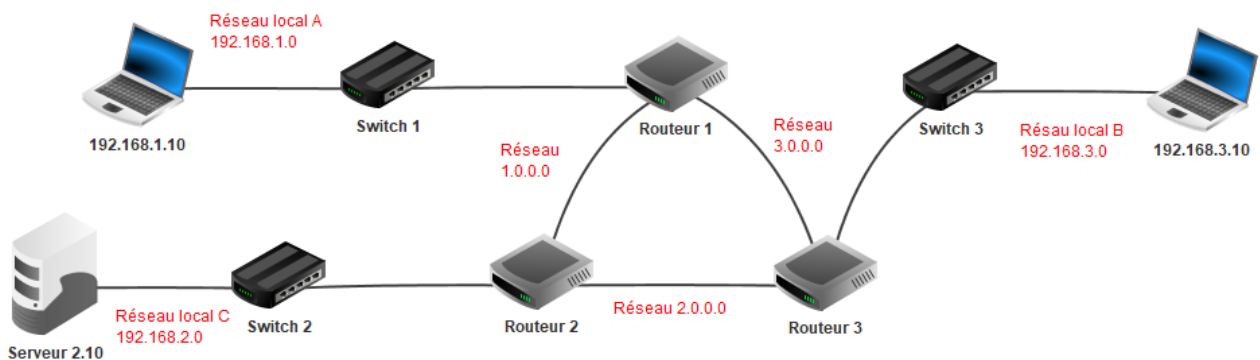
Afin de simuler une panne sur la liaison entre les **Routeurs** 1 et 2, supprimer le **Cable** entre les routeurs 1 et 2.

Exercice 23b : (▶)

Connecter le serveur et le client et observer comment les packages sont transférés dorénavant.

7.6 Routage manuel à travers plusieurs ordinateurs.

Exercice 24a : (🔧)



Créer le réseau affiché ci-dessus.

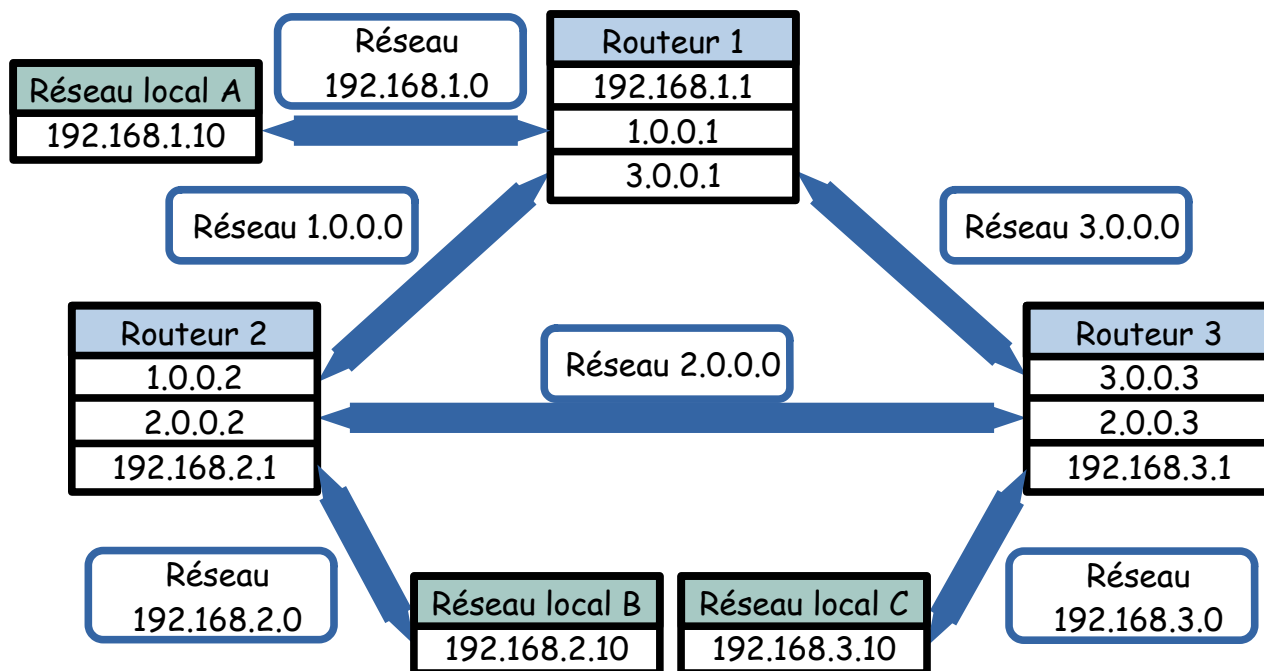
Définir la **Passerelle** du **Portable** 1.10 du réseau local A sur 192.168.1.1. Ensuite, définir la **Passerelle** du **Serveur** 2.10 du réseau B à 192.168.2.1 et la **Passerelle** du **Portable** 3.10 du réseau C à 192.168.3.1.

Configurer :

- le **Routeur** 1 pour qu'il soit connecté au **Routeur** 2 dans le réseau 1.0.0.0 et au **Routeur** 3 dans le réseau 3.0.0.0.

- le **Routeur 2** pour qu'il soit connecté au **Routeur 1** dans le réseau 1.0.0.0 et au **Routeur 3** au réseau 2.0.0.0.
- le **Routeur 3** pour qu'il soit connecté au **Routeur 1** dans le réseau 3.0.0.0 et au **Routeur 2** au réseau 2.0.0.0.

Dans l'ensemble, le nouveau réseau ressemblera à ceci :



Afin d'utiliser le routage manuel des routeurs, il faut décocher simplement la case **Routage automatique** dans la configuration de chaque **Routeur**.

Chaque **Routeur** a sa propre table de transfert qui décrit comment les paquets de données entrants doivent être transférés. Les trois tableaux suivants sont le résultat du réseau représenté précédemment.

Routeur 1 :

Destination	Masque	Passerelle suivante	Via l'interface
192.168.2.0	255.255.255.0	1.0.0.2	1.0.0.1
192.168.3.0	255.255.255.0	3.0.0.3	3.0.0.1

Routeur 2 :

Destination	Masque	Passerelle suivante	Via l'interface
192.168.1.0	255.255.255.0	1.0.0.1	1.0.0.2
192.168.3.0	255.255.255.0	2.0.0.3	2.0.0.2

Routeur 3 :

Destination	Masque	Passerelle suivante	Via l'interface
192.168.1.0	255.255.255.0	3.0.0.1	3.0.0.3
192.168.2.0	255.255.255.0	2.0.0.2	2.0.0.3

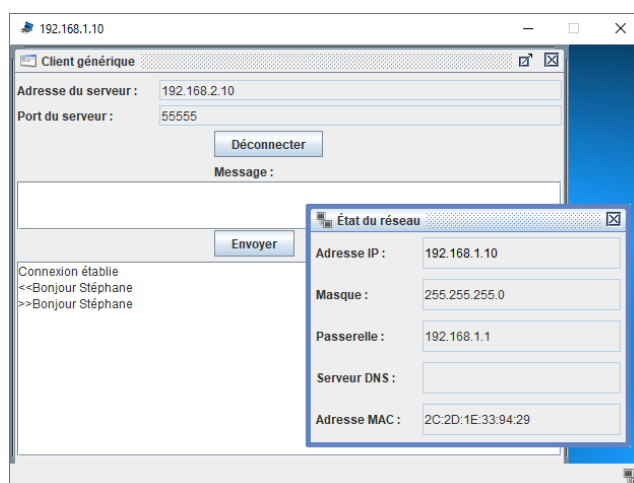
Configurer les tables de transfert des trois **Routeurs** afin que le réseau fonctionne. Sur un routeur, dans **Table de routage**, désélectionner **Afficher toutes les lignes** pour une vue plus claire et inversement pour une vue complète.

Exercice 24a : (▶)

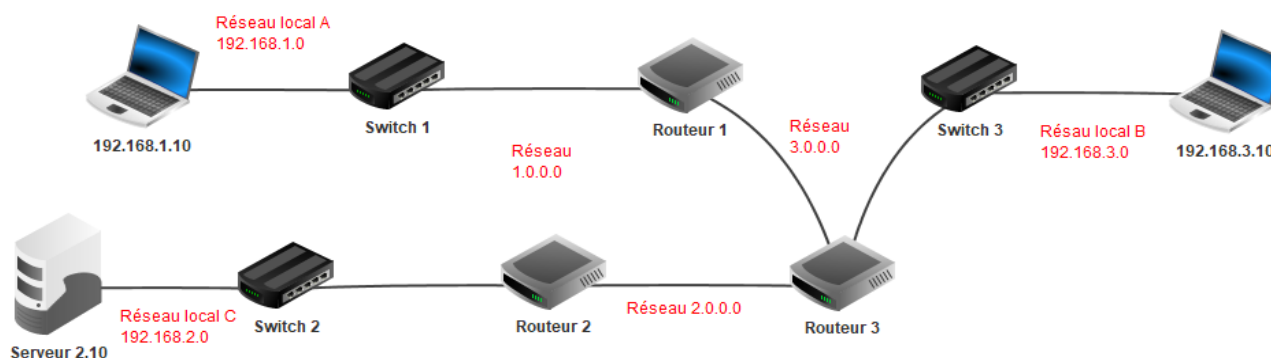
Tester la connexion entre les différents **Portables** et le serveur, à l'aide de la commande **ping**.

Installer un **Serveur générique** sur le serveur 2.10 et un **Client générique** sur le **Portable** 1.10.

Connecter le serveur et le client et observer comment les packages sont transférés.



Exercice 24b : (🔧)



Afin de simuler une panne sur la liaison entre les **Routeurs** 1 et 2, supprimer le **Cable** entre les routeurs 1 et 2. Modifier les tables de routage afin que les messages du réseau local A soient envoyés au réseau local C via le **Routeur** du réseau local B.

Exercice 24b : (▶)

Tester la connexion entre les différents **Portables** et le serveur, à l'aide de la commande **ping**. Connecter le serveur et le client et observer comment les packages sont transférés.

VIII. Complément : adresses IP.

Les adresses IP, selon la version IP la plus utilisée (IPv4), sont composées de 32 bits, répartis en 4 blocs de 8 bits chacun. Cela donne une plage totale d'adresses IP allant de 0.0.0.0 à 255.255.255.255. Pour une meilleure compréhension du processus de routage, il est utile de convertir les nombres de système décimal en système binaire. Voir l'exercice 1.

Un masque de sous-réseau (désigné par *Subnet Mask* en anglais) est un masque distinguant les bits d'une adresse IPv4 utilisés pour identifier le sous-réseau de ceux utilisés pour identifier l'hôte. L'adresse du sous-réseau est obtenue en appliquant l'opérateur ET binaire entre l'adresse IPv4 et le masque de sous-réseau. L'adresse de l'hôte à l'intérieur du sous-réseau est, quant à elle, obtenue en appliquant l'opérateur ET entre l'adresse IPv4 et le complément à 1 du masque. La plus petite adresse du réseau est utilisée pour référencer le réseau lui-même et l'adresse IP la plus élevée est réservée à l'adresse de diffusion (*Broadcast*).

L'exemple de la page suivante permet de déterminer l'adresse réseau, l'adresse du premier hôte, l'adresse du dernier hôte, l'adresse de diffusion (*Broadcast*) et le nombre d'hôtes à partir de l'adresse IP 192.145.96.201 et du masque de sous-réseau 255.255.255.240.

Exercice 1.

Convertir les nombres suivants entre les systèmes binaire et décimal.
Vérifier les résultats à l'aide de la calculatrice.

a) $(1101\ 1110)_2$	= (.....) ₁₀	e) $(96)_{10}$	= (.....) ₂
b) $(0011\ 1111)_2$	= (.....) ₁₀	f) $(191)_{10}$	= (.....) ₂
c) $(1111\ 1101)_2$	= (.....) ₁₀	g) $(17)_{10}$	= (.....) ₂
d) $(0101\ 1010)_2$	= (.....) ₁₀	h) $(127)_{10}$	= (.....) ₂

Exercice 2.

Compléter le tableau de la page suivante.

Exercice 3.

Un ordinateur d'adresse IP 192.168.203.15, est situé dans le réseau avec le masque de sous-réseau 255.255.248.0. Il envoie un message à un ordinateur dont l'adresse IP est 192.168.200.65. Le message reste-t-il dans le réseau local ou est-il envoyé via Internet ?

Exemple (fichier d'entraînement disponible sur <https://github.com/KELLERStephane/KELLER-Stephane-Tests2maths>).

Adresse IP	décimal	192	.	145	.	96	.	201
	binaire	1 1 0 0 0 0 0 0	.	1 0 0 1 0 0 0 1	.	0 1 1 0 0 0 0 0	.	1 1 0 0 1 0 0 1
Masque de sous-réseau (Subnet Mask)	décimal	255	.	255	.	255	.	240
	binaire	1 1 1 1 1 1 1 1	.	1 1 1 1 1 1 1 1	.	1 1 1 1 1 1 1 1	.	1 1 1 1 0 0 0 0 /28
Adresse réseau (Network) = IP et masque	binaire	1 1 0 0 0 0 0 0	.	1 0 0 1 0 0 0 1	.	0 1 1 0 0 0 0 0	.	1 1 0 0 0 0 0 0
	décimal	192	.	145	.	96	.	192
Premier hôte (First Host)	décimal	1 1 0 0 0 0 0 0	.	1 0 0 1 0 0 0 1	.	0 1 1 0 0 0 0 0	.	1 1 0 0 0 0 0 1
	binaire	192	.	145	.	96	.	193
Dernier hôte (Last Host)	décimal	1 1 0 0 0 0 0 0	.	1 0 0 1 0 0 0 1	.	0 1 1 0 0 0 0 0	.	1 1 0 0 1 1 1 0
	binaire	192	.	145	.	96	.	206
Adresse de diffusion (Broadcast)	binaire	1 1 0 0 0 0 0 0	.	1 0 0 1 0 0 0 1	.	0 1 1 0 0 0 0 0	.	1 1 0 0 1 1 1 1
	décimal	192	.	145	.	96	.	207
Nombre d'hôtes (Available host)		14						

Exercice 2.

IP	Masque de sous-réseau	Adresse réseau	Premier hôte	Dernier hôte	Adresse de diffusion	Nombre d'hôtes
192.168.213.248	255.255.255.240					
172.16.5.254	255.255.255.0					
192.168.10.0	255.255.255.240					
10.38.133.5	255.255.0.0					
10.0.0.15	255.0.0.0					

IX. Exercice de synthèse.

Exercice additionnel proposé par Stéphane Keller.

(🔧) : créer le réseau de la page 37 du document, avec notamment :

- Un serveur *Web* avec l'adresse *IP* 212.123.0.12.
- Un serveur *DHCP* avec l'adresse *IP* 192.168.2.5. Régler la plage d'adresses de 192.168.2.10 à 192.168.2.100.
- Un serveur *DNS* avec l'adresse *IP* 222.222.4.10.
- Trois *Serveurs de messagerie* avec respectivement les adresses *IP* 193.193.5.11, 212.212.9.15 et 211.211.8.12.
- Configurer : toutes les connexions des *Routeurs* et les régler sur *Routage automatique*. Indiquer la *Passerelle* et l'adresse du serveur *DNS* pour chaque *Portable* et *Ordinateur*. Dans l'ensemble, le nouveau réseau ressemblera à celui de la page 36 du document.

(▶) : premiers tests.

1°) Attendre l'attribution des adresses *DHCP* puis tester la connexion entre les *Portables* 1.11 et 3.11 à l'aide de la commande *ping*.

2°) Installer le logiciel *Serveur générique* sur le serveur *Web* 0.12 et le logiciel *Client générique* sur le *Portable* 3.11. Connecter le serveur et le client et envoyer un message pour tester la connexion.

3°) Installer les logiciels *Éditeur de textes*, *Afficheur d'images*, *Serveur web* et *Explorateur de fichiers* sur le serveur *Web* 0.12. Installer le logiciel *Navigateur web* sur le *Portable* 3.10.

Installer et lancer le logiciel *Serveur DNS* sur le serveur *DNS* 4.10.

Associer l'*URL* <http://www.filius.com> au fichier "index.html" du serveur *Web* 0.12.

Tester la commande *host* www.filius.com sur le *Portable* 3.10.

4°) Depuis le *Portable* 1.11, taper la commande *tracroute* 193.193.5.11.

Noter la route et le nombre de sauts pour atteindre le *serveur de messagerie* 5.11.

Afin de simuler une panne, supprimer le *Cable* du sous-réseau 2.0.0.0.

Retaper la commande *tracroute* 193.193.5.11 sur le *Portable* 1.11.

Noter la nouvelle route et le nombre de sauts pour atteindre le *serveur de messagerie* 5.11.

Remettre le câble du sous-réseau 2.0.0.0.

5°) a. À partir du logiciel *Navigateur web* sur le *Portable* 3.10, accéder au serveur *Web* 0.12 avec l'adresse www.filius.com.

Sur le serveur *Web* 0.12, installer le logiciel *Parefeu*.

<https://github.com/KELLERStephane/KELLER-Stephane-Tests2maths>

Accéder de nouveau, à partir du *Portable* 3.10, au serveur *Web* 0.12 avec l'adresse www.filius.com.

Lancer le logiciel *Parefeu* sur le serveur *Web* 0.12, puis ajouter le port 80 comme sur les images de la page suivante.

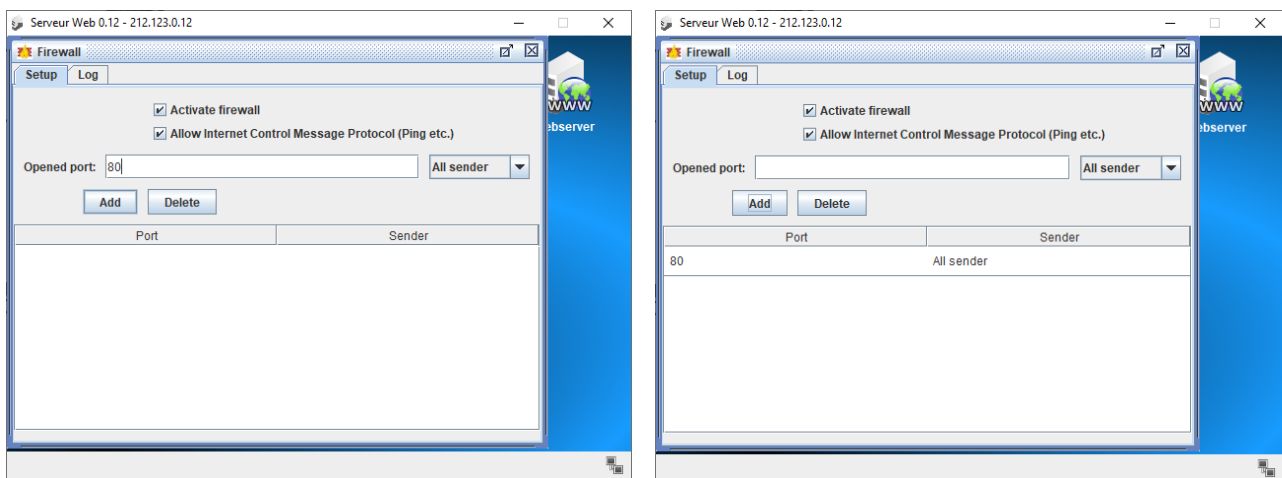
Accéder de nouveau, à partir du *Portable* 3.10, au serveur *Web* 0.12 avec l'adresse www.filius.fr.

b. Sur le *Portable* 3.11, lancer le logiciel *Client générique* et tenter une connexion.

Lancer le logiciel *Parefeu* sur le serveur *Web* 0.12, puis ajouter le port 55555.

Retenter une connexion à l'aide du logiciel *Client générique* du *Portable* 3.11 .

Envoyer alors un message à partir du *Portable* 3.11.



6°) Sur le *Serveur de messagerie* 5.11, créer un nouveau compte avec le nom d'utilisateur "daniel" et le mot de passe "daniel" avec freenet.de comme *Domaine de messagerie*, puis démarrer le serveur.

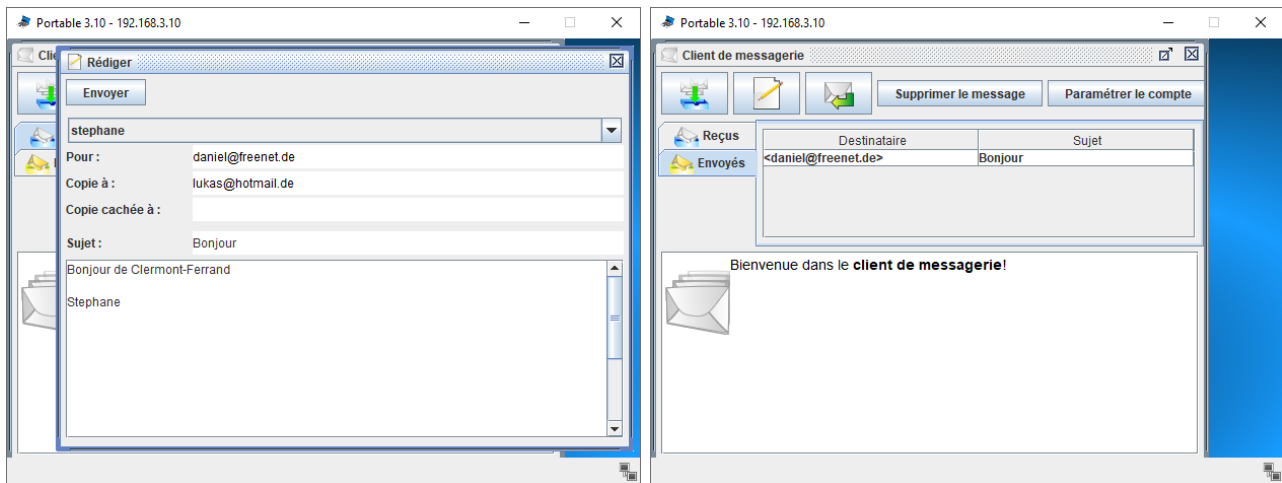
Sur le *Serveur de messagerie* 8.12, créer un nouveau compte avec le nom d'utilisateur "lukas" et le mot de passe "lukas" avec hotmail.de comme *Domaine de messagerie*, puis démarrer le serveur.

Sur le *Serveur de messagerie* 9.15, créer un nouveau compte avec le nom d'utilisateur "stephane" et le mot de passe "stephane" avec yahoo.com comme *Domaine de messagerie*, puis démarrer le serveur.

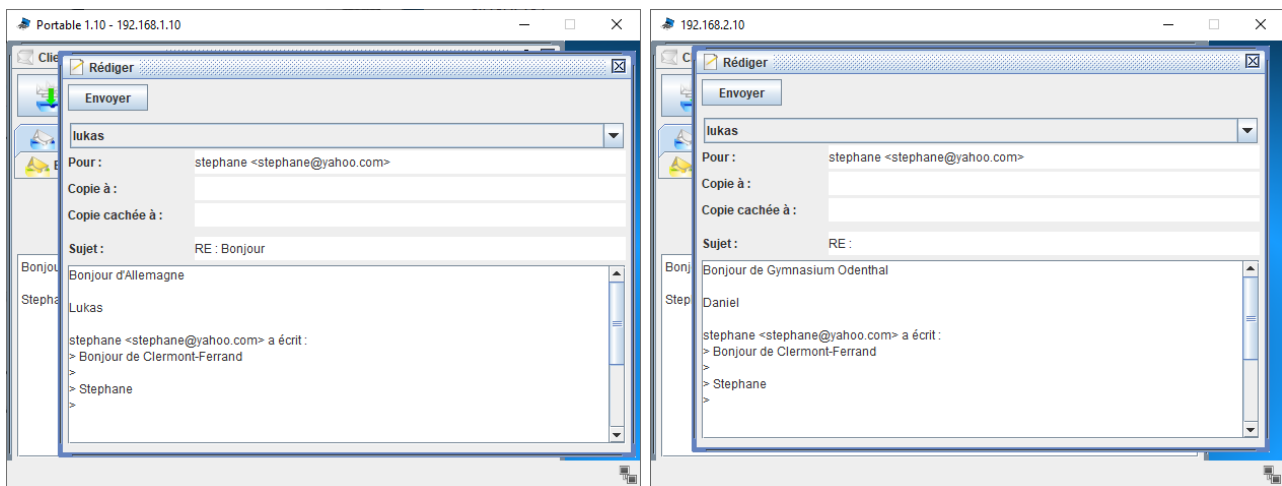
Ensuite, configurer le serveur *DNS* pour lui faire accepter les nouveaux *Domaines de messagerie* et lui déclarer les adresses *IP* de chaque *Serveur de messagerie*.

Enfin, installer le logiciel *Client de messagerie* sur les *Portables* 1.10, 2.10 et 3.10. Configurer chaque compte de messagerie des *Portables* 1.10, 2.10 et 3.10 avec respectivement les noms d'utilisateurs suivants : daniel, lukas et stephane.

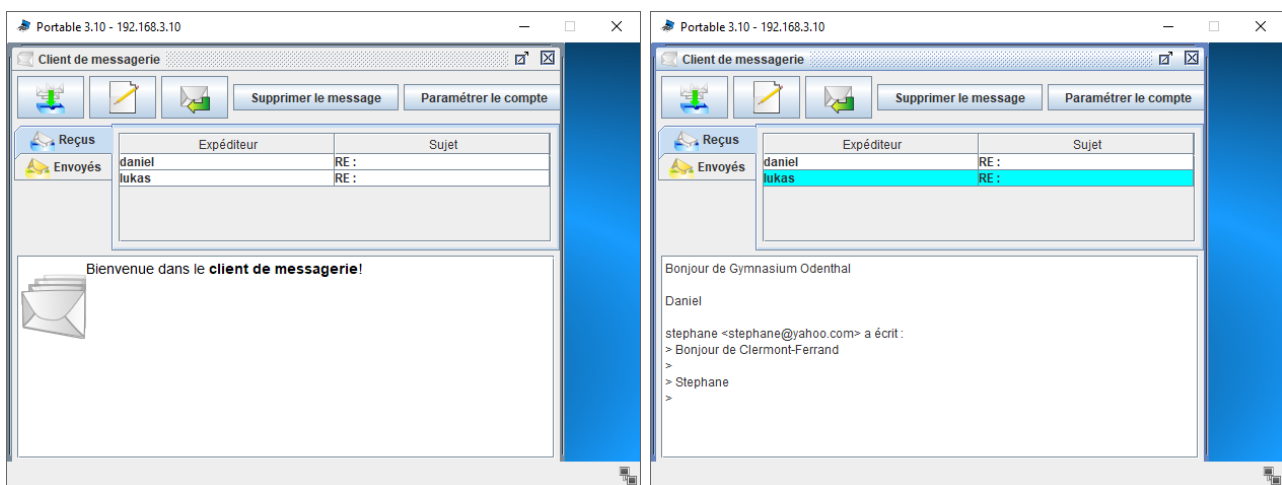
Envoyer à partir du *Portable* 3.10 un mail à "daniel" et à "lukas".



Sur chacun des postes de "daniel" et "lukas", récupérer le courrier et envoyer la réponse.



Sur le poste de "stephane", récupérer la double réponse.



7°) Télécharger le fichier "PuydeDome.png" sur votre disque dur, à partir de l'adresse suivante :

<https://github.com/KELLERStephane/KELLER-Stephane-Tests2maths>

<https://github.com/KELLERStephane/KELLER-Stephane-Tests2maths/tree/master/6%20-%20Filius/Add-on>.

Lancer le logiciel *Explorateur de fichier* sur le serveur *Web* 0.12 puis, avec les commandes *Import*, *Select File* et *Import file*, importer le fichier "PuydeDome.png" dans le répertoire "root\Webserver".

Sur le serveur *Web* 0.12, ouvrir et modifier le fichier "index.html" afin :

➤ d'afficher la nouvelle image lorsque l'on accède au site www.filius.fr.

➤ créer le lien "Nous Contacter", afin d'accéder à la page "contact.html" que vous avez à créer.

Dans le fichier "contact.html", créer le lien "Accueil" pour revenir à la page "index.html".

Afin de tester l'ensemble des instructions précédentes, utiliser le logiciel *Navigateur web* sur le *Portable* 3.10, afin d'accéder au serveur *Web* 0.12 avec l'adresse www.filius.com.

8°) Attention : plus compliqué !

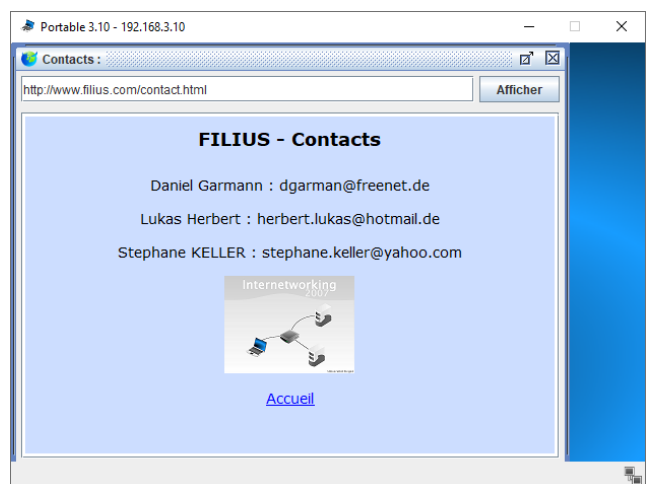
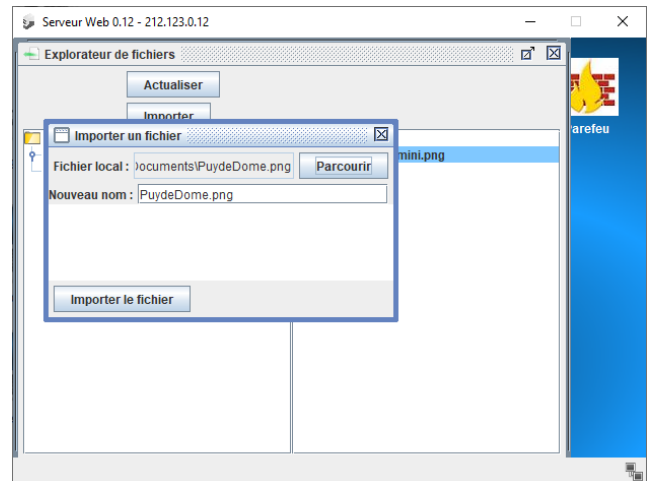
a. Désactiver *Routage automatique* sur tous les *Routeurs*.

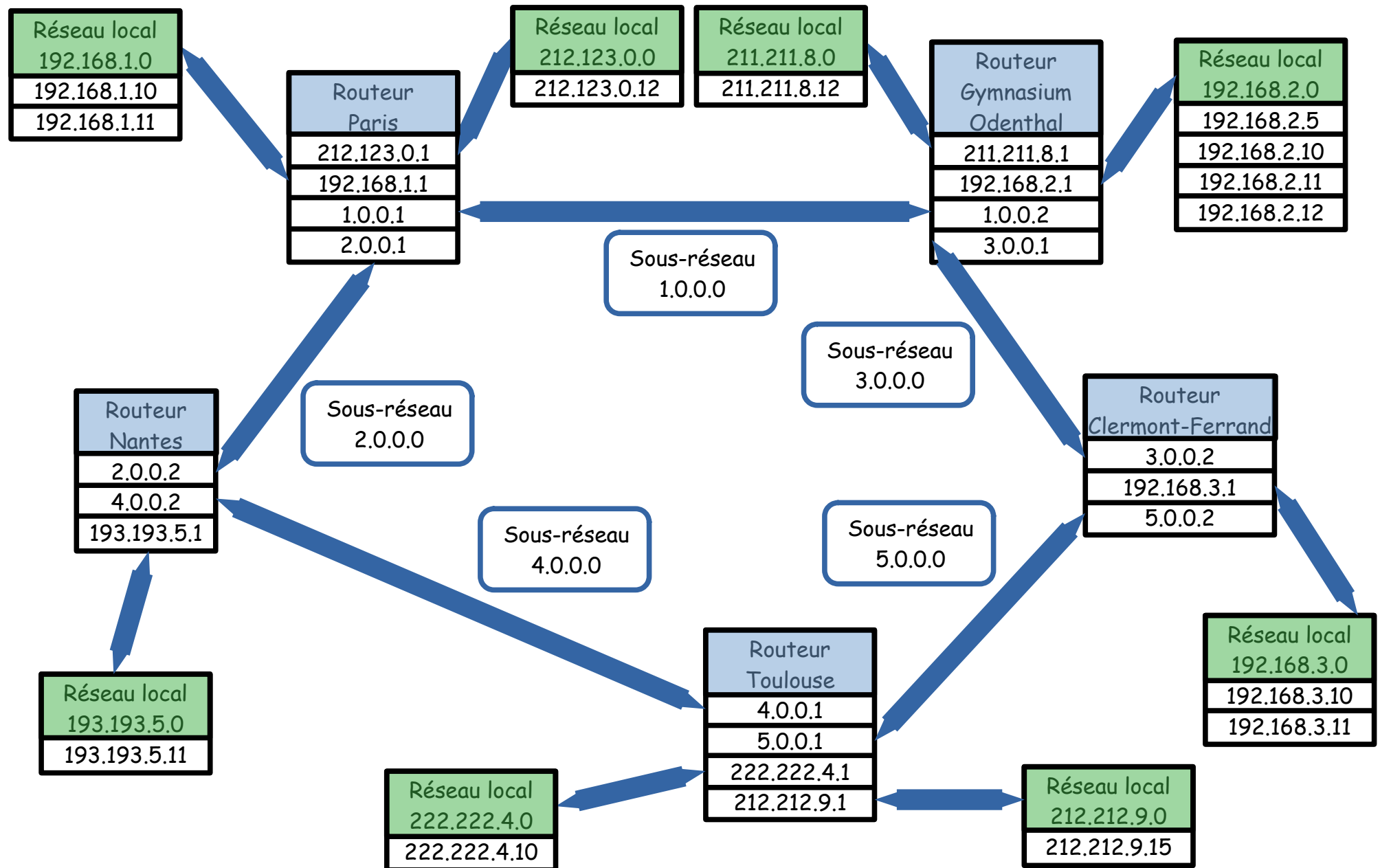
Concevoir toutes les tables de routage afin que le réseau fonctionne.

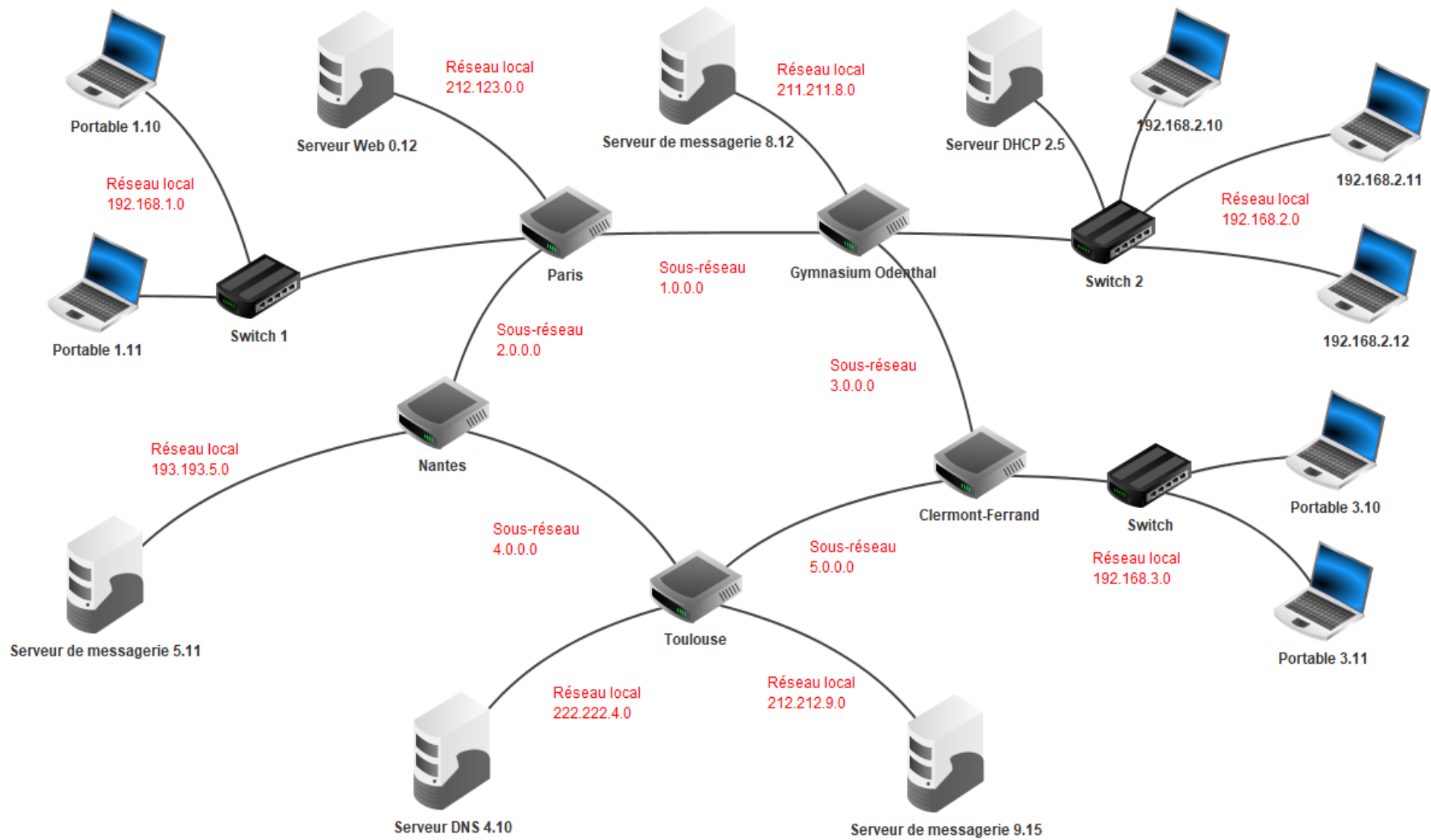
Tester, par exemple, la connexion entre les *Portables* 1.11 et 3.11 avec la commande *ping*.

b. Afin de simuler une panne, supprimer le *Cable* du sous-réseau 1.0.0.0.

Modifier les tables de routage en conséquence, pour que le réseau fonctionne de nouveau. Effectuer de nouveaux tests avec la commande *ping*.







Lexique

<i>ARP</i>	(Address Resolution Protocol). C'est un protocole utilisé pour traduire une adresse IPv4 en une adresse MAC. Il se situe à l'interface entre la couche réseau (couche 3 du modèle OSI) et la couche de liaison (couche 2 du modèle OSI) ⁽⁴⁾
<i>DHCP</i>	(Dynamic Host Configuration Protocol). Protocole de configuration dynamique des hôtes
<i>DNS</i>	(Domain Name System). Système de noms de domaine
<i>Echo</i>	Echo est une commande qui permet d'afficher une chaîne de caractères passée en paramètre sur le terminal (sortie standard) ⁽⁴⁾
<i>Echo Server</i>	Serveur echo
<i>Firewall</i>	Pare-feu
<i>Gateway</i>	En français : passerelle. Cela désigne un dispositif permettant de relier deux réseaux distincts présentant une topologie différente
<i>hostname</i>	Affiche le nom de domaine du système <i>DNS</i>
<i>ICMP</i>	(Internet Control Message Protocol). C'est l'un des protocoles fondamentaux constituant la suite des protocoles Internet. Il est utilisé pour véhiculer des messages de contrôle et d'erreur pour cette suite de protocoles, par exemple lorsqu'un service ou un hôte est inaccessible ⁽⁴⁾
<i>IP address</i>	(Internet Protocol). Adresse IP
<i>ipconfig</i>	Affiche toutes les valeurs actuelles de la configuration du réseau TCP/IP. Sur Linux, la commande est dorénavant ip
<i>MAC</i>	(Media Access Control). C'est un identifiant physique stocké dans une carte réseau ou une interface réseau similaire. À moins qu'elle n'ait été modifiée par l'utilisateur, elle est unique au monde ⁽⁴⁾
<i>Mail exchange (MX)</i>	(Mail eXchanger) est un type d'enregistrements du Domain Name System qui associe un nom de domaine à un serveur de messagerie électronique associé à son numéro de préférence ⁽⁴⁾
<i>Mail server domain name</i>	Nom de domaine du serveur de messagerie
<i>Modem</i>	(Modulateur-démodulateur). C'est un périphérique servant à communiquer avec des utilisateurs distants par l'intermédiaire d'un réseau analogique (comme une ligne téléphonique). Il permet par exemple de se connecter à Internet ⁽⁴⁾
<i>Netmask</i>	Masque de sous-réseau. Un masque de sous-réseau (désigné par

	<i>subnet mask</i> , <i>netmask</i> ou <i>address mask</i> en anglais) est un masque distinguant les bits d'une adresse IPv4 utilisés pour identifier le sous-réseau de ceux utilisés pour identifier l'hôte
<i>Notebook</i>	Ordinateur portable. Dans le logiciel, un Notebook désigne aussi bien un ordinateur fixe, qu'un ordinateur portable.
<i>OSI</i>	(Open Systems Interconnection) ⁽⁴⁾
<i>ping</i>	Outil qui envoie des paquets de tests (requête) au travers du réseau vers une destination de votre choix et mesure le temps de réponse
<i>PNG</i>	(Portable Network Graphics). Le format PNG est un format sans perte, spécialement adapté pour publier des images simples comprenant des aplats de couleurs
<i>SAT</i>	(Source Address Table), c'est la relation entre une adresse MAC et un numéro de port du switch. SAT est également appelé une table d'adresses MAC (Medium Access Control) ou une mémoire adressable de contenu CAM (Content Addressable Memory).
<i>Subnet mask</i>	Voir <i>Subnet</i>
<i>Switch</i>	Commutateur (à ne pas confondre avec un hub qui est un concentrateur)
<i>traceroute</i>	Permet de déterminer le chemin suivi par un paquet
<i>URL</i>	(Uniform Resource Locator). Identifiant unique d'accès à une ressource
<i>Web</i>	Le <i>World Wide Web</i> (WWW), littéralement la toile d'araignée à l'échelle mondiale, communément appelé le <i>Web</i> , et parfois la Toile, est un système hypertexte public fonctionnant sur Internet. Le <i>Web</i> permet de consulter, avec un navigateur, des pages accessibles sur des sites ⁽⁴⁾
<i>WebServer</i>	Serveur multi-service utilisé pour publier des sites web sur Internet ou un intranet ⁽⁴⁾
<i>World Wide Web</i>	Voir <i>Web</i>

⁽⁴⁾ : source Wikipédia.