

Routage et «Routing Policy»

■ ■ ■ La notion d'adresse

1 – Soient les informations de configuration suivantes :

Machine A - eth0:	MAC Address - 00:11:22:33:44:AA	IP Address - 192.168.1.1/24
Machine B - eth0:	MAC Address - 00:11:22:33:44:BB	IP Address - 10.1.1.1/8
Machine C - eth0:	MAC Address - 00:11:22:33:44:CC	IP address - 192.168.1.254/24 10.254.254.254/8

- À quoi correspond la machine C ?
La machine C dispose de deux interfaces munies de deux adresses : cela peut être un routeur ou bien un serveur (configuration utile lorsque l'on veut partager l'accès à serveur depuis deux VLANs par exemple). Ici, ce sera plutôt un routeur.
- Quelles informations seront présentes dans les tables ARP de la machine A et de la machine B ?
 - Pour A : 00:11:22:33:44:CC associé à 192.168.1.254 ;
 - Pour B : 00:11:22:33:44:CC associé à 10.254.254.254 ;
- Parmi les techniques suivantes lesquelles peuvent expliquer cette configuration ?
 - « Spoofing » ;
 - « Proxy ARP » ;
 - « load balancing » ;
 - « NAT »*Toutes*
- Est-ce que chacune de ces adresses IP est attachée à un matériel spécifique et une seule interface réseau ?
Non, une adresse IP est indépendante d'un matériel spécifique et peut être attachée avec une ou d'autres adresses à la même interface réseau.

2 – Soient les commandes suivantes :

```
xterm
pef@cerberus:~$ sudo ip addr add 10.1.1.8/8 dev eth0 brd +
pef@cerberus:~$ sudo ip addr add 172.16.1.1/16 dev eth0 brd +
```

et la commande suivante :

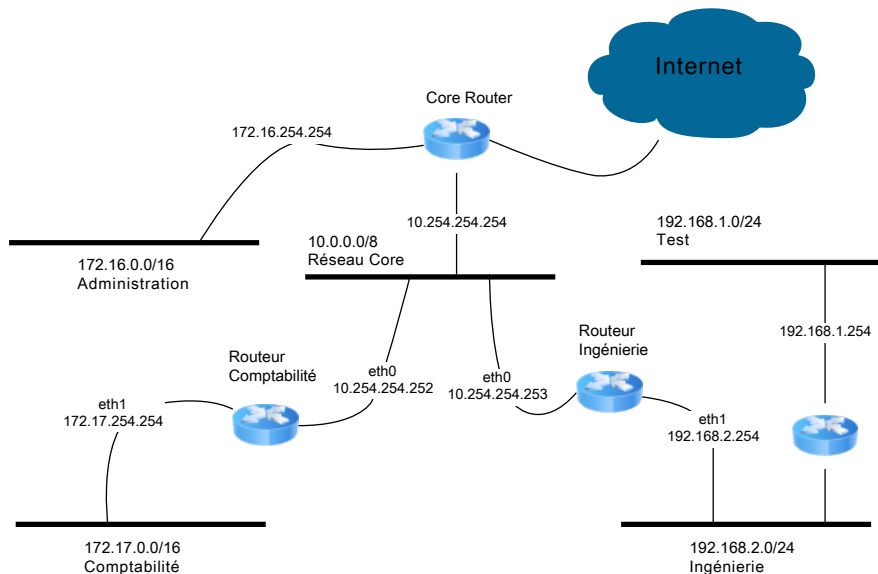
```
xterm
pef@cerberus:~$ ip addr show dev eth0
2: eth0: <BROADCAST,MULTICAST,UP,LOWER_UP> mtu 1500 qdisc pfifo_fast state UP qlen 1000
    link/ether 00:0c:29:a7:08:97 brd ff:ff:ff:ff:ff:ff
    inet 192.168.127.131/24 brd 192.168.127.255 scope global eth0
    inet 10.1.1.8/8 brd 10.255.255.255 scope global eth0
    inet 172.16.1.1/16 brd 172.16.255.255 scope global eth0
    inet6 fe80::20c:29ff:fea7:897/64 scope link
    valid_lft forever preferred_lft forever
```

- À quoi correspond l'option «brd +» et la notion de «scope» ?
*Cette option permet de définir automatiquement l'adresse de «broadcast» par rapport à l'identifiant du réseau et la taille du préfixe.
Un nouveau «scope» est créé à chaque préfixe de longueur différente.*
- Donnez les adresses considérées comme «secondary».
Dans la question précédente, la seule adresse «secondary» est 192.168.1.2/24.
- Quelle commande a défini l'adresse considérée comme «secondary» ?

```
xterm
pef@cerberus:~$ sudo ip address add 192.168.127.201/24 brd +
```

■ ■ ■ La notion de route

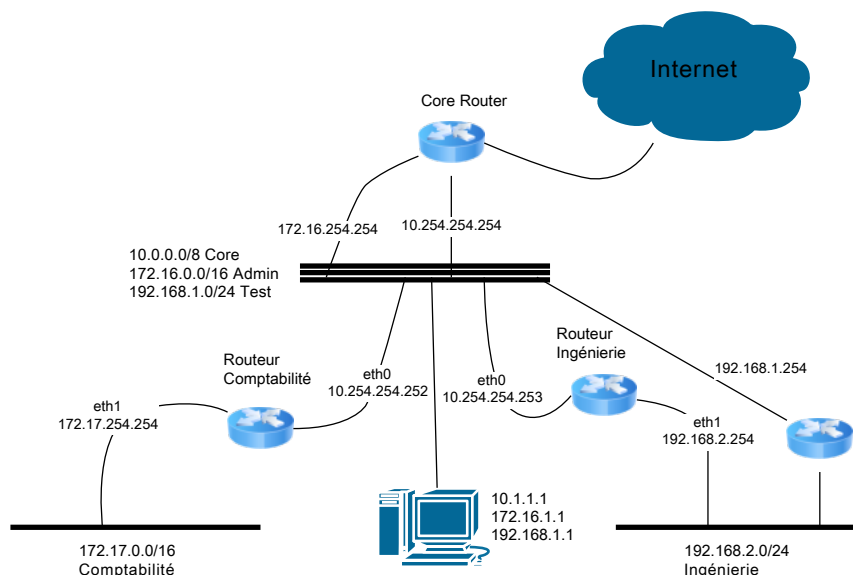
3 – Soit un réseau défini comme suit :



Un hôte possède sur son unique interface `eth0`, les adresses suivantes :

- 10.1.1.1/8 ;
 - 172.16.1.1/16 ;
 - 192.168.1.1/24.
- a. Comment évolue le synoptique réseau ?

Les réseaux 10.0.0.0/8, 172.16.0.0/16 et 192.168.1.0/24 sont physiquement identiques :



- b. Depuis l'hôte il est possible de « ping » l'adresse 172.16.254.254 et d'avoir une réponse. Pourquoi ?

Parce que l'hôte dispose d'une adresse 172.16.1.1 et d'un scope associé en /16 : il peut donc envoyer son ping après avoir fait une requête ARP pour obtenir l'@MAC de 172.16.254.254.

Le routeur 172.16.254.254 peut également lui répondre (configuration similaire).

- c. L'administrateur de l'hôte réalise le travail suivant :

```
1 # ip addr flush dev eth0
2 # ip addr add 10.1.1.1/32 dev eth0 brd 10.255.255.255
3 # ip addr add 172.16.1.1/32 dev eth0 brd 172.16.255.255
4 # ip addr add 192.168.1.1/32 dev eth0 brd 192.168.1.255
5 # ip route list
6 127.0.0.0/8 dev lo scope link
```

Expliquez le rôle de chaque ligne et le résultat obtenu ?

Chacune des lignes ajoute une adresse à l'interface `eth0` avec un scope vide (/32) et en donnant explicitement l'adresse de broadcast.

Quel lien existe entre « scope » et « route » ?

Si le scope est vide, il n'y a pas d'ajout **automatique** de route vers le scope auquel appartient l'adresse ajoutée.

- d. Soit la commande suivante, entrée après les commandes de la question c) :

```
xterm
# ip route add 10.0.0.0/8 proto kernel scope link dev eth0 src 10.1.1.1
```

Quelles autres commandes doivent être entrées pour obtenir le résultat observé en b) ?

```
xterm
# ip route add 172.16.0.0/16 proto kernel scope link dev eth0 src 172.16.1.1
# ip route add 192.168.1.0/24 proto kernel scope link dev eth0 src 192.168.1.1
```

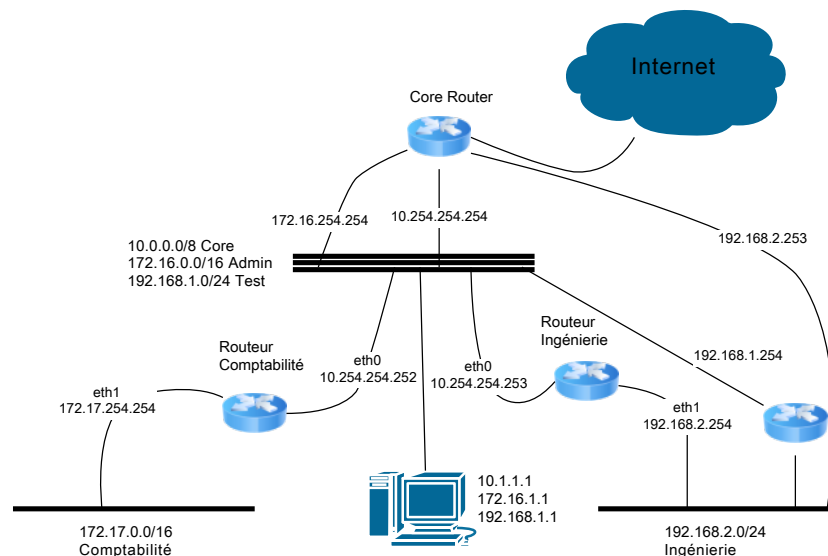
- e. L'administrateur rentre maintenant les commandes suivantes :

```
xterm
# ip route del 172.16.0.0/16 proto kernel scope link dev eth0 src 172.16.1.1
# ip route add 172.16.0.0/16 proto kernel scope link dev eth0 src 192.168.1.1
```

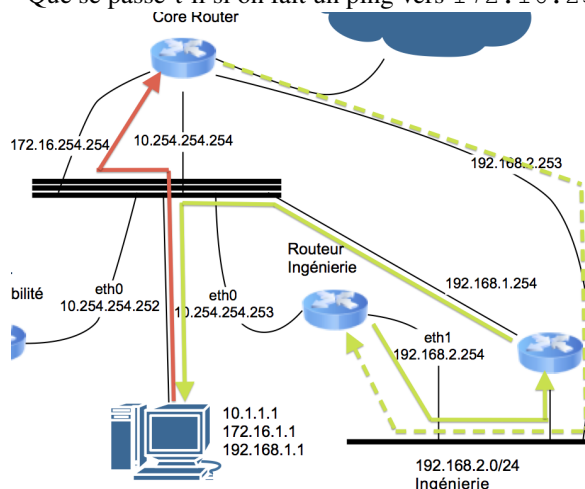
Quel est le résultat de ces commandes ?

Les deux commandes remplacent l'adresse source à employer pour aller vers le réseau 172.16.0.0/16 : on utilisera dorénavant l'adresse 192.168.1.1.

Maintenant, le «core router» dispose d'une connexion au réseau Ingénierie de scope 192.168.2.0/24 et dispose d'une route vers 192.168.1.0/24 par le routeur de l'Ingénierie.



Que se passe-t-il si on fait un ping vers 172.16.254.254 ?



Le message ICMP «echo-request» passe par le réseau 172.16.0.0/16 et atteint le routeur sur son interface 172.16.254.254.

Le message ICMP «echo-reply» passe par le réseau 192.168.2.0/24 du fait de :

- ♦ l'adresse d'émission du message ICMP «echo-request» appartenant au réseau 192.168.1.0/24 ;
- ♦ la route vers le réseau 192.168.1.0/24 par l'intermédiaire du routeur «Ingénierie» ;
- ♦ deux possibilités pour l'accès au routeur «Ingénierie» :

- ★ par la nouvelle connexion du «core router» vers le réseau 192.168.2.0/24 pour atteindre le routeur «Ingénierie» (tracé en pointillé) ;
- ★ par la connexion dans le réseau 10.0.0.0/8 (tracé non représenté sur le schéma).
- ♦ le message passe par le routeur «Ingénierie» qui l'envoie vers le routeur connecté au réseau «192.168.2.0/24».

4 – Soient :

- ▷ les réseaux suivants :
 - Comptabilité : 172.17.0.0/16 ;
 - Core/backbone : 10.0.0.0/8 ;
 - Ingénierie : 192.168.2.0/24 ;
- ▷ la « Security Policy » suivante :
 - ◊ la majorité du trafic en provenance du 10.0.0.0/8 est interdit dans les réseaux « Comptabilité » et « Ingénierie », avec les exceptions suivantes :
 - ★ « Comptabilité » est accessible depuis :
 - ▷ 10.2.3.32/27 ;
 - ▷ 10.3.2.0/27 ;
 - ▷ tout autre réseau doit être bloqué *administrativement*.
 - ★ « Ingénierie » est accessible depuis :
 - ▷ 10.10.0.0/16 ;
 - ▷ les autres réseaux ne doivent pas connaître son existence.

Soit la « Policy Routing » concernant les **messages** à faire retour à la machine d'origine :

- ▷ Paquets provenant de « Comptabilité »
172.17.0.0/16 :

À destination du réseau	Réponse du routeur
10.2.3.32/27	<i>full route</i>
10.3.2.0/27	<i>full route</i>
10.0.0.0/8	<i>prohibit</i>
172.16.0.0/16	<i>prohibit</i>
192.168.2.0/24	<i>prohibit</i>

- ▷ Paquets provenant de « Ingénierie »
192.168.2.0/24 :

À destination du réseau	Réponse du routeur
10.10.0.0/16	<i>full route</i>
10.0.0.0/8	<i>blackhole</i>
172.17.0.0/16	<i>blackhole</i>
172.16.0.0/16	<i>blackhole</i>

Questions :

- a. Complétez la « Policy Routing » concernant le réseau « Ingénierie » : *Voir table plus haut.*

Soit la liste des commandes de configuration du routeur « Ingénierie » :

1	# ip addr add 192.168.2.254/24 dev eth1 brd +
2	# ip addr add 10.254.254.253/32 dev eth0 brd 10.255.255.255
3	...
6	# ip route add blackhole 172.16.0.0/16

- b. À quoi correspond la notation « *blackhole* », en quoi est-elle différent de « *prohibit* » ?
Dans le cas du « blackhole », le routeur ne renvoie aucun message ICMP d'erreur. Dans le cas du « prohibit », le routeur renvoie un message ICMP de type 3 code 13 « communication administratively prohibited ».
- c. Si on utilise les commandes {1, 2, 3} sans les commandes {4, 5, 6} que renvoie le routeur ? *Le routeur ne connaît pas la route et renvoi un message ICMP type 3 code 0 « Network unreachable »*
- d. Donnez la liste des commandes de configuration du routeur « Comptabilité ».

1	ip addr add 10.254.254.252/32 dev eth0 brd 10.255.255.255
2	ip addr add 172.17.254.254/16 dev eth1 brd +
3	ip route add 10.2.3.32/27 scope link proto kernel dev eth0 src 10.254.254.252
4	ip route add 10.3.2.0/27 scope link proto kernel dev eth0 src 10.254.254.252
5	ip route add prohibit 10.0.0.0/8
6	ip route add prohibit 172.16.0.0/16
7	ip route add prohibit 192.168.2.0/24

- e. Où sont situées les machines qui seront impactées par ces définitions de route ?
À l'intérieur des sous-réseaux « Comptabilité » et « Ingénierie ».
- f. Est-ce que la sécurité est « suffisante » ? *Elle bloque les datagrammes en retour, mais pas les datagrammes en entrée de ces réseaux : ce qui permet de faire des attaques :*
- ◊ *pour des protocoles sans connexion (basés UDP par exemple) ;*
 - ◊ *pour des protocoles avec connexion basés le protocole TCP en combinant l'attaque avec une attaque sur la découverte de l'ISN, « Initial Sequence Number ».*

■ ■ ■ La notion de règle

5 – Du point de vue du « core router » :

- Vers « Comptabilité » 172.17.0.0/16 :

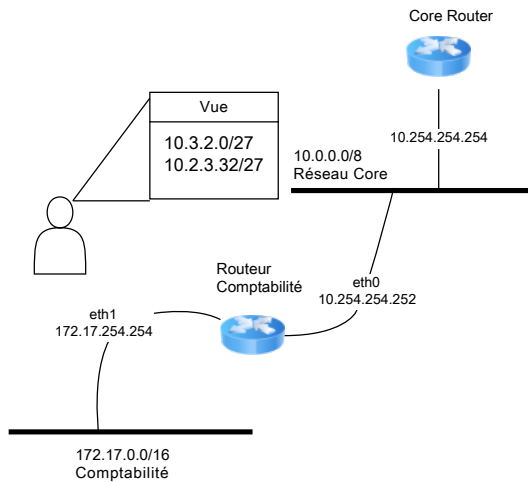
En provenance du réseau	Réponse du routeur
10.2.3.32/27	allow
10.3.2.0/27	allow
0.0.0.0/0	prohibit

- Vers « Ingénierie » 192.168.2.0/24 :

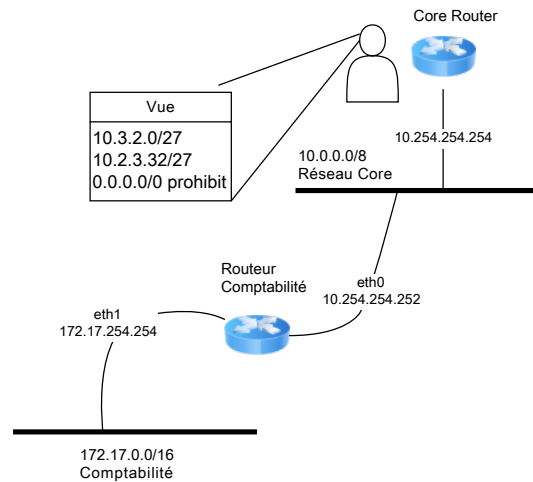
En provenance du réseau	Réponse du routeur
10.10.0.0/16	allow
0.0.0.0/0	blackhole

- a. Est-ce que la définition de la « vue » du réseau depuis le « core router » corrige les problèmes rencontrés dans l'exercice précédent ?

La vue depuis le routeur « comptabilité » :



La vue depuis le routeur « core router » :



À l'aide des règles basées sur l'adresse IP source, on bloque l'accès en entrée dans le réseau « Comptabilité » ce qui vient corriger les défauts énoncés dans l'exercice précédent.

- Du point de vue du routeur « Comptabilité » :

En provenance du réseau	Réponse du routeur
10.2.3.32/27	allow
10.3.2.0/27	allow
0.0.0.0/0	blackhole

- Du point de vue du routeur « Ingénierie » :

En provenance du réseau	Réponse du routeur
10.10.0.0/16	allow
0.0.0.0/0	blackhole

- b. Comparez ces définitions avec celles données dans l'exercice 4.

La configuration est plus réduite, puisqu'elle porte sur l'entrée du trafic dans le routeur alors que celle de l'exercice 4 portait sur le trafic en sortie (pas de trafic en entrée ⇒ pas de trafic en retour).

Le trafic est également déjà pris en charge par le « core router », ce qui diminue les besoins de configuration des autres routeurs. En effet, suivant la notion de route, le « core router » autorisait tout trafic à joindre les réseaux « Comptabilité » et « Ingénierie » et les deux autres routeurs bloquaient seulement les réponses.

Avec ces règles, le « core router » peut bloquer le trafic directement.

Soient les commandes implémentant la « vue » du « core router » :

1	# Pour le réseau Comptabilité :
2	ip rule add from 10.2.3.32/27 to 172.17.0.0/16 prio 16000
3	ip rule add from 10.3.2.0/27 to 172.17.0.0/16 prio 16010
4	ip rule add from 0.0.0.0/0 to 172.17.0.0/16 prio 16020 prohibit

- c. À quoi correspond la notation « prio xxxx » ?

À la notion de « priorité » : plus la valeur est petite plus la règle possède une priorité élevée : elle s'appliquera avant une règle de priorité inférieure.

On peut définir les priorités, par exemple, suivant la méthode «xy00», où «xx» correspond à des règles s'associant à un même usage, le «y» permettant de les interclasser, et le «00» permettant d'insérer éventuellement de nouvelles règles au besoin.

Est-ce que l'ordre d'entrée des lignes est important ?

L'ordre des lignes n'est pas important, ce sont les priorités qui comptent.

À quoi sert la ligne n°4 ?

Cette ligne sert à bloquer tout trafic par défaut, c-à-d dont la source n'a pas été trouvée dans les règles des lignes 2 & 3.

Donnez les règles pour la partie «réseau Ingénierie».

1	ip rule add from 10.10.0.0/16 to 192.168.2/24 prio 17000
2	ip rule add from 0.0.0.0/0 to 192.168.2/24 prio 17010 blackhole

d. Soient les commandes implémentant les règles sur le routeur «Comptabilité» :

1	ip rule add from 10.2.3.32/27 dev eth0 prio 16000
2	ip rule add from 10.3.2.0/27 dev eth0 prio 16010
3	ip rule add from 0.0.0.0/0 dev eth0 prio 16020 blackhole

En quoi les règles définies ci-dessus permettent de mettre en œuvre la «vue» du routeur «Comptabilité» ?

Ici, les règles fonctionnent car elles s'appliquent directement sur l'interface d'entrée concernée «eth0», et car on est sur le routeur connecté au réseau «Comptabilité» (on peut imaginer que l'interface «eth0» est connectée au réseau du «core network»).

Une règle autorise le trafic s'il se présente sur la bonne interface et avec la bonne adresse source.

À quoi sert la règle n°3 ?

À établir une règle par défaut, c-à-d faire disparaître les datagrammes sans message ICMP d'erreur.

Donnez les règles sur le routeur «Ingénierie».

1	ip rule add from 10.10.0.0/16 dev eth0 prio 17000
2	ip rule add from 192.168.2/24 dev eth1 prio 17010
3	ip rule add from 0.0.0.0/0 prio 17020 blackhole

■ ■ ■ Les tables de routage multiples

6 – Il est possible d'**isoler** le trafic en le redirigeant dans des tables de routage différentes :

```
1 # Pour le réseau Comptabilité
2 ip rule add from 10.2.3.32/27 to 172.17.0.0/16 prio 16000 table compta
3 ip rule add from 10.3.2.0/27 to 172.17.0.0/16 prio 16010 table compta
4
5 # Pour le réseau Ingénierie
6 ip rule add from 10.10.0.0/16 to 192.168.2.0/24 prio 17000 table ingenierie
```

Il est ensuite possible de remplir les tables de routages :

```
1 # La table compta
2 ip route add 172.17.0.0/16 table compta via 10.254.254.252 proto static
3 ip route add prohibit default
4
5 # La table ingenierie
6 ip route add 192.168.2.0/24 table compta via 10.254.254.253 proto static
7 ip route add blackhole default
```

a. Est-ce que l'implémentation donnée est conforme à la « Security Policy » ?

Oui.

- ◇ Pour un datagramme de source autorisé vers le réseau « Comptabilité », il va suivre la règle donnée à la ligne 2 ou 3, et ensuite aller dans la table « compta » qui le routera vers le réseau.
- ◇ Pour un paquet non autorisé, il n'ira pas dans les tables « compta » et « ingenierie » : il sera routé suivant le contenu de la table par défaut appelée « main » : il faudra vérifier le contenu de la table par défaut pour éviter les problèmes.

Que se passe-t-il si un trafic provenant de 10.0.0.0/8 interdit dans le réseau Ingénierie essaye d'accéder au réseau 192.168.2.0/24 ?

Le paquet sera routé par la table main, qui ne possède pas de route vers ce réseau : un ICMP « network unreachable » sera renvoyé alors que l'on voulait qu'il n'y ait rien en retour.

b. Comment y remédier ?

En ajoutant les règles suivantes :

```
1 # Pour le réseau Comptabilité
2 ip rule add from 0.0.0.0/0 to 172.17.0.0/16 prio 16050 prohibit
3
4 # Pour le réseau Ingénierie
5 ip rule add from 0.0.0.0/0 to 192.168.2.0/24 prio 17050 blackhole
```