

TP routage

Objectifs

Mettre en oeuvre les concepts de routage statique et dynamique.

Préambule

Il est possible de réaliser ce TP de 3 manières différentes, au choix :

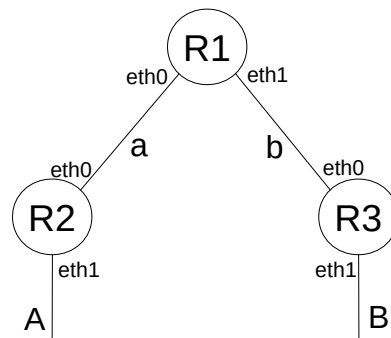
- 1) Si vous êtes physiquement dans une salle de TP du FIL, en présentiel, ouvrez simplement une session sur une machine.
- 2) Si n'êtes pas présent physiquement au M5, donc si vous êtes à distance, vous pouvez :
 - soit installer le logiciel de simulation sur votre machine personnelle en suivant les indications en annexe
 - soit vous connecter sur une machine du M5 en suivant les indications en annexe

1 Routage statique

Les routeurs R1, R2 et R3 sont interconnectés selon la figure suivante.

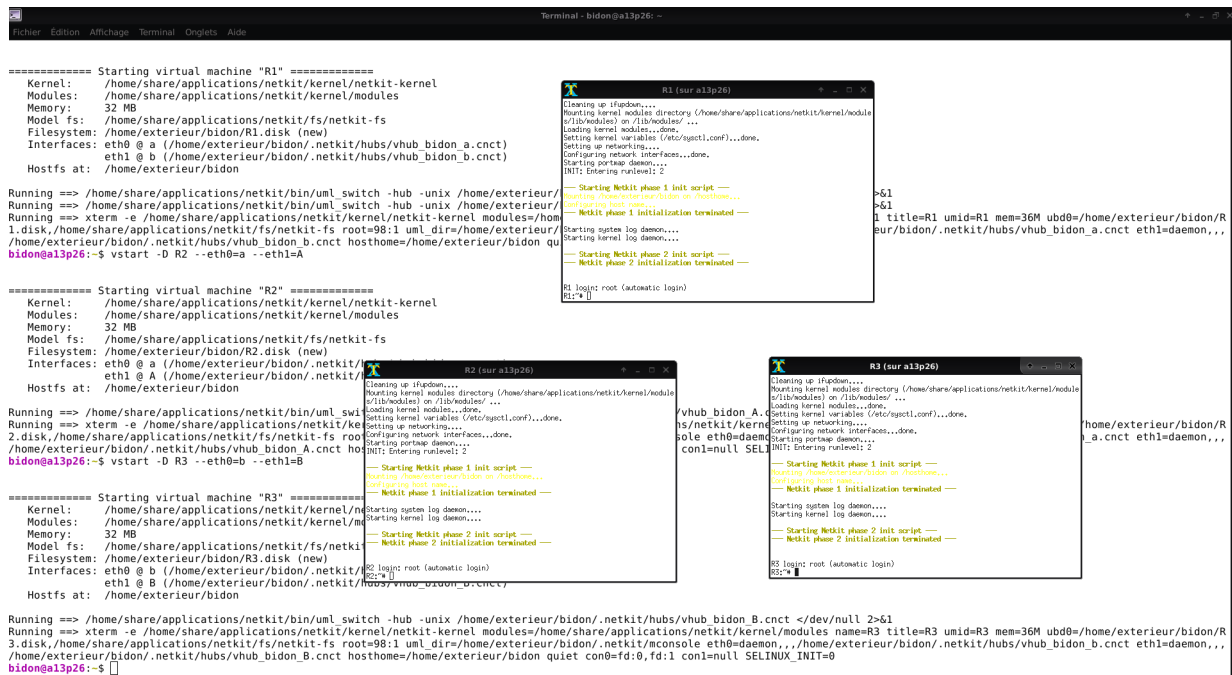
Lancez les commandes qui suivent :

```
vstart -D R1 --eth0=a --eth1=b  
vstart -D R2 --eth0=a --eth1=A  
vstart -D R3 --eth0=b --eth1=B
```



Chaque commande lance un routeur et une console qui vous permet de configurer ce routeur.

Voici à quoi doit ressembler votre écran :



```
===== Starting virtual machine "R1" =====
Kernel: /home/share/applications/netkit/kernel/netkit-kernel
Modules: /home/share/applications/netkit/kernel/modules
Memory: 32 MB
Model fs: /home/share/applications/netkit/fs/netkit-fs
Filesystem: /home/exterieur/bidon/R1.disk (new)
Interfaces: eth0 @ a (/home/exterieur/bidon/.netkit/hubs/vhub_bidon_a.cnct)
eth1 @ b (/home/exterieur/bidon/.netkit/hubs/vhub_bidon_b.cnct)
Hostfs at: /home/exterieur/bidon

Running ==> /home/share/applications/netkit/bin/uml_switch -hub -unix /home/exterieur/
Running ==> /home/share/applications/netkit/bin/uml_switch -hub -unix /home/exterieur/
Running ==> xterm -e /home/share/applications/netkit/kernel/netkit-kernel modules=/hom
1.disk,/home/share/applications/netkit/fs/netkit-fs root=98:1 uml_dir=/home/exterieur/
/home/exterieur/bidon/.netkit/hubs/vhub_bidon_b.cnct hosthome=/home/exterieur/bidon qu
bidon@a13p26:~$ vstart -D R2 --eth0=a --eth1=B

===== Starting virtual machine "R2" =====
Kernel: /home/share/applications/netkit/kernel/netkit-kernel
Modules: /home/share/applications/netkit/kernel/modules
Memory: 32 MB
Model fs: /home/share/applications/netkit/fs/netkit-fs
Filesystem: /home/exterieur/bidon/R2.disk (new)
Interfaces: eth0 @ a (/home/exterieur/bidon/.netkit/
eth1 @ A (/home/exterieur/bidon/.netkit/
Hostfs at: /home/exterieur/bidon

Running ==> /home/share/applications/netkit/bin/uml_swit
Running ==> xterm -e /home/share/applications/netkit/ke
2.disk,/home/share/applications/netkit/fs/netkit-fs roo
/home/exterieur/bidon/.netkit/hubs/vhub_bidon_A.cnct ho
bidon@a13p26:~$ vstart -D R3 --eth0=b --eth1=B

===== Starting virtual machine "R3" =====
Kernel: /home/share/applications/netkit/kernel/netkit-kernel
Modules: /home/share/applications/netkit/kernel/m
Memory: 32 MB
Model fs: /home/share/applications/netkit/fs/netkit-fs
Filesystem: /home/exterieur/bidon/R3.disk (new)
Interfaces: eth0 @ b (/home/exterieur/bidon/.netkit/
eth1 @ B (/home/exterieur/bidon/.netkit/
Hostfs at: /home/exterieur/bidon

Running ==> /home/share/applications/netkit/bin/uml_switch -hub -unix /home/exterieur/bidon/.netkit/hubs/vhub_bidon_B.cnct </dev/null 2>61
Running ==> xterm -e /home/share/applications/netkit/kernel/modules=/home/share/applications/netkit/kernel/modules name=R3 title=R3 umid=R3 mem=36M ubd9=/home/exterieur/bidon/R
3.disk,/home/share/applications/netkit/fs/netkit-fs root=98:1 uml_dir=/home/exterieur/bidon/.netkit/mconsole eth0=daemon,,/home/exterieur/bidon/.netkit/hubs/vhub_bidon_b.cnct eth1=daemon,,
/home/exterieur/bidon/.netkit/hubs/vhub_bidon_B.cnct hosthome=/home/exterieur/bidon quiet con0=fd:0,fd:1 con1=null SELINUX_INIT=0
bidon@a13p26:~$
```

Pour répondre aux questions qui suivent, aidez-vous des pages de man de la commande « ip ».

1) Réaliser le plan d'adressage du réseau de manière à associer à chaque sous-réseau une adresse IPv4. Choisissez l'adressage de façon à ce que les sous-réseaux ne puissent pas être routés sur Internet.

2) Affichez la table de routage des routeurs. Que constatez-vous ?
Configurez et activez les interfaces des routeurs en vous basant sur l'adressage IP vu en TD.
Affichez la table de routage des routeurs. Pourquoi les tables de routage ne sont-elles pas vides ?
Quelle est la particularité des routes déjà présentes ?

3) Configurez les tables de routage de manière à ce que les 3 routeurs puissent envoyer des données (ping) vers les 4 réseaux a, b, A et B.

2 Traceroute

Faites une capture de trames sur l'interface eth0 de R1 et une capture de trames sur l'interface eth1 de R1 en exécutant les 4 commandes suivantes :

- sur R1 :

R1:~# tcpdump -Uni eth0 -w /hosthome/R1_eth0.cap &

R1:~# tcpdump -Uni eth1 -w /hosthome/R1_eth1.cap &

- sur la machine physique (par exemple a13p16) :

a13p16> tail -f ~/R1_eth0.cap | wireshark -SHkli - &

a13p16> tail -f ~/R1_eth1.cap | wireshark -SHkli - &

2 fenêtres de Wireshark d'affichent. Attention de bien mettre à gauche de votre écran la capture de l'interface eth0 de R1, et à droite la capture de l'interface eth1 de R1.

Attention de ne jamais arrêter la capture. Si vous arrêtez une capture, il faudra fermer les 2 fenêtres wireshark, lancer la commande « killall tcpdump » sur R1 et relancer les 4 commandes précédentes.

Aidez-vous des captures de trames pour répondre aux questions qui suivent.

1) Sur R2, utilisez la commande traceroute vers le réseau B, en mettant comme paramètre l'adresse IP associée à l'interface eth1 de R3. Qu'affiche cette commande ?

2) On s'intéresse au 3 premiers segments UDP reçus par R1. Quel est le TTL des paquets IP qui transportent ces segments UDP ? Ces paquets parviennent-ils jusqu'à R3 ? Pourquoi ? Qui répond à ces paquets ? Par quel type de paquets (protocole, type) ? Quel est le sens de la réponse ?

3) Quel est le TTL des 3 paquets IP suivants reçus par R1 ? Ces paquets parviennent-ils jusqu'à R3 ? Pourquoi ? Qui répond à ces paquets ?

4) Dans ces échanges, quels sont les messages qui permettent à traceroute de connaître l'adresse des routeurs qui sont sur le chemin de la destination ?

3 Tracepath

Le MTU (Maximum Transmission Unit) est la charge maximale que peut transporter une trame ethernet sur une liaison. Toutes les interfaces ethernet connectées à la même liaison doivent avoir le même MTU. Le MTU par défaut est généralement de 1500 octets.

1) Configurez un MTU de 1000 octets sur les interfaces connectées à la liaison 'b'.

2) Transmettez, avec ping, une requête ICMP de 1200 octets depuis R2 vers le réseau B, avec l'option '-M dont' (voir page de man). Que renvoie ping ? La requête parvient-elle à destination ?

3) Transmettez, avec ping, une requête ICMP de 1200 octets depuis R2 vers le réseau B, mais, cette fois-ci, sans l'option '-M dont' (voir annexe). La requête parvient-elle à destination ? Quel avertissement R1 renvoie-t-il à R2 ? Quelle est la valeur du champ « don't fragment » du paquet IP contenant la requête ?

4) Exécutez sur R2 la commande *tracepath* avec comme argument l'adresse IP de l'interface eth1 de R3. Que renvoie cette commande. Expliquez son fonctionnement en analysant les captures de trames. Comment tracepath a-t-il su que la liaison b a un MTU de 1000 (analysez pour cela le contenu du message ICMP renvoyé par R1) ?

Reconfigurez correctement le MTU des interfaces connectées au réseau b.

4 RIP

Supprimez les routes créées précédemment.

Si ce n'est pas déjà fait, lancez une capture de trames sur les 2 interfaces ethernet de R1.

Activez RIP sur R1, R2 et R3 en suivant les indications en annexe.

Consulter la capture de trames. Attention de bien distinguer les messages reçus par R1 et les messages envoyés par R1.

1) Quelle est l'adresse de destination des annonces RIP ? A quelle fréquence sont-elles envoyées ?

2) R2 envoie-t-il à R1 l'adresse du réseau 'a' ? Pourquoi ?

3) Quelle est la métrique associée au réseau A dans les annonces de R2 ? Quelle est la métrique associée au réseau A dans les annonces de R1 ? Selon vous, quelle est la métrique associée au réseau A dans les annonces de R3 ? A quoi correspond la métrique ?

Notez que, évidemment, R3 n'annonce pas à R1 les routes qui ont été apprises de R1. C'est le cas ici de la route vers A.

4) Affichez la table de routage de chaque routeur et vérifiez que les métriques associées aux différentes routes correspondent à votre réponse à la question précédente. Selon vous, si on ajoutait un lien direct entre R2 et R3, quelle serait la métrique associée au réseau A sur R3 ?

5) Simulez une panne de l'interface eth1 de R2 en la désactivant. Que remarquez-vous au sujet des messages RIP reçus et envoyés par R1 ? Quelle est la métrique associée au réseau A désormais inaccessible ? Pourquoi cette valeur est-elle utilisée ? Que signifie-t-elle ? Quel est le délai entre la panne et la suppression de la route vers A dans R3 ?

6) Activez de nouveau eth1 sur R2 et désactivez cette fois eth0. R2 n'envoie plus de messages RIP vers R1. Attendez quelques minutes en scrutant les annonces de R1. Au bout de combien de temps (timeout) R1 considère que R2 (et donc A) est inaccessible ?

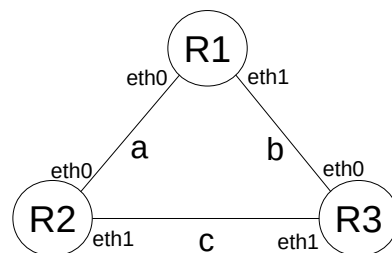
7) Activez de nouveau eth0 sur R2. Créez un 4ème routeur nommé PIRATE avec une interface eth0 connectée au réseau A. Configurez l'interface eth0 avec une adresse appartenant à A et vérifiez que vous pouvez envoyer un ping à R2.

Créez maintenant une interface réseau fictive nommée *dummy0* avec la commande *ifconfig*. Associez à cette interface une adresse appartenant au réseau B.

Activez RIP. Affichez la table de routage de R2. Que constatez-vous concernant le réseau B ? Comment remédier à ce problème ?

5 OSPF

Arrêtez tous les routeurs et recréez-les en respectant la topologie indiquée sur le schéma.



Lancez une capture de trames sur chacun des segments ethernet.

Configurez les interfaces en leur associant des adresses IPv4, puis transformez vos 3 routeurs en routeurs Cisco OSPF en suivant les indications en annexe. Les routeurs doivent tous trois appartenir à l'aire 0.

En même temps que vous lancez les commandes pour activer OSPF, analysez les différents types de messages OSPF échangés par les routeurs.

1) Quel protocole transporte les messages OSPF ? Quel est le TTL de ces paquets ? Pourquoi ? Quelle est l'adresse IP de destination de la plupart de ces messages ? Que signifie cette adresse ? Quel est l'intérêt d'utiliser cette adresse sur notre topologie ? Quelle est l'adresse MAC de destination ? Comment est constituée cette adresse ?

2) A quelle fréquence sont envoyés les paquets « hello » ? A quoi peuvent-ils bien servir ?

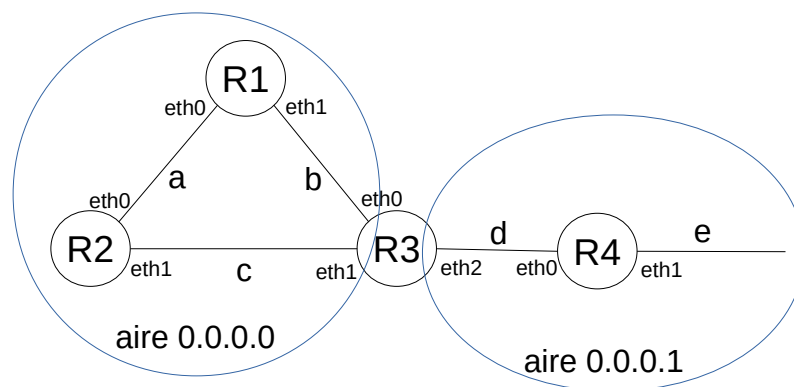
Au moment où vous avez annoncé les réseaux avec la commande `network`, une série de messages OSPF de différents types sont transmis. Aidez-vous du contenu de ces messages et des commandes « `show ip ospf` » (voir annexe) pour répondre aux questions qui suivent.

3) La LSDB est-elle identique sur les 3 routeurs ? Quels sont les 2 types d'état de lien présents sur notre topologie ?

4) Comment R1 a-t-il choisi son chemin pour aller vers le réseau c ? Faites en sorte que les données empruntent l'autre chemin pour aller vers c.

5) Désactiver une interface (pas une interface où est exécutée une capture de trame bien sûr) pour simuler un changement de topologie. Comment les changements sont pris en compte et en combien de temps ? Faites le lien avec la valeur « Dead Time ». Vérifiez que tous les réseaux sont encore accessibles. Réactivez l'interface désactivée précédemment.

6) Activez de nouveau RIP sur R2 et R3. Vérifiez le contenu de la table de routage RIP. Consultez la table de routage effective. Les routes RIP ont-elles été choisies ? Pourquoi ? Modifiez la configuration de manière à ce que les routes apprises par RIP aient la priorité sur celles apprises par OSPF. Désactivez RIP.



Recréez le router R3 en lui ajoutant une interface et créez le routeur R4 en suivant la topologie du schéma ci-dessus.

- 7) Comparez la LSDB de R4 avec celle de R1 et R2. Que constatez-vous ?
- 8) Le routeur R3 est un ABR (Area Border Router). Faites en sorte que les routes vers d et e qu'il annonce soient « résumées ».
- 9) Faites en sorte que R3 filtre la route vers le sous-réseau 'a' dans ses annonces à R4.

6 Annexes

Installation du logiciel de simulation

Téléchargez le fichier suivant (277 Mo) et placez-le à la racine de votre répertoire personnel (homedir) :

<https://www.fl.univ-lille1.fr/~buche/netkit/netkit.tar.bz2>

Ouvrez un terminal et placez-vous à la racine de votre homedir en tapant :

```
cd ~
```

Décompressez le fichier que vous venez de télécharger en tapant la commande suivante (820 Mo d'espace libre requis) :

```
tar -xjSf netkit.tar.bz2
```

Lancez maintenant les commandes suivantes :

```
echo 'export NETKIT_HOME=~/.netkit' >> ~/.bashrc
echo 'export MANPATH=~/.netkit/man' >> ~/.bashrc
echo 'export PATH=~/.netkit/bin:$PATH' >> ~/.bashrc
echo "alias vstart='vstart -D '" >> ~/.bashrc
```

Fermez votre terminal, puis rouvrez-le. Normalement les variables d'environnement sont définies.

Vérifiez la configuration en lançant les commandes suivantes :

```
cd ~/.netkit
./check_configuration.sh
```

Si la vérification échoue, faites ce qui est indiqué pour résoudre le problème (souvent il est nécessaire d'installer certains packages).

Par exemple, sous Debian, il faut permettre l'installation de packages 32 bits en ajoutant [arch=amd64,i386] sur chaque ligne du fichier /etc/apt/sources.list, comme dans cet exemple :

```
deb [arch=amd64,i386] http://debian.polytech-lille.fr/debian/ buster main non-free contrib
deb-src [arch=amd64,i386] http://debian.polytech-lille.fr/debian/ buster main non-free contrib
```

Ensuite il faut lancer les commandes suivantes :

```
dpkg --add-architecture i386
apt-get update
apt-get install libc6-i386 libstdc++6:i386 libgcc1:i386 zlib1g:i386 libncurses5:i386
```

Lancez de nouveau la commande précédente pour vérifier qu'il n'y a plus d'erreur. Vous pouvez maintenant commencer le TP.

Connexion à distance sur les machines des salles de TP

Une fois connecté au VPN, connectez-vous avec SSH à l'une des machines du M5, sans oublier le paramètre '-CX' :

```
ssh -CX aXXpYY.fil.univ-lille1.fr
```

XX : numéro de la salle (10-16)

YY : numéro de la machine (1-24, 26)

Les machines sont allumées du lundi au vendredi de 8h à 21h environ, sauf les machines n°26 qui sont allumées en permanence.

Configuration d'un routeur Cisco virtuel avec Quagga/Zebra

Chaque instruction commence par le prompt qui doit être affiché, x étant le numéro du routeur et valant 1, 2 ou 3 :

- Lancer l'émulateur de routeur Cisco

```
Rx:~# zebra -d
```

- Lancer l'émulateur du protocole RIP

```
Rx:~# ripd -d
```

- Lancer l'émulateur du protocole OSPFv2

```
Rx:~# chmod +r /etc/quagga/ospfd.conf
```

```
Rx:~# ospfd -d
```

- Connexion au shell de l'émulateur

```
Rx:~# vtysh
```

- Afficher les routes effectives :

```
Rx# show ip route
```

- Afficher les routes apprises par RIP :

```
Rx# show ip route rip
```

- Afficher les routes apprises par OSPF :

```
Rx# show ip route ospf
```

- Passage en mode de configuration globale

```
Rx# configure terminal
```

- Passage en mode de configuration du protocole RIP

```
Rx(config)# router rip
```

- Préciser quels sont les réseaux RIP à annoncer

```
Rx(config-router)# network <adresse_IP/cidr>
```

- Passage en mode de configuration du protocole RIP

```
Rx(config)# router ospf
```

- Préciser quels sont les réseaux OSPF à annoncer

```
Rx(config-router)# network <adresse_IP/cidr> area <n° aire>
```

- Afficher des informations générales sur OSPF :

```
Rx# show ip ospf
```

- Afficher des informations OSPF sur les voisins :

```
Rx# show ip ospf neighbor
```

- Afficher la LSDB (Link-State Database) OSPF :

```
Rx# show ip ospf
```

- revenir au niveau de configuration supérieur :

```
Rx(config-router)# exit
```

Dans ce cas le prompt résultant est Rx(config)#