

Routage

Philippe Langevin

Octobre 2007.

Protocole IP

Interface réseau

Routeur

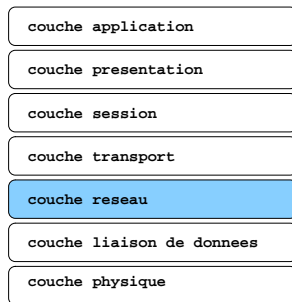
Livraison physique

Routage IP

Filtrage et translation d'adresse

Algorithme de routage

Couche réseau



- ▶ Le protocole IP (Internet Protocole) constitue la couche réseau de TCP/IP. Il gère l'adressage et réalise l'acheminement des données.

Classe d'adresses

Une adresse IP est formée de 4 octets:

192.168.0.253

Classe	Début	Numros	Combinaison	Nb hôtes
A	1-126	1	255^3	16581375
B	128-191	2	255^2	65025
C	192-223	3	255	255
D	Multicasting			
E	Réservé			

Adresse Réseau

adresse ip hote

192	168	128	52
-----	-----	-----	----

adresse ip reseau

192	168	176	0
-----	-----	-----	---

masque

255	255	240	0
-----	-----	-----	---

192	168	128	0
-----	-----	-----	---



- L'adresse 192.168.128.52 ne fait pas partie du réseau 192.168.176.0 / 20 bits

Interface Réseau

Le périphérique dédié à la communication réseau est une interface réseau. La commande `ifconfig` permet de configurer une interface réseau.

- ▶ `ifconfig` : voir une configuration.
- ▶ `ifconfig eth0 down` : désactiver l'interface.
- ▶ `ifconfig eth1 up` : activer l'interface.
- ▶ `ifconfig eth0 192.168.0.1 mask 255.255.255.0` : assigner une adresse IP.

ifconfig

```
eth0 Link encap:Ethernet HWaddr 00:60:97:AA:04:0D
  inet adr:10.2.73.86 Bcast:10.2.79.255 Mask:255.255.248.0
  adr inet6: fe80::260:97ff:feaa:40d/64 Scope:Lien
UP BROADCAST RUNNING MULTICAST  MTU:1500  Metric:1
RX packets:230900 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:89477 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:1
collisions:12043 lg file transmission:1000
RX bytes:74627279 (71.1 MiB)  TX bytes:55943233 (53.3 MiB)
Interruption:10 Adresse de base:0xe800
```

```
lo  Link encap:Boucle locale
  inet adr:127.0.0.1  Masque:255.0.0.0
  adr inet6: ::1/128 Scope:Hote
UP LOOPBACK RUNNING  MTU:16436  Metric:1
RX packets:10794 errors:0 dropped:0 overruns:0 frame:0
TX packets:10794 errors:0 dropped:0 overruns:0 carrier:0
collisions:0 lg file transmission:0
RX bytes:9488777 (9.0 MiB)  TX bytes:9488777 (9.0 MiB)
```

Routeur

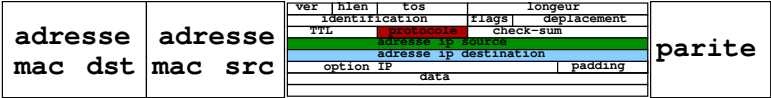
Les réseaux sont reliés entre eux par des routeurs. Un routeur est un hôte qui joue le rôle de passerelle entre les réseaux sur lequel il est physiquement connecté.

- ▶ une adresse physique par interface
- ▶ une adresse IP par réseau.
- ▶ autorisation des transfert d'interface :
 - ▶ `/proc/sys/net/ipv4/ip_forward`
 - ▶ `find /proc -name '*forward*'`

datagramme

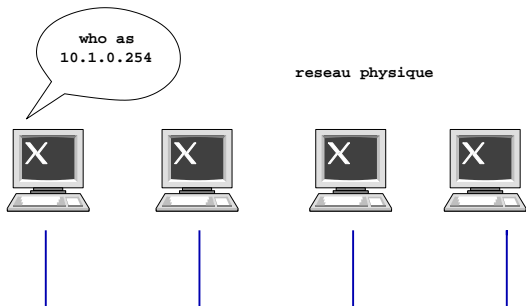
ver	hlen	tos	longueur	
identification			flags	deplacement
TTL	protocole		check-sum	
adresse ip source				
adresse ip destination				
option IP				padding
data				

Encapsulation



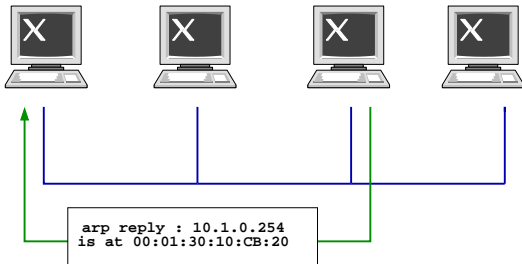
Ne pas confondre adresses mac et adresses IP !

Livraison physique



Livraison physique

reseau physique



ping mail.univ-tln.fr

```
[root@mnsnet]# /usr/sbin/tcpdump -n -i any
```

```
07:36.arp who-has 192.168.0.254 tell 192.168.0.30
```

```
07:36.arp reply 192.168.0.254 is-at 00:07:cb:1a:16:3d
```

```
07:36.IP 192.168.0.30.filenet-nch > 212.27.54.252.domain  
37820+ A? mail.univ-tln.fr.
```

```
07:36.IP 212.27.54.252.domain > 192.168.0.30.filenet-nch  
37820 1/0/0 A 193.49.96.2
```

```
07:36.IP 192.168.0.30 > 193.49.96.2: ICMP echo request ,  
id 6933, seq 1, length 64
```

```
07:36.IP 193.49.96.2 > 192.168.0.30: ICMP echo reply ,  
id 6933, seq 1, length 64
```

```
07:36.IP 192.168.0.30.filenet-nch > 212.27.54.252.domain  
52476+ PTR? 2.96.49.193.in-addr.arpa. (42)
```

Usurpation d'adresse mac

Le protocole arp n'est pas sécurisé :

- ▶ diffusion des requêtes.
- ▶ un hôte pirate peut usurper une adresse mac.
- ▶ arp-spoofing.

Commandes et fichiers

- ▶ arp - manipule la table ARP du système.
- ▶ fichier /proc/net/arp d

```
[dm@msnet] cat /proc/net/arp d.
```

IP address	HW type	Flags	HW address	Mask	Device
192.168.0.254	0x1	0x2	00:07:CB:1A:16:3D	*	eth

traceroute www.upf.fr

```
1  10.2.72.1  3.980 ms  4.947 ms  6.344 ms
2  c7200      6.716 ms  4.112 ms  4.858 ms
3  194.214.66.30  14.135 ms  9.463 ms  7.697 ms
4  193.50.108.93  7.448 ms  9.867 ms  6.292 ms
5  193.49.2.14  8.079 ms  7.015 ms  11.694 ms
6  marseille-g3-2-24.cssi.renater.fr 7.217 ms
7  montpellier-pos2-0.cssi.renater.fr 17.109 ms
8  lyon-pos15-0.cssi.renater.fr 16.135 ms
9  ftld-lyon.cssi.renater.fr 20.408 ms  19.344 ms
10 po0-0.passe2.Paris.opentransit.net 24.689 ms
11 tengige0-3-0-0-1000.pastr1.Paris.opentransit.net
12 verio-4.GW.opentransit.net 28.795 ms  30.372 ms
13 as-0.r23.londen03.uk.bb.gin.ntt.net 33.649 ms
14 xe-3-1.r01.londen03.uk.bb.gin.ntt.net 50.833 ms
15 xe-3-1.r01.londen05.uk.bb.gin.ntt.net 32.742 ms
16 ge-2-15.c01.londen02.uk.wh.verio.net 32.899 ms
17 83.231.152.36  44.401 ms  32.400 ms  34.702 ms
18 eul0001112-pip.eu.verio.net 34.425 ms
```

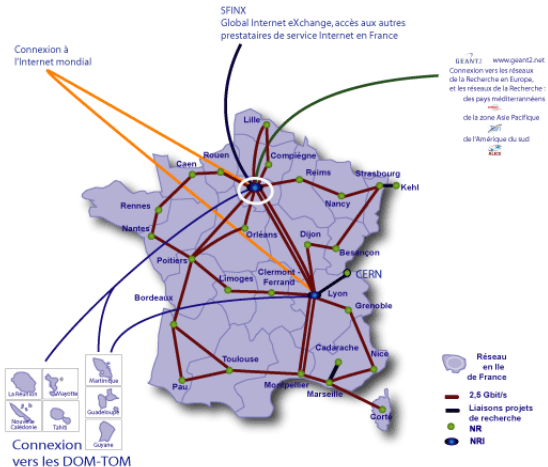

Renater



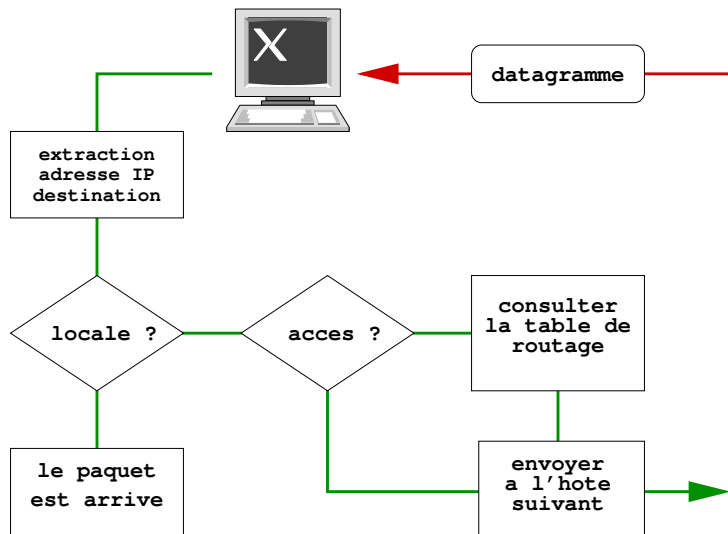
Réseau National de télécommunications
pour la technologie, l'enseignement et la Recherche



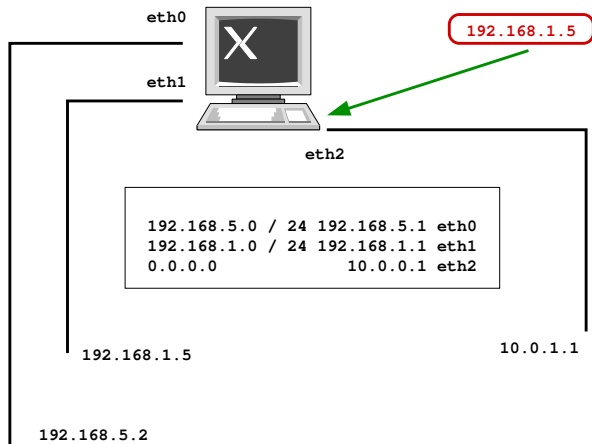
RENATER-4



Routage IP



Routeage IP



Messages ICMP

Lorsque un paquet traverse une passerelle, le TTL du datagramme est décrémenté. Le routeur émet un message ICMP à l'adresse source IP du paquet:

- ▶ TTL = 0
- ▶ pas d'hôte sur le réseau
- ▶ pas de route pour la destination.

Manipulation des tables de Routage

- ▶ `route` affiche la table de routage.
- ▶ `route add` permet d'ajouter une route.
- ▶ `route del` permet de supprimer une route.

Exemple

```
[root@ou812] route
```

```
Table de routage IP du noyau
```

Destination	Passerelle	Genmask	Iface
10.2.72.0	*	255.255.248.0	U eth0
169.254.0.0	*	255.255.0.0	U eth0
default	10.2.72.1	0.0.0.0	UGeth0

```
[root@ou812] route add 192.168.0.1 reject
```

```
[root@ou812] route
```

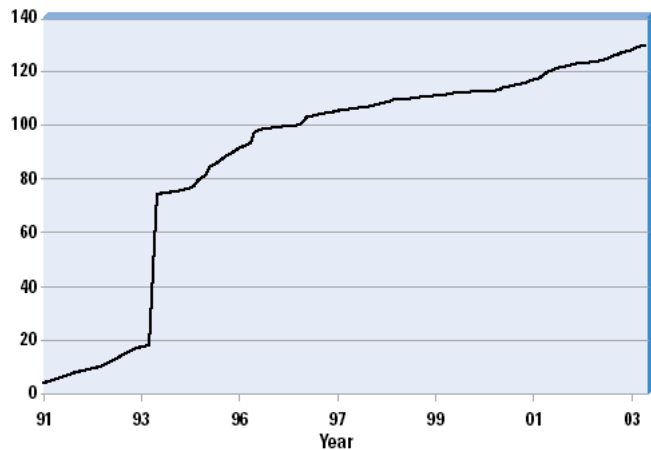
```
Table de routage IP du noyau
```

Destination	Passerelle	Genmask	Iface
192.168.0.1	—	255.255.255.255	!H —
10.2.72.0	*	255.255.248.0	Ueth0
169.254.0.0	*	255.255.0.0	Ueth0
default	10.2.72.1	0.0.0.0	UGeth0

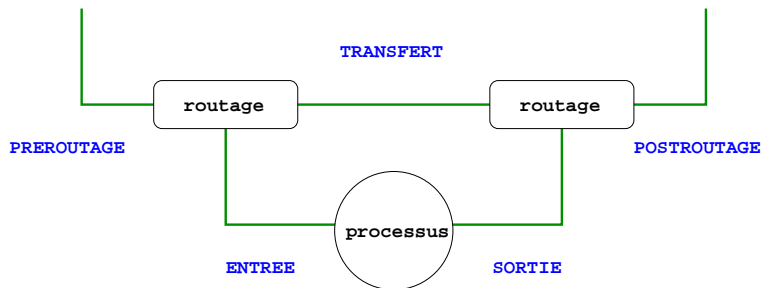
Correct ou pas ?

destination	masque	passerelle	interface	?
10.1.30.0	255.255.0.0	10.1.30.9	10.1.30.1	
10.1.40.0	255.255.255.0	10.1.40.2	10.1.40.1	
10.1.50.0	255.255.255.0	10.1.50.1	10.1.50.1	
10.1.60.0	255.255.255.0	10.1.60.1	10.1.40.1	
10.1.70.0	255.255.255.0	10.1.40.8	10.1.40.1	
10.1.80.1	255.255.255.0	10.1.50.9	10.1.50.1	
10.1.90.1	255.255.255.255	10.1.50.9	10.1.40.1	
0.0.0.0	0.0.0.0	10.1.50.9	10.1.40.1	

Evolution du nombre d'hôtes

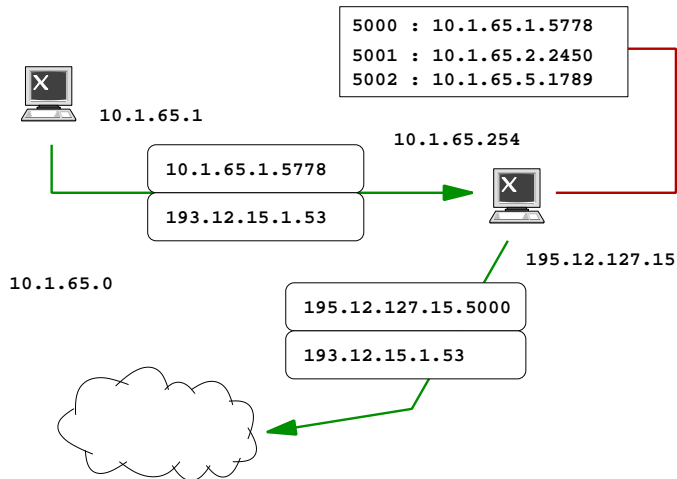


chaines de routage



- ▶ modification des adresses : 5 zones critiques.
- ▶ iptable

Translation de ports

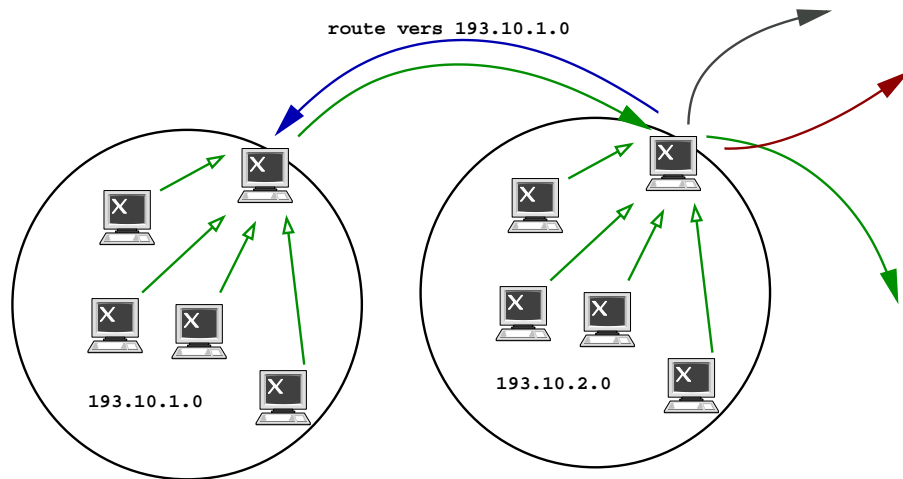


- ▶ `iptables -t nat -A POSTROUTING -s 10.1.65.0/24 -o eth0 -j MASQ`

Table de routage

- ▶ Un routeur décide de la destination (passerelle, gateway) d'un paquet par consultation de la table de routage et de l'adresse IP du datagramme.
- ▶ La maintenance des tables de routage est une opération fondamentale. Elle peut être manuelle, statique ou dynamique.

Algorithme de la patate chaude



- ▶ La notion de route par défaut permet la connexion d'un réseau local à un réseau global.
- ▶ `route add default gw ip`