Faculté des Sciences & Techniques — Université de Limoges

Master 1ère année

Infrastructure Réseau

Corrections TD n°2

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

a. 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.

b. 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;`

c. Parmi les techniques suivantes lesquelles peuvent expliquer cette configuration ?
- « Spoofing » ;
- « load balancing » ;
- « Proxy ARP » ;
- « NAT »

Toutes

d. 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
```

a. 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.

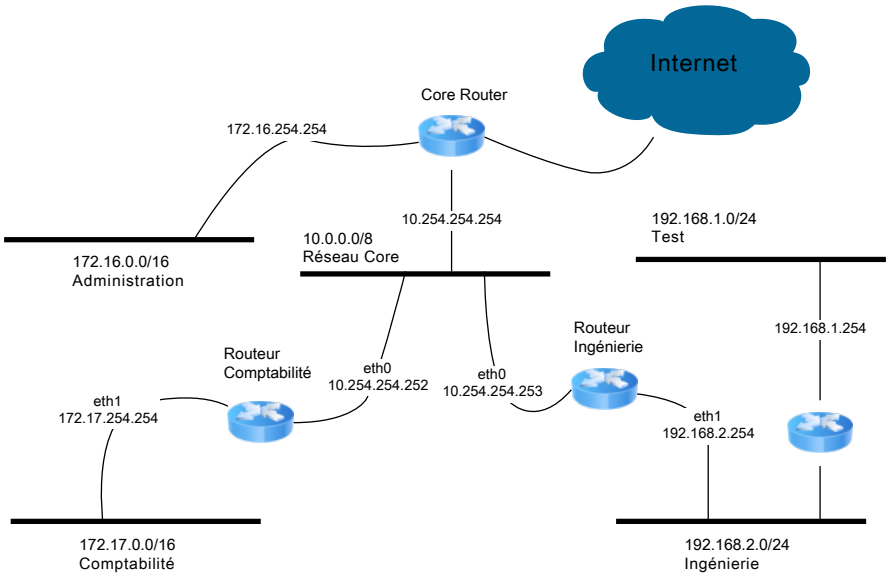
b. Donnez les adresses considérées comme « secondary ».
Dans la question précédente, la seule adresse « secondary » est `192.168.1.2/24`.

c. 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

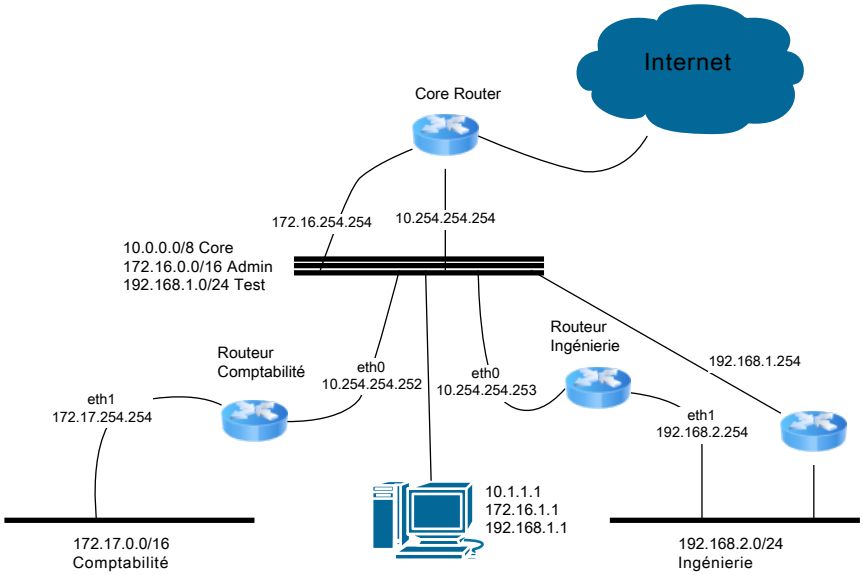
3 – Soit un réseau défini comme suit :



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 « pinger » 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) ?

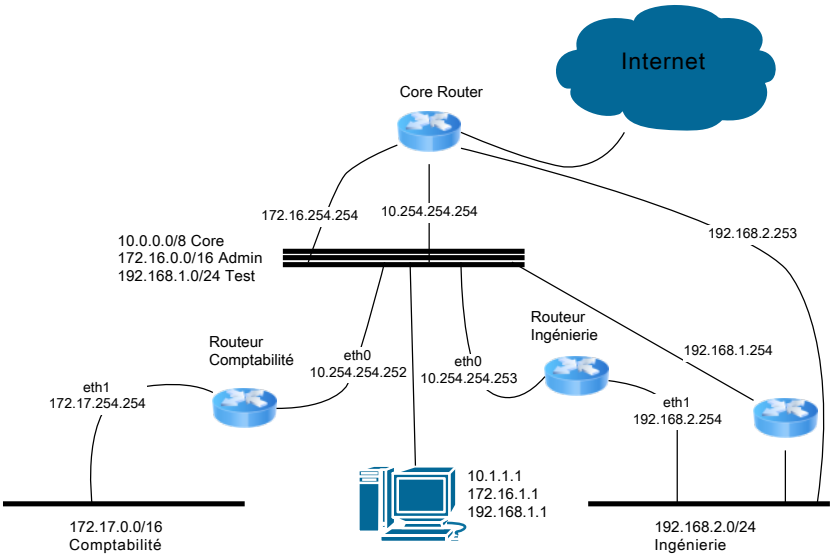
```
xterm
# ip route add 172.16.0.0/16 proto kernel scope link dev eth0 src 172.16.1.1
# ip route add 192.168.1.0/24 proto kernel scope link dev eth0 src 192.168.1.1
```

e. l'administrateur rentre maintenant les commandes suivantes :

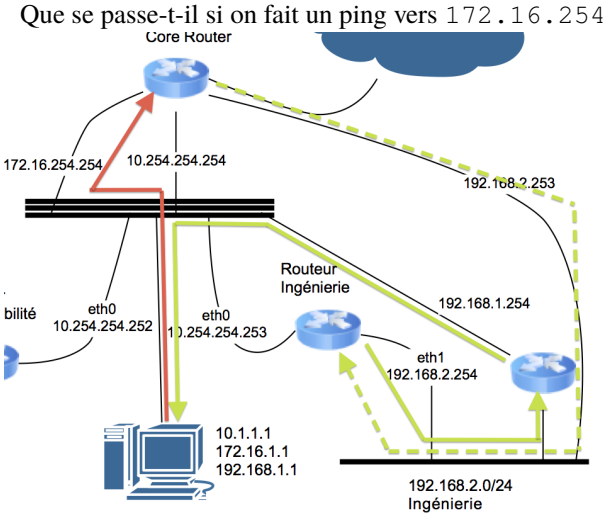
```
xterm
# ip route del 172.16.0.0/16 proto kernel scope link dev eth0 src 172.16.1.1
# ip route add 172.16.0.0/16 proto kernel scope link dev eth0 src 192.168.1.1
```

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'envoi 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	*full route*
10.3.2.0/27	*full route*
10.0.0.0/8	***prohibit***
172.16.0.0/16	***prohibit***
192.168.2.0/24	***prohibit***

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

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

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 admistratively prohibited *».*

c. Si on utilise les commandes $\{1, 2, 3\}$ sans les commandes $\{4, 5, 6\}$ que renvoie le routeur ? *Le routeur ne connait 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` :

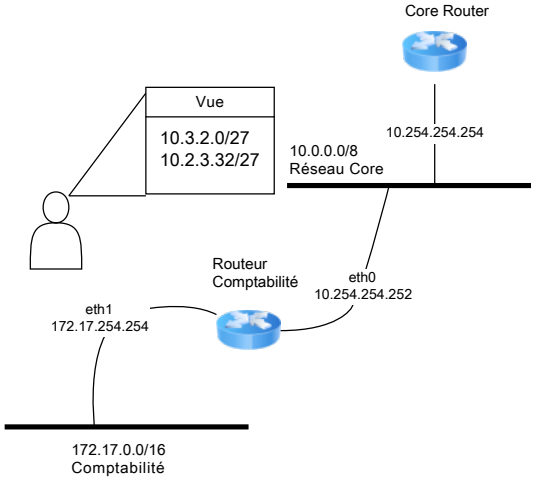
En provenance du réseau	Réponse du routeur
10.2.3.32/27	allow
10.3.2.0/27	allow
0.0.0.0/0	prohibit

- Vers « Ingénierie » `192.168.2.0/24` :

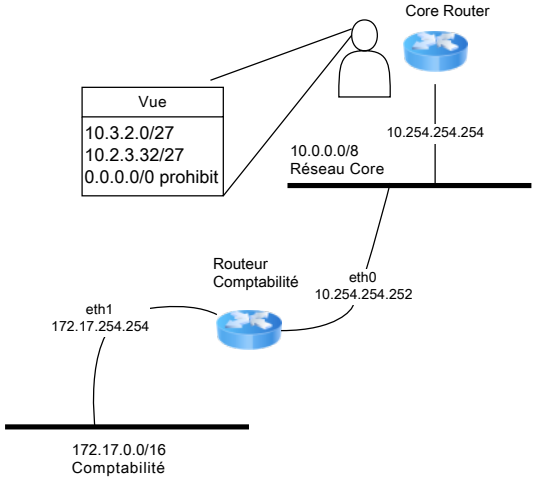
En provenance du réseau	Réponse du routeur
10.10.0.0/16	allow
0.0.0.0/0	blackhole

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 routers 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 « xxy00 », 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 disparaitre 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'accèder 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
```