

Administration des réseaux

Alexandre Kervadec

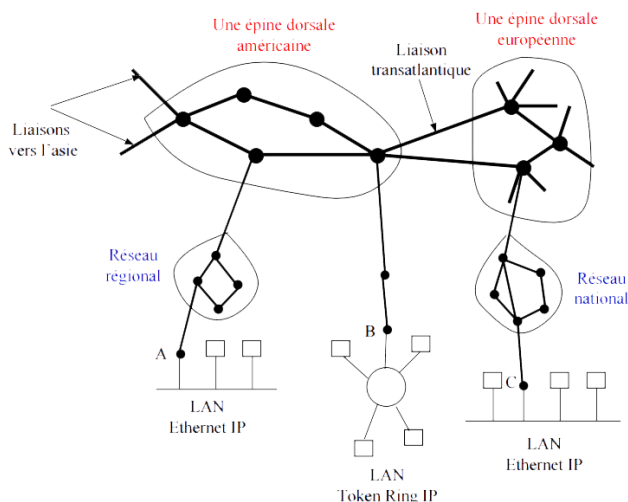
Résumé—Notes du cours d'administration des réseaux de A.Guermouche

I. MODÈLE TCP/IP

A. Le visage d'internet

- Une construction à partir du "bas"
 - réseau local (laboratoire, département)
 - réseau local (campus, entreprise)
 - réseau régional
 - réseau national
 - réseau mondial
- 3 niveaux d'interconnexion
 - postes de travail (ordinateur, terminal, ...)
 - liaisons physiques (câble, fibre, RTC, ...)
 - routeurs (équipement spécialisé, ordinateur, ...)

C'est un ensemble de sous-réseaux indépendants (Autonomous System) et hétérogènes qui sont inter-connectés (organisation hiérarchique)



- **Réseau** : IP (routage)
- **Physique** : transmission entre 2 sites
 - TCP : Transport Control Protocol
 - UDP : User Datagram Protocol
 - IP : Internet Protocol

OSI

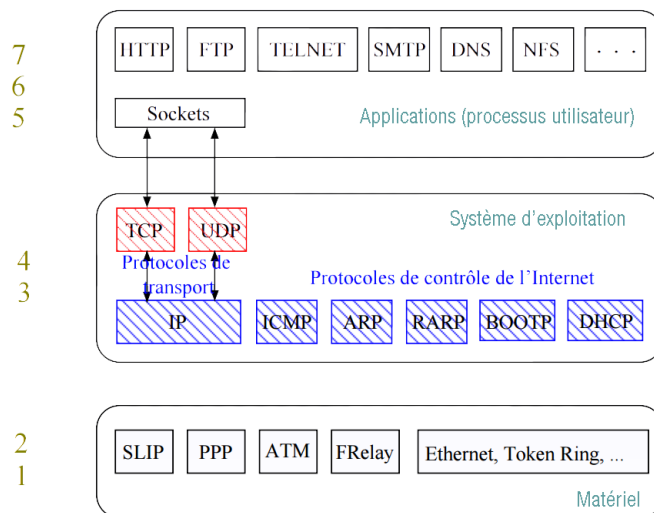


FIGURE 1. Architecture TCP/IP

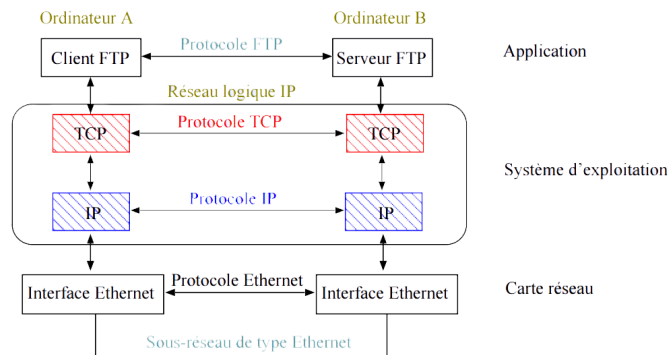


FIGURE 2. Sous-réseau IP

B. Architecture TCP/IP

L'architecture TCP/IP est une version simplifiée du modèle OSI.

- **Application** : FTP, WWW, Telnet, SMTP, ...
- **Transport** : TCP, UDP (entre 2 processus aux extrémités)
 - TCP : transfert fiable de données en mode connecté
 - UDP : transfert non garanti de données en mode non-connecté

Professeur : A.Guermouche

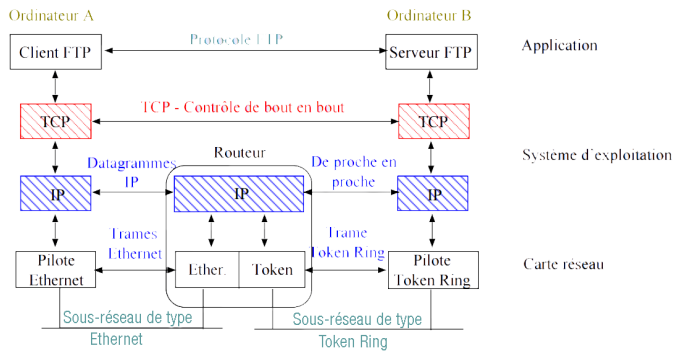


FIGURE 3. Prise en compte de l'hétérogénéité

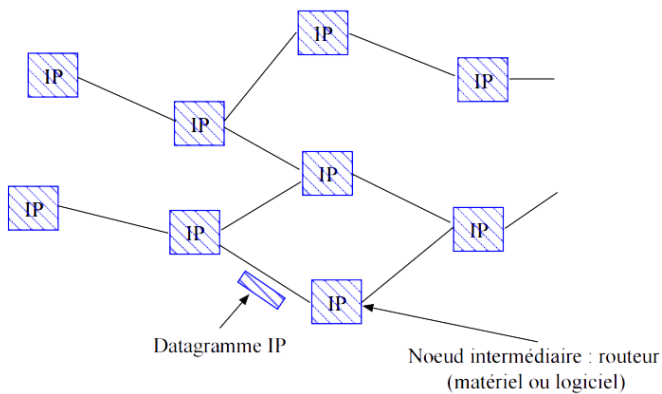


FIGURE 4. Couche réseau : communication entre machines

C. Protocole IP

IP - Protocole d'interconnexion, best-effort

- acheminement de *datagrammes* (mode *non-connecté*)
- peu de fonctionnalités
- pas de garanties, simple mais robuste (défaillance d'un nœud intermédiaire)

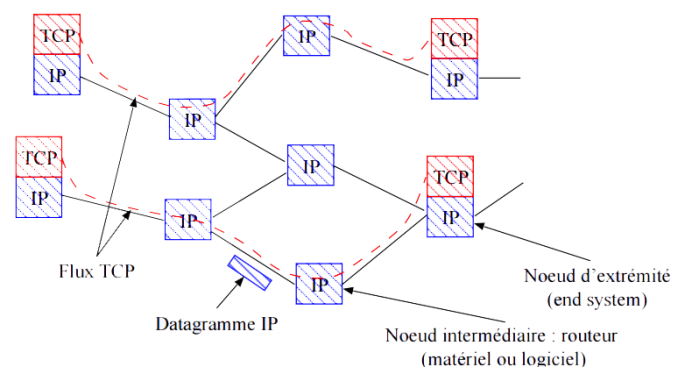


FIGURE 5. Couche réseau : communication entre applications

D. Protocole TCP

TCP - Protocole de transport *de bout en bout*

- uniquement présent aux *extrémités*

- transport *fiable* de *segments* (mode *connecté*)
- protocole complexe (retransmission, gestion des erreurs, séquençement, ...)

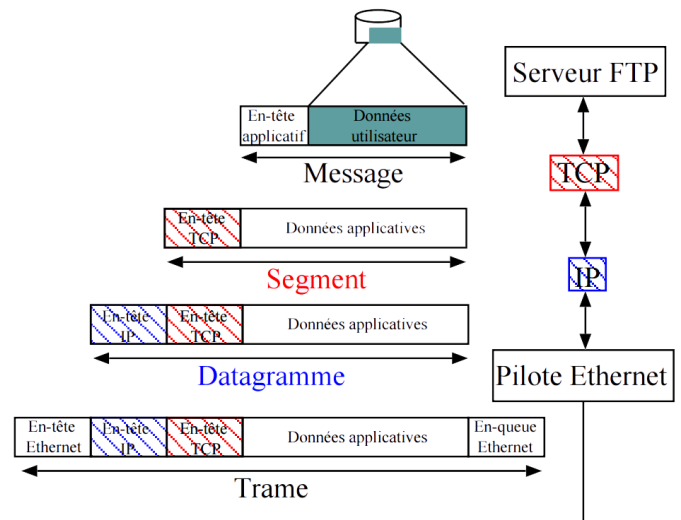


FIGURE 6. Couche réseau : communication entre applications

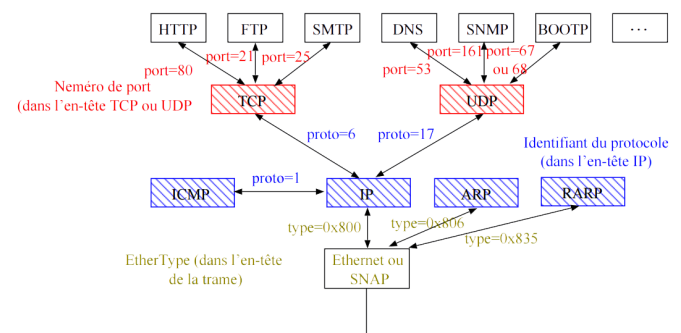


FIGURE 7. Identification des protocoles

E. Identification des protocoles

- Une adresse de transport = une adresse IP + un numéro de port (16 bits) → adresse de socket
- Une connexion s'établit entre une socket source et une socket destinataire → une connexion = un quintuplé (proto, src, port src, dest, port dest)
- Deux connexions peuvent aboutir à la même socket
- Les ports permettent un multiplexage ou démultiplexage de connexions au niveau transport
- Les ports inférieurs à 1024 sont appelés *ports réservés*

F. Protocole UDP

UDP (RFC 768) - User Datagram Protocol :

- protocole de transport le plus simple
- service de type best-effort (comme IP)
- les segments UDP peuvent être perdus
- les segments UDP peuvent arriver dans le désordre

- mode non connecté : chaque segment UDP est traité indépendamment des autres

Pourquoi un service non fiable sans connexion ?

- simple donc rapide (pas de délai de connexion, pas d'état entre émetteur/récepteur)
- petit en-tête donc économie de bande passante
- sans contrôle de congestion donc UDP peut émettre aussi rapidement qu'il le souhaite

Les utilisations de l'UDP :

- Performance sans garantie de délivrance
- Souvent utilisé pour les applications multimédias
 - tolérantes aux pertes
 - sensibles au débit
- Autres utilisations d'UDP
 - applications qui envoient peu de données et qui ne nécessitent pas un service fiable
 - exemples : DNS, SNMP, BOOTP/DHCP
- Transfert fiable sur UDP
 - ajouter des mécanismes de compensation de pertes (reprise sur erreur) au niveau applicatif
 - mécanismes adaptés à l'application

G. Protocole TCP

Transport Control Protocol (RFC 793, 1122, 1323, 2018, 2581) Transport fiable en mode connecté :

- point à point, bidirectionnel : entre deux adresses de transport (@IP src, port src) → (@IP dest, port dest)
- transporte un flot d'octets (ou flux)
 - l'application lit/écrit des octets dans un tampon
- assure la délivrance des données en séquence
- contrôle la validité des données reçues
- organise les reprises sur erreur ou sur temporisation
- réalise le contrôle de flux et le contrôle de congestion (à l'aide d'une fenêtre d'émission)

H. Exemples de protocole applicatif

- HTTP - HyperText Transport Protocol
 - protocole du web
 - échange de requête/réponse entre un client et u serveur web
- FTP - File Transfer Protocol
 - protocole de manipulation de fichiers distants
 - transfert, suppression, création, ...
- TELNET - TELetypewriter Network Protocol
 - système de terminal virtuel
 - permet l'ouverture d'une session distante
- DNS - Domain Name System
 - assure la correspondance entre un nom symbolique et une adresse Internet (adresse IP)
 - bases de données réparties sur le globe

II. ROUTAGE DANS TCP/IP

A. Routage dans IP

1) Sous-réseaux:

Un sous-réseau est un sous-ensemble d'un réseau de classe. Les intérêts d'un sous-réseau sont :

- diviser un réseau de grande taille en plusieurs réseaux physiques connectés par des routeurs (locaux ou distants)
- possibilité de faire coexister des technologies de réseaux différents
- diminution de la congestion du réseau par redirection du trafic et réduction des diffusions

Pour créer ce sous-réseau, il faut un ID de sous-réseau en séparant les bits d'ID d'hôtes en plusieurs sections.

2) Linux : Positionner/Modifier une adresse IP:

La manipulation des adresses IP se fait à l'aide de l'utilitaire *ifconfig*.

Syntaxe :

```
ifconfig interface @IP netmask masque ...
```

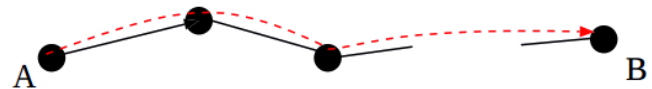
Exemple (configuration de l'interface eth0) :

```
ifconfig eth0 192.168.0.1 netmask 255.255.255.0
```

3) Problématique du routage:

Objectif : Acheminer des datagrammes IP d'une machine source A vers une machine destination B.

Problématique : Comment atteindre la machine B en connaissant son adresse IP ?



→ Nécessité d'identifier toutes les machines intermédiaires.

4) Routage IP : principe de base:

Définition :

- Processus de choix des chemins par lesquels les paquets sont transmis à la machine destinataire
- Processus basé sur une table de routage IP *IP routing table* contenant les informations relatives aux différentes destinations possibles et à la façon de les atteindre

Principe de base :

- L'émetteur ne connaît pas la route complète mais l'adresse du prochain site IP qui le rapprochera de la destination (prochain saut)
- Changements dynamiques possibles (en cas de panne)
- Extraire du datagramme l'adresse IP de destination (*IPDest*)
- Calculer l'adresse du réseau de destination (*IPRes*)
- Si *IPRes* = *IPLocal* alors
 - *IPDest* est directement accessible sur le réseau élémentaire commun

- La couche IP locale tente la translation d'adresse logique *IPDest* en adresse physique à travers la table maintenue en cache
- Si le réseau est de type Ethernet, le protocole utilisé est ARP
- Sinon les adresses physiques destinataires X21 auront dû être configurées à la main au préalable
- Sinon (ce n'est pas une adresse accessible, il faut alors consulter la table de routage IP locale) :
 - Si *IPRes* est dans la table alors :
 - Router le datagramme selon les indications de la table (vers un autre nœud du réseau local, avec résolution adresse IP → adresse physique, ou vers un autre coupleur connecté à un réseau externe)
 - Sinon *IPRes* n'est pas dans la table alors :
 - Prendre la route par défaut indiquée dans la table
 - Router le datagramme selon les indications de l'entrée par défaut de la table (vers un autre nœud du réseau local, avec résolution d'adresse IP → adresse physique, ou vers un autre coupleur connecté à un réseau externe)

5) Tables de routage IP dans Linux:

Afficher les routes :

```
~/# route
```

Destination	Gateway	Genmask	Iface
default	10.3.255.254	0.0.0.0	wlan2
10.3.0.0	*	255.255.0.0	wlan2

Ajouter une route par défaut :

```
~/# route add default gw @passerelle
```

Ajouter une route utilisant l'interface réseau *iface* vers un hôte particulier) :

```
~/# route add -host @host gw @passerelle dev iface
```

Ajouter une route utilisant l'interface *iface* vers un réseau particulier :

```
~/# route add -net @reseau netmask mask dev iface gw @gw
```

Pour les suppression de route, il suffit de remplacer add par del.

6) Mise en place d'un réseau:

Concentrateur (hub) : partage de bande passante entre les hôtes raccordés. **Commutateur (switch)** : pas d'interférences entre les connexions simultanées. **Routeur** : Pas d'interférences entre des connexions simultanées, possibilité de communication entre 2 réseaux logiques différents.

III. RÉSEAUX PRIVÉS

A. Introduction

Les adresse privées ont été créés pour :

- gérer la pénurie d'adresses au sein d'un réseau
- masquer l'intérieur d'un réseau par rapport à l'extérieur
- améliorer la sécurité pour le réseau interne

Il existe 2 mécanismes de translation d'adresses (NAT - Network Address Translation) :

- **statique** : association entre *n* adresses publiques et *n* adresses privées
- **dynamique** : association entre 1 adresse publique et *n* adresses privées

B. NAT statique

Intérêt :

- Uniformité de l'adressage dans la partie privée du réseau (modif. de la correspondance @pu/@pri facile)
- Sécurité accrue (tout passe par la passerelle NAT)

L'inconvénient majeur est que la pénurie d'@pu n'est pas résolue.

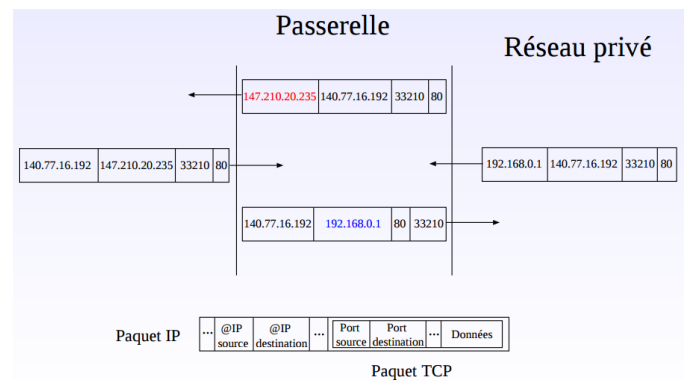


FIGURE 8. NAT statique : principe de fonctionnement

C. NAT dynamique : Masquerading

Intérêt :

- Plusieurs machines utilisent la même @pu pour sortir du réseau privé
- Sécurité accrue (tout passe par la passerelle NAT)

L'inconvénient majeur est que les machines du réseau interne ne sont pas accessibles de l'extérieur (impossible d'initier une connexion de l'extérieur).

1) Fonctionnement:

Comment le routeur fait-il la différence entre les paquets qui lui sont destinés et les paquets à relayer :

```

A chaque nouvelle connexion :
  Modif. @src et port source :
  (@src_prio, port_src) -> (@pu, port_src)
  Sauvegarder l'asso ds table NAT
Pour chaque paquet entrant :
  Chrcher une asso. (@dest., port_dest)
  Si exist une asso. ds table NAT Alors :
    Modif. (@dest., port_dest)
    Relayer le paquet
  Sinon
    /* Erreur de routage */
  FinSi

```

Le routeur gère toutes les associations, il y a donc unicité de l'association (donc du port source après translation).

2) Problèmes liés à NAT dynamique:

- Nécessité d'implémenter une méthode spécifique aux protocoles n'utilisant pas de port
- Protocoles utilisant @IP, nécessité de mettre en place un "proxy" (FTP en mode actif par exemple)
- Nécessité de faire de la redirection de port (port mapping/forwarding)

3) Proxy:

Un proxy est un intermédiaire dans une connexion entre le client et le serveur.

Le client s'adresse toujours au proxy.

Le proxy est spécifique à une application donnée (HTTP, FTP, ...).

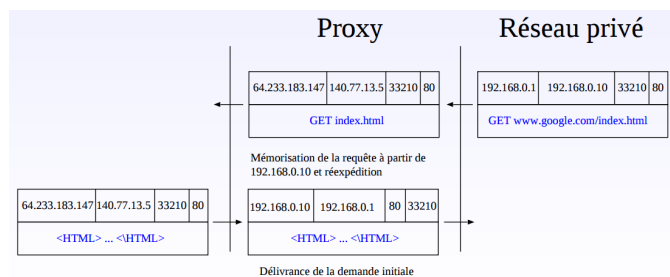


FIGURE 9. NAT statique : principe de fonctionnement

IV. IPTABLES ET NAT

La fonctionnalité de *firewall* est implémentée dans le noyau de Linux. Il y a 3 type de firewall filtrant :

- *ipfwadm* : jusqu'à la version 2.1.102 du noyau linux
- *ipchains* : entre les versions 2.2.0 et 2.4 du noyau linux
- *iptables* : à partir des noyaux 2.4

Nous nous intéresserons seulement à *iptables* dans ces notes de cours, car c'est la version que nous avons utilisé en TP. Se référer au cours complet pour avoir des informations sur les autres firewalls.

3 types de règles :

- **INPUT** : sont appliquées lors de l'arrivée d'un paquet
- **FORWARD** : sont appliquées lorsque la destination du paquet n'est pas le routeur
- **OUTPUT** : sont appliquées dès qu'un paquet doit sortir du routeur

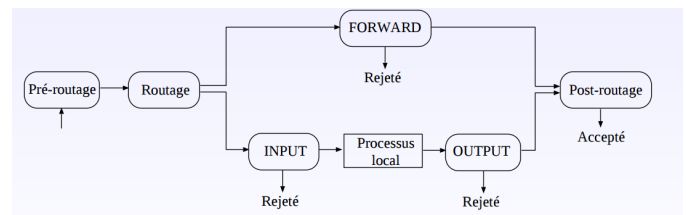


FIGURE 10. iptables : principe de fonctionnement

A chaque table une fonctionnalité :

- *filter* : filtrage des paquets
- *nat* : NAT
- *mangle* : marquage des paquets

FILTER		NAT	
INPUT	paquet entrant sur le routeur	PREROUTING	NAT de destination
OUTPUT	paquet émis par le routeur	POSTROUTING	NAT de source
FORWARD	paquet traversant le routeur	OUTPUT	NAT sur les paquets émis localement

A. Fonctionnalités NAT

```
--dport 80 --sport 1024 :65535 -j DNAT --to 192.168.0.200 :8080
```

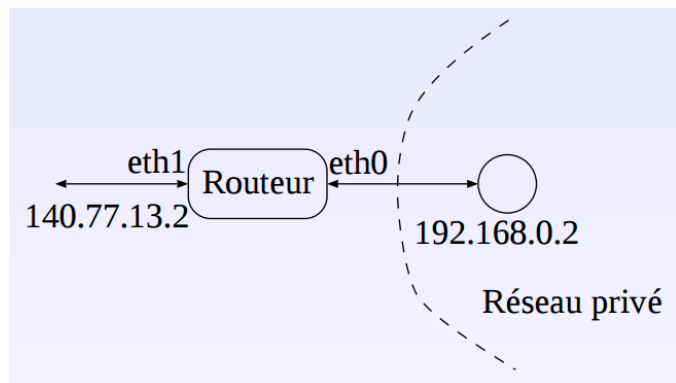


FIGURE 11. iptables : NAT statique

Arrivée d'un paquet de l'extérieur :

```
iptables -t nat -A PREROUTING -d 140.77.13.2 -i eth1 -j DNAT --to-destination 192.168.0.2
```

Paquet émis depuis le réseau privé :

```
iptables -t nat -A POSTROUTING -s 192.168.0.2 -o eth1 -j SNAT --to-source 140.77.13.2
```

2change de paquet entre le routeur et la machine du réseau privé :

```
iptables -t nat -A OUTPUT -d 140.77.13.2 -j DNAT --to-destination 192.168.0.2
```

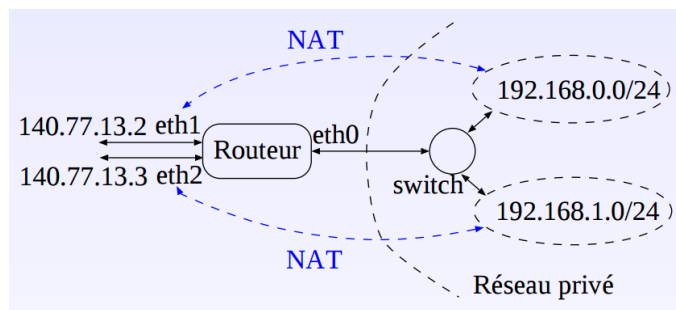


FIGURE 12. iptables : NAT dynamique

Association entre toutes les adresses privées du sous-réseau 192.168.0.0/24 avec l'interface eth1 :

```
iptables -t nat -A POSTROUTING -o eth1 -s 192.168.0.0/24 -j MASQUERADE
```

Association entre toutes les adresses privées du sous-réseau 192.168.1.0/24 avec l'interface eth2 :

```
iptables -t nat -A POSTROUTING -o eth2 -s 192.168.1.0/24 -j MASQUERADE
```

Transférer les connexions sur le port 80 de l'adresse 140.77.13.2 sur la machine ayant l'adresse privée 192.168.0.200 sur le port 8080 :

```
iptables -t nat -A PREROUTING -p tcp -d 140.77.13.2
```

V. FIREWALL

Pourquoi un firewall ?

- Contrôle (des connexions sortantes)
- Sécurité (contre les intrusions externes)
- Vigilance (surveiller/tracer le trafic entre le réseau local et internet)

Il y a plusieurs type de firewall :

- Niveau réseau (iptables, paquet filter, ...)
- Niveau applicatif (inetd, xinetd, ...)
- Niveau des applications (/etc/ftpaccess pour ftp, ...)

1) Exemples d'utilisation:

Autoriser tous les paquets émis par le routeur concernant des connexions déjà établies :

```
iptables -A OUTPUT -o eth0 -m state --state ESTABLISHED,RELATED -j ACCEPT
```

Autoriser le routeur à relayer tous les paquets reçus concernant de nouvelles connexions sur le port 22 :

```
iptables -A FORWARD -p tcp -i eth0 --dport 22 --sport 1024:65535 -m state --state NEW -j ACCEPT
```

A. DMZ

Une zone démilitarisée (DMZ) est un sous-réseau se trouvant entre le réseau local et le réseau extérieur.

Propriétés :

- Les connexions à la DMZ sont autorisées de n'importe où
- Les connexions à partir de la DMZ ne sont autorisées que vers l'extérieur

Intérêt :

- Rendre des machines accessible à partir de l'extérieur (possibilité de mettre en place des serveurs (DNS, SMTP, ...))

B. iptables et filtrage

Les règles sont traitées de manière séquentielle : le paquet sort dès qu'il rencontre une règle qui peut lui être appliquée.

1) Exemples d'utilisation:

Accepter tous les paquets en provenance de n'importe où et destinés à l'adresse du routeur 192.168.1.1 :

```
iptables -A INPUT -s 0/0 -i eth0 -d 192.168.1.1 -p TCP -j ACCEPT
```

Accepter de router les paquets entrant sur eth0 tels que (@src : 0/0, @dest : 192.168.1.58, P-source : 1024-65535, P-dest : 80) :

```
iptables -A FORWARD -s 0/0 -i eth0 -d 192.168.1.58 -o eth1 -p TCP --sport 1024:65535 --dport 80 -j ACCEPT
```

Accepter un paquet ICMP "echo-request" (ping) par seconde :

```
iptables -A INPUT -p icmp --icmp-type echo-request -m limit --limit 1/s -i eth0 -j ACCEPT
```

C. iptables et suivi des connexions

Il y a 4 états possibles pour une connexion :

- **NEW** : nouvelle connexion établie
- **ESTABLISHED** : la connexion analysée est déjà établie
- **RELATED** : la connexion est en relation avec une connexion déjà établie (ftp-data par exemple)
- **INVALID** : le paquet reçu n'appartient à aucune des trois catégories précédentes

VI. RÉVISION ANNALES

Rôle du daemon portmap :

Conversion des numéros de programme RPC (Remote Procedure Call) en numéro de port.

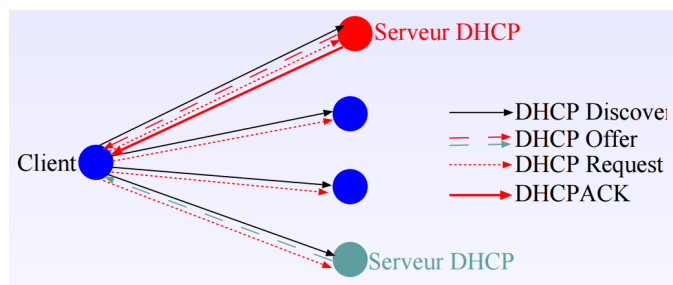
Quelle est la différence entre une résolution itérative et une résolution récursive en DNS ?

- *Itérative* : la machine qui demande la résolution de nom contacte un serveur DNS et attend que ce dernier lui retourne la réponse désirée.
- *Récursive* : le serveur de noms contacté fournit en réponse le nom d'un autre serveur DNS à contacter pour avancer dans la résolution.

A quoi sert le champ MX dans les zones DNS, donnez un exemple d'utilisation de ce dernier

Les enregistrements Mail Exchange (MX) dirigent les e-mails d'un domaine vers les serveurs hébergeant les comptes utilisateur du domaine. Plusieurs enregistrements MX peuvent être définis pour un même domaine, chacun avec une priorité différente. Si un e-mail ne peut être distribué à l'aide de l'enregistrement associé à la priorité la plus élevée, l'enregistrement de priorité 2 est utilisé, etc.

Exemple : *dig labri.fr. MX*

Expliquez le fonctionnement du protocole DHCP, pourquoi ce mécanisme est-il basé sur un mécanisme de broadcast ?

- Discover : le client diffuse un broadcast avec son @MAC, à la recherche du serveur, sur les ports 68/UDP (client) et 67/UDP (serveur)
- Offer : le serveur choisit une configuration pour le client (pouvant se baser sur l'@MAC du client)
- Request : le client choisit une config et la précise dans son message
- Acknowledge : Confirmation du serveur + éventuellement bail

Différence LDAP et NIS ?

	LDAP	NIS
Mot de passe	Crypté	Non-crypté
Redondance	Uniquement dans le serveur	Distribué à chaque client/serveur esclave
Fonction	Beaucoup d'infos (UID, adresse, ...)	Seulement l'identifiant et le mot de passe

Dans LDAP, donner deux points illustrant l'intérêt d'utiliser le mécanisme de réplication

- Tolérance aux pannes (en cas de crash d'un serveur)
- En cas de saturation d'un serveur

Quelles sont les propriétés d'une DMZ ?

Une zone démilitarisée (DMZ) est un sous-réseau se trouvant entre le réseau local et le réseau extérieur.

Propriétés :

- Les connexions à la DMZ sont autorisées de n'importe où
- Les connexions à partir de la DMZ ne sont autorisées que vers l'extérieur

Intérêt :

- Rendre des machines accessibles à partir de l'extérieur (possibilité de mettre en place des serveurs (DNS, SMTP, ...))

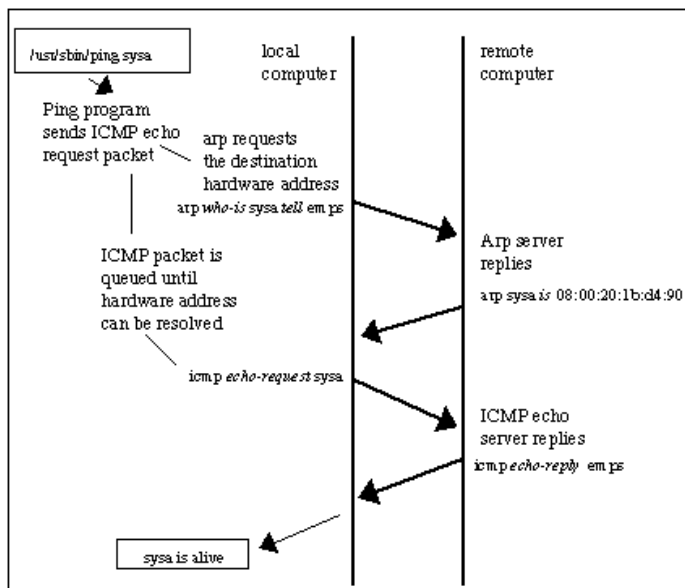
Expliquer le principe de la résolution DNS. Il est demandé de considérer les deux cas suivants : le serveur de nom local connaît la réponse, le serveur de nom local ne connaît pas la réponse.

- *Le serveur local connaît la réponse* : il retourne la réponse au client.
- *Le serveur local ne connaît pas la réponse* : selon la configuration :
 - Récursif : le serveur va demander à un autre serveur la réponse
 - Itératif : le serveur renvoie au client l'adresse d'un autre serveur à qui demander

Quel est le point commun entre NIS et NFS ? Qu'implique l'utilisation de ce mécanisme ?

Le point commun est qu'ils utilisent tous les deux portmap, et l'utilisation de ce mécanisme entraîne donc l'utilisation de la correspondance numéro de programme RPC / numéro de port.

Expliquer rapidement le fonctionnement du protocole

ARP.

Qu'apporte l'utilisation de caches dans les protocoles tels qu'ARP ou DNS? Quels sont les problèmes posés par l'utilisation de tels caches?

Elle permet d'éviter une con-gestion (c'est su verlant) du serveur en ayant les réponses dans ce cache et en plus ça permet de gagner du temps à éviter de lancer des requêtes sur des autres serveurs.

Le problème est que ce cache peut-être modifié et donc le serveur fournira des fausses informations.

Expliquer le fonctionnement de la translation d'adresses dynamique.

Le routeur modifie l'adresse source d'un paquet sortant et l'adresse de destination d'un paquet entrant. Il n'y a qu'une adresse publique pour n clients. Le routeur retrouve la machine du réseau selon le port source donné pour le flux sortant.