Clément Poissonnier
Jérôme Vollerin
Chi Zhang

TP2

1 Etude des protocoles

1-1 Le protocole ARP

1-1.1 Syntaxe des paquets ARP

- Tout d'abord, nous avons vidé le cache ARP, à l'aide de la commande :

arp –d –a

Puis nous avons effectué un ping d'une station. La trame ARP a été interceptée. Les valeurs des différents champs sont :

- Entête ETHER : ff ff ff ff ff ff 00 b0 d0 5c 5a 96
- Données ARP : 08 06 00 01 08 00 06 04 00 01 00 b0 d0 5c 5a 96 c3 dd e2 21 00 00 00 00 00 00 c3 dd e2 54

Dans la source les 4 derniers octets (08 06) indique que le paquet est une requête ARP.
Dans ethereal, une colonne permet d'identifier les paquets.

Le paquet ARP dans la trame Ethernet se situe dans la partie données (data).

Le schéma correspondant au paquet ARP, ainsi que le rôle de chacun des champs :

ff ff ff ff ff ff 00 b0 d0 5c 5a 96 08 06 00 01 08 00 06 04 00 01

Destination, source, type Ethernet, protocole IP, hardware Size, protocol Size, opération code request

00 b0 d0 5c 5a 96 c3 dd e2 21 00 00 00 00 00 00 c3 dd e2 54 00 00 00 00 00 00 00 00 00 00

Adr MAC expéditeur, adr Ip expéditeur, adr MAC destinataire, adr IP destinataire, trailer.

00 00 00 00 00 00 00 00 00

Le niveau Ethernet connaît la taille des paquets qu'il reçoit par le fait que la taille est fixe. Il peut ainsi déterminer très simplement la fin du paquet en la calculant.

La couche Ethernet transmet à la couche ARP, l'adresse MAC source.

1-1.2 Algorithme du protocole ARP

1 - Nous avons tout d'abord ajouté dans la table ARP de m1, une entrée pour la station m2, et inversement dans la table ARP de m2.
Nous avons ensuite sur m1 effectué un ping vers m2. Les paquets engendrés sont les suivants :

PING m2 (192.168.0.2): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.504 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.369 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.348 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.343 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.370 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.362 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.374 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.382 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.356 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=9 ttl=64 time=0.360 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=10 ttl=64 time=0.358 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=11 ttl=64 time=0.354 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=12 ttl=64 time=0.388 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=13 ttl=64 time=0.358 ms

--- m2 ping statistics ---

Clément Poissonnier
Jérôme Vollerin
Chi Zhang
14 packets transmitted, 14 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 0.343/0.373/0.504/0.038 ms

Nous avons ensuite supprimé l'entrée pour la station m2 dans la table ARP de m1, après nous avons recommencé le ping dont voici les résultats :

PING m2 (192.168.0.2): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.781 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.383 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.345 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.745 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.391 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=5 ttl=64 time=0.359 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=6 ttl=64 time=0.386 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=7 ttl=64 time=0.376 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=8 ttl=64 time=0.362 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=9 ttl=64 time=0.371 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=10 ttl=64 time=0.365 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=11 ttl=64 time=0.364 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=12 ttl=64 time=0.347 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=13 ttl=64 time=0.365 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=14 ttl=64 time=0.356 ms

--- m2 ping statistics ---
15 packets transmitted, 15 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 0.345/0.420/0.781/0.135 ms

2 Nous avons effacé les entrées puis exécuter les commandes demandées.
3 Après avoir débranché la station m3, nous avons effectué un ping, la durée du timer de réemission d'une requête ARP est d'une seconde.
4 Après avoir supprimé les entrées demandées, nous effectuons sur m1, un ping vers m2.

Les paquets engendrés sont les suivants :

PING m2 (192.168.0.2): 56 data bytes
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=0 ttl=64 time=0.826 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=1 ttl=64 time=0.468 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=2 ttl=64 time=0.379 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=3 ttl=64 time=0.381 ms
64 bytes from 192.168.0.2: icmp_seq=4 ttl=64 time=0.375 ms

--- m2 ping statistics ---
5 packets transmitted, 5 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max/stddev = 0.375/0.486/0.826/0.174 ms

Ensuite nous avons ajouté dans la station m2 une entrée pour la station m2. Le ping de m1 vers m2 est re-éffectuer, le contenu des tables est inchangé.

Nous avons ensuite précisé l'option pub sur la commande ARP pour l'entrée m2 sur la table ARP m2.

Lors de l'ajout de l'entrée dans la table avec l'option PUB, une requête ARP est envoyé à destination de tout le monde.

Quand nous avons refait le ping de m2 depuis m1, il n'y a pas de requête ARP sur le réseau, les tables sont inchangées.

5 Après avoir ajouté dans la table m3 une entrée pour la station m2 avec l'option pub, et supprimer m2 de la table de m1, nous avons effectué un ping vers m2 depuis la machine m1. 3 paquets ARP sont envoyés, un de m1 vers tout le monde. 2 requêtes ARP de m2 vers m1.

1.2 Le protocole IP

Clément Poissonnier
Jérôme Vollerin
Chi Zhang

1.3 Le protocole ICMP

Nous avons envoyé un fichier avec des valeurs quelconque, et nous n'avons obtenu aucune réponse, Ethereal nous répond : « **unknown ICMP (obsolete or malformed) ».**

Nous avons recommencé avec un fichier commençant par : x08 x00 avec l'identifieur : 0x5103 et la sequence number : 0x006b

Les champs identifieur et sequence number sont utilisés par l'émetteur et permettent le contrôle des réponses.
Lorsque l'on réalise une analyse hexadécimale, on remarque que l'émetteur initialise le champ Sequence Number à 0, puis à chaque paquet icmp envoyé, il passera à 256.
Le champ identifieur quand à lui sera initialiser avec une valeur qui restera fixe pendant les échanges.

L'algorithme de checksum se présente de la manière suivante :

```
/* Hypothèse : short = 16 bits        int = 32 bits        long = 64 bits */

unsigned short cksum(unsigned short *buf, int taille)
{
  /* la variable somme contiendra la somme de tous les mots du tampon buf, on le déclare unsigned long pour être sûr de pouvoir tout stocker */
  unsigned long somme;

  /* Calcul de la somme */
  for( somme = 0; taille > 0; taille--)
    somme += *buf++;

  /* somme & 0xffff = les 16 bits de poids faible */
  /* somme >> 16 = somme décalé de 16 bits, équivalant aux bits de poids fort restants */
  somme = (somme >> 16) + (somme & 0xffff);

  /* au cas où les bits de poids fort restants dépassent 16 bits, il faut répéter l'opération.
     Comme taille est codé sur 32 bits on sait qu'après, il n'y en a plus */
  somme += (somme >> 16);

  /* retour du complément à 1 */
  return ~(somme & 0xFFFF);
}
```

Ce type de vérification permet de détecter une erreur à la fois, puisqu'il est basé sur le principe de bit de parité. Cela ne permet pas de détecter les cas où il y aurait deux erreurs en même temps. Imaginons qu'il y ait deux erreurs avec un bit a 1 qui se met a 0 et un autre bit a 0 qui se met a 1, l'erreur ne sera pas détectée.

En résumé, les données du paquet sont additionnées avec la valeur du cksum, complémentée à 1. Ce qui permet de détecter les erreurs de parités.

Etude des protocoles de niveau 4

2.1) Le protocole UDP:

La commande "sock udp" puis "sock" donne:
la machine m2: Socket UDP créée: Id=3, port=53392
la machine m3: Socket UDP créée: Id=3, port=57932

la machine m2 tape:
sendto 3 m3 57932
Message ?: salut

la machine m3 tape:
recvfrom 3 1024
Un message de 5 octets(s) a été reçu de m2 (53392)

- L'entête UDP sert à déterminer le port de la socket source, de la socket destinataire, la longueur totale du packet UDP, et le checksum pour le contrôle d'erreur.

Clément Poissonnier
Jérôme Vollerin
Chi Zhang
- Les infos passées à IP sont l'entête + les données

En permutant, on obtient le même résultat.

VARIANTES

Si on fait la réception avant l'envoi de donnée il ne se passe rien.

Si on envoie trois paquets, il faut refaire trois fois la réception pour tous les recevoir un par un

Quand on croise l'émission des paquets, les messages arrivent quand même à destination.

Quand on envoie un paquet de 10 et qu'on reçoit 5 on ne reçoit pas la suite des données : elles sont perdues.

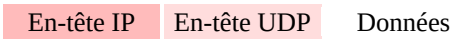
Il y a juste une requête ARP mais le paquet UDP n'est pas réellement envoyé.

Lorsqu'on envoi des paquets de 5000 octets six fois, les paquets sont fractionnés par le protocole IP. De plus, il ne sont pas tous réceptionnés (4/6)

Le paquet UDP est envoyé car la socket existe mais comme le num de port n'existe pas, un message ICMP revient a la station source avec l'info
"port unreachable"

Fonctionnement UDP : voir net

Le paquet UDP est encapsulé dans un paquet IP. Il comporte un en-tête suivi des données proprement dites à transporter.



L'en-tête (*header* en anglais) d'un datagramme UDP est bien plus simple que celui de TCP :

Port Source (16 bits)	Port Destination (16 bits)
Longueur (16 bits)	Somme de contrôle (16 bits)
Données (longueur variable)	

2.2) Le protocole TCP

Création de la socket :

socklab-TCP> passive
Socket TCP creee: id=4, port=55718

Une socket passive en écoute (syn) et une active qui envoie le message et qui fait une réception (syn, ack).

Packet generé : syn, syn + ack, ack, psh + ack, ack

Au moment de l' « accept », il ne se passe rien. Au lieu de faire le « connect », il y a création d'une nouvelle socket sur le poste avec la socket passive

Si on fait le « accept » apres le « connect », la connexion est quand même établie :
Un appel de m3 (61769) a été intercepte.
La connexion est établie sous l'identificateur 13.

Id	Proto	Adresse	Connexion	RWX ?
3	TCP	*(63961)	-	...
4	TCP	*(55718)	-	R..

Clément Poissonnier
Jérôme Vollerin
Chi Zhang

```
 5  TCP    *(61204)            -                  ...
 6  TCP    *(60042)            -                  ...
 7  TCP    *(55542)            -                  ...
 8  TCP    *(60013)            -                  ...
 9  TCP    m2(60013)            m3(49761)             .W.
 10 TCP    *(61122)             -                  ...
 11 TCP    m2(61122)            m3(55526)             .W.
 12 TCP    *(60625)             -                  ...
>13 TCP    m2(60625)            m3(61769)             .W.
```

Flag SYN:
L'établissement d'une connexion TCP suit un protocole strict :

- Une requête de synchronisation [SYN] de la part de l'initiateur du dialogue (le client),
- une réponse d'accusé réception de la synchronisation [SYN,ACK] de la part du serveur,
- un accusé réception du client [ACK]

Si on fait plusieurs connexions sur un même port, les deux machines qui créent les connexions ont le message « connexion réussie ». En revanche, si on fait un « status » sur la passive, on voit que une seule socket s'est créer avec le poste qui a fait le socket en premier.

-si on fait un « connect » vers un port inexistant : une requête tcp est envoyée avec un SYN mais on à le message « connection refuse »

2.2.2) libération d'une connexion

Le flag [FIN] sert à interrompre la connexion.
Le champ spécifique à cette phase de la communication est le champ ‘flags’.
Selon la nature des messages envoyés, il peut prendre les valeurs suivantes :
[FIN, ACK] : 0001 0001
[ACK] : 0001 0000

Le client met fin à une connexion avec le flag [FIN] une fois seulement que la seconde connexion est établie.

- La commande shutdown ne coupe pas la connexion, mais elle empêche la réception ou l’émission des données depuis la machine sur laquelle elle a été exécutée (mais les paquets émis par une machine distante circulent quand même sur le réseau).
- La commande ‘close’ coupe brutalement et définitivement la connexion, plus aucun transfert de données n’est possible entre les deux machines via ces sockets.

L’avantage de la commande shutdown est qu’elle permet d’empêcher le transfert de toute donnée dans seulement l’un des deux sens choisi. Par exemple, lorsque l’on veut terminer une connexion, mais que la machine est encore en train de recevoir des données depuis une machine distante, on peut empêcher notre machine d’émettre et continuer à recevoir jusqu'à ce que la machine distante ait fini d’émettre avant de fermer complètement la connexion.

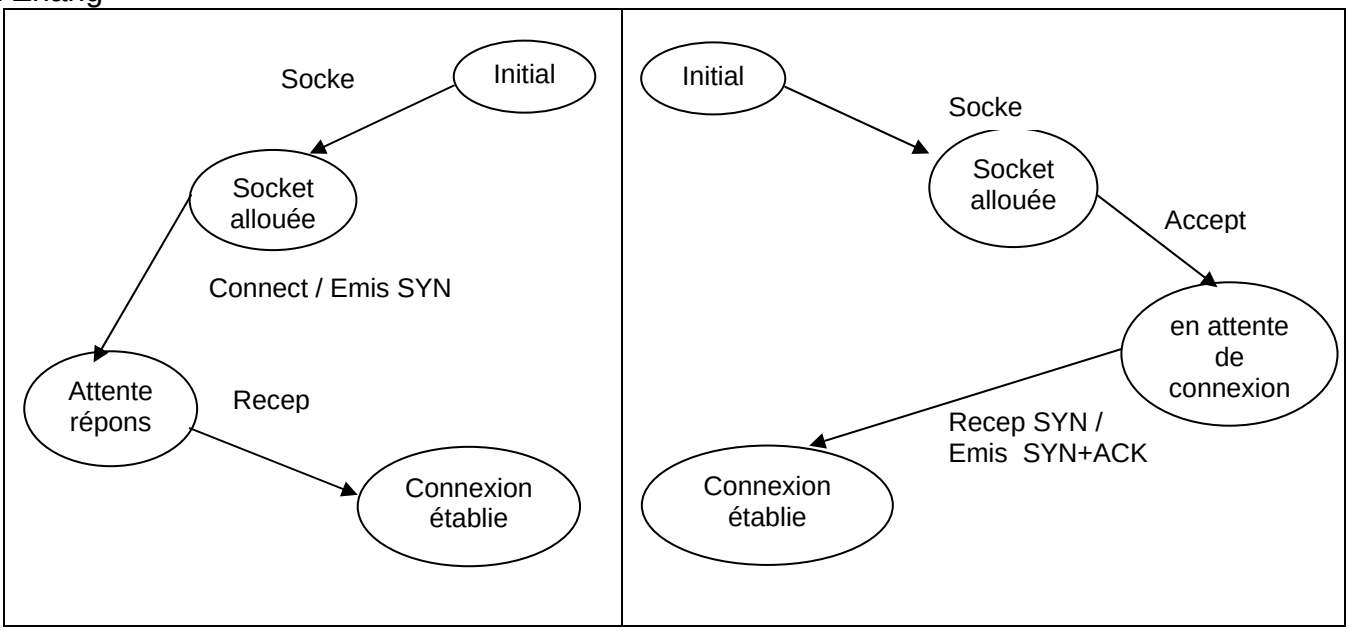
2.2.3) Etude du séquencement

Paquet engendré :
un tcp avec PSH et ACK voir net pour psh
un tcp ACK est renvoyé

Etablissement de la connexion :

Socket active	Socket passive

Clément Poissonnier
Jérôme Vollerin
Chi Zhang



On obtient le message « tcp retransimission » lorsqu'on envoie vers une machine débranché.

2.2.4) Echange de données urgente

Dans un segment TCP, il y a un champ FLAG sur 6 bits. Il y a différente valeur possible pour le FLAG :

URG: si ce drapeau est à 1 le paquet doit être traité de façon urgente.
ACK: si ce drapeau est à 1 le paquet est un accusé de réception.
PSH (PUSH): si ce drapeau est à 1, le paquet fonctionne suivant la méthode PUSH.
RST: si ce drapeau est à 1, la connexion est réinitialisée.
SYN: Le Flag TCP SYN indique une demande d'établissement de connexion.
FIN: si ce drapeau est à 1 la connexion s'interrompt.

Dans le cas de l'envoi de données urgentes, le flag URG est à 1. Celle signifie que le paquet doit être traité comme une donnée urgente.

De plus, il y a aussi un champ URGENT POINTER, qui indique le numéro de séquence à partir duquel commence les données deviennent urgentes.

Le mécanisme des données urgentes permet d'envoyer des données qui échappent au contrôle de flux. L'intérêt est de pouvoir réaliser une communication rapide entre deux applications, en effet, le contrôle de flux représente une perte de temps de quelques ms à chaque fois. Si il n'y a pas de contrôle de flux, les données peuvent circuler plus « librement », rapidement.

Ce mécanisme peut être utile dans le cas des applications qui nécessitent une faible latence, applications en temps réel, téléphonie, vidéoconférence…

2.2.5) Contrôle de flux
Taille buffer réception : 66608 octets
Taille buffer émission : 33304 octets

Le champ « window » correspond au nombre d'octet à partir de la position marquée dans l'acquittement que le récepteur est capable de recevoir. Le destinataire ne doit donc pas envoyer les paquets après numéro de séquence+window

3) Etude de la fragmentation IP

TCP ne fragmente pas avec IP contrairement à UDP

La taille d'un datagramme maximal est de 65536 octets. Toutefois cette valeur n'est jamais atteinte car les réseaux n'ont pas une capacité suffisante pour envoyer de si gros paquets. De plus, les réseaux sur Internet utilisent différentes

technologies, si bien que la taille maximale d'un datagramme varie suivant le type de réseau. C’est pourquoi dans certains cas, la fragmentation des datagrammes IP est utile.

Pour tenir compte de la fragmentation, chaque datagramme possède plusieurs champs permettant leur réassemblage:

champ identification, FRAGMENT OFFSET (16 bits) : numéro attribué à chaque fragment afin de permettre leur réassemblage.
champ longueur totale (16 bits), **TOTAL LENGTH** : il est recalculé pour chaque fragment.
champ drapeau (3 bits) : il est composé de trois bits:

- Le premier n'est pas utilisé.
- Le second (appelé **DF** : **Don't Fragment**) indique si le datagramme peut être fragmenté ou non. Si jamais un datagramme a ce bit positionné à un et que le routeur ne peut pas l'acheminer sans le fragmenter, alors le datagramme est rejeté avec un message d'erreur
- Le dernier (appelé **MF** : **More Fragments**, en français Fragments à suivre) indique si le datagramme est un fragment de donnée (1). Si l'indicateur est à zéro, cela indique que le fragment est le dernier (donc que le routeur devrait être en possession de tous les fragments précédents) ou bien que le datagramme n'a pas fait l'objet d'une fragmentation

4) Synthèse

La commande talk :

Cette commande effectue la connexion avec le protocole UDP
Ensuite les messages sont envoyé par le protocole tcp.
Les messages sont fragmentés et envoyé octet par octet
Les caractères blancs occupe des octets

La commande telnet :

Telnet est un protocole de type client-serveur basé sur TCP. Les clients se connectent sur le port 23.
On remarque que tous les caractères sont envoyés en clair sur le réseau donc on peut dire que le protocole Telnet n’est pas sécurisé.