

TP n° 03

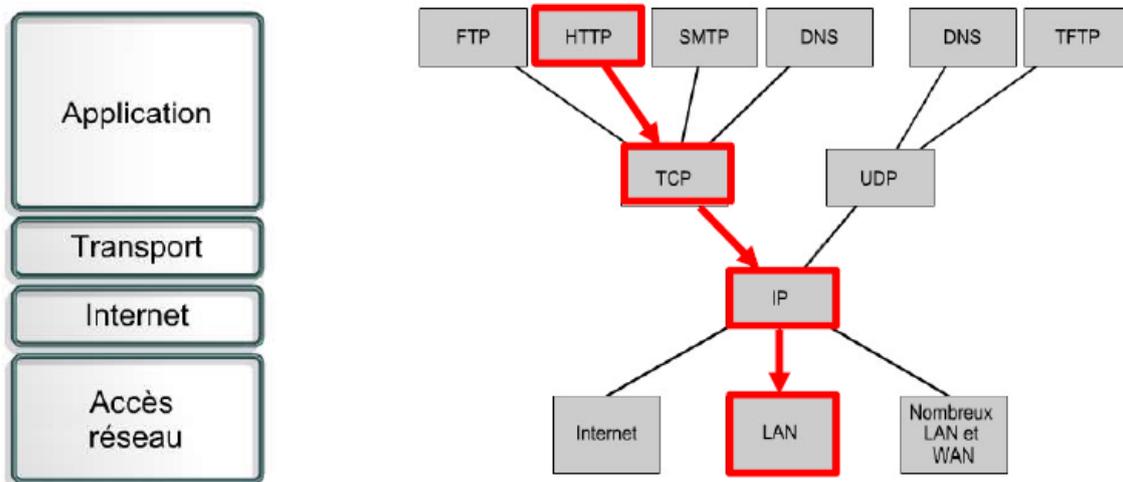
Analyse des protocoles Ethernet et ARP sous Wireshark

1. Objectif

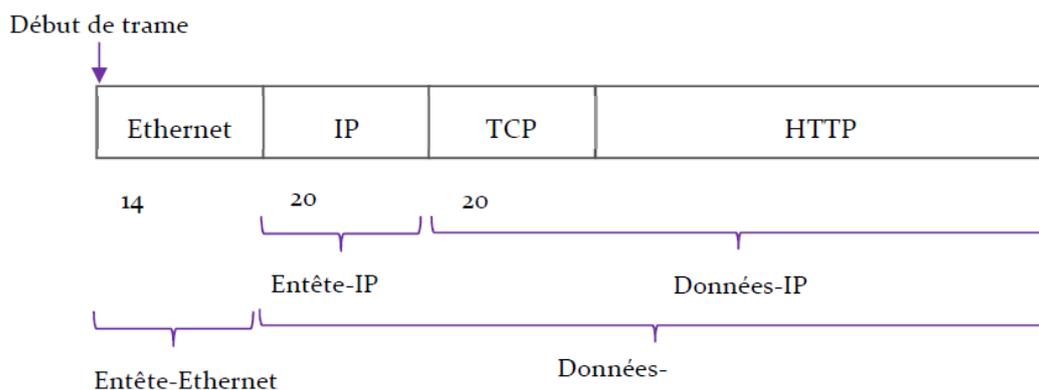
L'objectif de ce TP est l'étude du fonctionnement des deux protocoles Ethernet et ARP via l'analyse du trafic en utilisant Wireshark.

2. Encapsulation dans la pile TCP/IP

Par exemple pour un message HTTP l'ordre d'encapsulation est « HTTP-TCP-IP-Ethernet ». Noter que pour Wireshark, il sera affiché inversement « Ethernet-IP-TCP-HTTP ».



La figure suivante illustre la structure d'une trame capturée :



La trame Ethernet contient l' « Entête Ethernet » et le champ « Données Ethernet ». Ce dernier contient le paquet IP dont la structure n'est pas reconnue par la couche Ethernet, et ainsi c'est à la couche supérieure de déterminer son en-tête et ses données. De même pour le champ Données IP qui contient le message TCP, et ainsi de suite. La figure suivante illustre la structure (ainsi que la succession des entêtes des différents protocoles encapsulés) pour un message http capturé.

0000 00 26 c6 84 45 b0 ec cb 30 7a cb 5b 08 00 45 00
 0010 05 ac a4 6e 40 00 35 06 d2 cb c1 c2 45 a4 c0 a8
 0020 01 03 00 50 d9 41 0b 46 fc de d8 d3 e7 b1 50 10
 0030 01 4d e5 01 00 00 4d 18 1c b2 79 5a 0c cd 41 3c
 0040 8a 8c 87 6a 4e 0f 55 8d fe 37 d9 c3 d6 91 89 5b
 0050 e2 81 91 a0 c4 b2 6c cc 2f 17 33 d7 27 6d 22 00
 0060 24 9c a1 12 86 b8 cb 82 25 ad 19 5a a0 8c 96 80

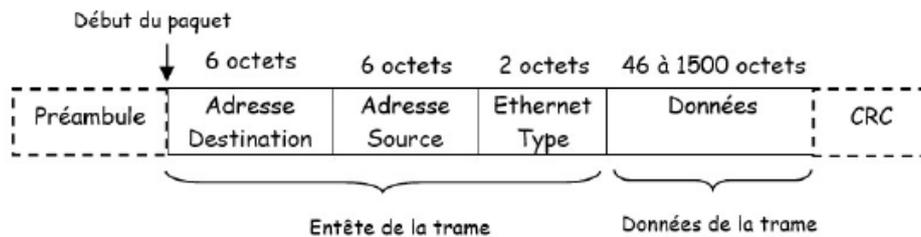
Entête-Ethernet Entête-IP Entête-TCP HTTP

La taille des en-têtes d'un paquet peut être calculée en sachant sa structure (les différents champs qui les constituent). Par exemple, l'entête Ethernet est de 14 octets, l'entête IP et TCP sont de 20 octets chacun. Noter que la taille de l'entête peut être variable, qui est le cas de l'entête HTTP.

Wireshark affiche aussi, tout en bas dans la barre d'état, la taille d'entête du protocole sélectionné dans la zone (2). Dans la figure précédente, la barre d'état indique que la taille de l'entête Ethernet est de 14 octets.

3. Protocole Ethernet

Voici la structure de la trame Ethernet :



Soit un trafic réseau capturé à l'aide de Wireshark. Sélectionner un paquet dans la zone (1), et dans la zone (2) appuyer sur [+] du niveau Ethernet pour voir les différents champs d'en-tête Ethernet.

No.	Time	Source	Destination	Protocol	Length	Info
88	9.426696	192.168.43.135	193.194.69.133	HTTP	569	GET / HTTP/1.1
120	9.624706	193.194.69.133	192.168.43.135	HTTP	1041	HTTP/1.1 200 OK (text/html)
232	23.258511	192.168.43.135	193.194.69.133	HTTP	524	GET /theme/yui_combo.php?3.17.2/cssbutton/cssl
235	23.310647	192.168.43.135	193.194.69.133	HTTP	646	GET /course/index.php?categoryId=8 HTTP/1.1
240	24.087262	193.194.69.133	192.168.43.135	HTTP	281	HTTP/1.1 200 OK (text/css)
242	24.110712	192.168.43.135	193.194.69.133	HTTP	1039	GET /theme/yui_combo.php?m/1677996001/core/wi
250	24.268023	193.194.69.133	192.168.43.135	HTTP	862	HTTP/1.1 200 OK (application/javascript)
353	30.029695	192.168.43.135	193.194.69.133	HTTP	676	GET /course/index.php?categoryId=17 HTTP/1.1
373	30.956267	193.194.69.133	192.168.43.135	HTTP	604	HTTP/1.1 200 OK (text/html)
416	35.659859	192.168.43.135	193.194.69.133	HTTP	677	GET /course/index.php?categoryId=19 HTTP/1.1
420	35.938237	192.168.43.135	193.194.69.133	HTTP	677	GET /course/index.php?categoryId=19 HTTP/1.1
442	36.633396	193.194.69.133	192.168.43.135	HTTP	540	HTTP/1.1 200 OK (text/html)

Frame 88: 569 bytes on wire (4552 bits), 569 bytes captured (4552 bits) on interface 0	
Ethernet II, Src: HonHaiPr_78:de:bb (14:2d:27:78:de:bb), Dst: 46:8c:1f:6c:4a:bf (46:8c:1f:6c:4a:bf)	
Destination: 46:8c:1f:6c:4a:bf (46:8c:1f:6c:4a:bf)	
Source: HonHaiPr_78:de:bb (14:2d:27:78:de:bb)	
Type: IPv4 (0x0800)	
Internet Protocol Version 4, Src: 192.168.43.135, Dst: 193.194.69.133	
Transmission Control Protocol, Src Port: 51216, Dst Port: 80, Seq: 1, Ack: 1, Len: 515	
Hypertext Transfer Protocol	

0000	46 8c 1f 6c 4a bf 14 2d 27 78 de bb 08 00	45 00	F..l]..- 'x...E.
0010	02 2b 14 e0 40 00 80 06 f0 75 c0 a8 2b 87 c1 c2		..+..@... .u...+..
0020	45 85 c8 10 00 50 40 1b 18 34 79 39 32 15 50 18		E...P@. .4y92.P.
0030	00 40 9c 7e 00 00 47 45 54 20 2f 20 48 54 54 50		..@...GE T / HTTP
0040	2f 31 2e 31 0d 0a 48 6f 73 74 3a 20 65 6c 65 61		/1.1..Ho st: elea
0050	72 6e 69 6e 67 2e 63 65 6e 74 72 65 2d 75 6e 69		rning.ce ntre-uni
0060	76 2d 6d 69 6c 61 2e 64 7a 0d 0a 43 6f 6e 6e 65		v-mila.d z..Conne
0070	63 74 69 6f 6e 3a 20 6b 65 65 70 2d 61 6c 69 76		ction: k eep-aliv
0080	65 0d 0a 55 70 67 72 61 64 65 2d 49 6e 73 65 63		e..Upgra de-Insec
0090	75 72 65 2d 52 65 71 75 65 73 74 73 3a 20 31 0d		ure-Requ ests: 1.
00a0	0a 55 73 65 72 2d 41 67 65 6e 74 3a 20 4d 6f 7a		..User-Ag ent: Moz

Noter que :

- Le champ « Préambule » ne figure pas dans la trame car il ne contient pas de données utiles, et il est seulement un mécanisme pour aider la carte réseau à identifier le début de la trame.
 - Il y a une adresse de destination et une adresse source. Wireshark déchiffre les 3 premiers octets de l'adresse et nous indique le fabricant de la carte. Par exemple Huawei.
 - Les trames Ethernet sont généralement de type "Ethernet II". Ceci est connu grâce au champ « Type ».
- Noter que dans le cas d'une trame Ethernet I (IEEE 802.3), il y a le champ « Longueur » au lieu de « Type », et qui indique la longueur de la trame Ethernet.
- Le champ « Type » contient une valeur hexadécimale qui indique le protocole de la couche supérieure concerné par la trame. Par exemple, si sa valeur est 0x0800 donc la trame est destinée au protocole IP, et ainsi le champ « Données » de la trame Ethernet contient le paquet IP.
 - Le champ « Données » commence par l'en-tête du protocole de la couche Internet (dans le cas de la figure, c'est l'entête du paquet IP).
 - Le champ « Données » peut contenir des données de remplissage dans le cas d'une trame de taille inférieure à 64 octets.
 - Il n'y a pas de champ CRC. Il existe mais il est invisible pour le système ou pour Wireshark, car il est directement utilisé (consommé) par l'équipement (niveau Ethernet) qui envoie et/ou reçoit les trames où il calcule la somme de contrôle et vérifie la présence d'erreurs.

4. Le protocole ARP

ARP (Address Resolution Protocol ou protocole de résolution d'adresse) est utilisé pour trouver l'adresse Ethernet (l'@ MAC) correspondante à une adresse IP locale. Les combinaisons [@IP - @MAC] sont sauvegardées dans une mémoire cache qui peut être manipulée en utilisant des commandes comme suit :

- (1) Consulter le cache ARP. Taper la commande « arp -a » dans l'invite de commande.
- (2) Supprimer une entrée dans le cache ARP. Lancer l'invite de commande cette fois-ci en cliquant avec le bouton droit et en choisissant « exécuter en tant qu'administrateur ». Ensuite, taper la commande : "arp -d @IP"

Par exemple, pour effacer l'@IP 192.168.1.1 de la cache ARP, on tape : arp -d 192.168.1.1

```

C:\Windows\system32\cmd.exe
Microsoft Windows [version 6.1.7601]
Copyright (c) 2009 Microsoft Corporation. Tous droits réservés.

C:\Users\Meriem.MERIEM-PC>arp -a

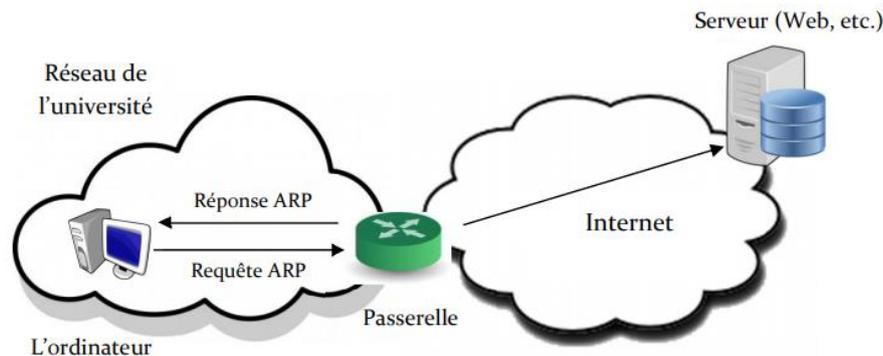
Interface : 192.168.43.232 --- 0xc
Adresse Internet Adresse physique Type
192.168.43.1 46-8c-1f-6c-4a-bf dynamique
192.168.43.135 14-2d-27-78-de-bb dynamique
192.168.43.255 ff-ff-ff-ff-ff-ff statique
224.0.0.22 01-00-5e-00-00-16 statique
224.0.0.251 01-00-5e-00-00-fb statique
224.0.0.252 01-00-5e-00-00-fc statique
239.255.255.250 01-00-5e-7f-ff-fa statique
255.255.255.255 ff-ff-ff-ff-ff-ff statique

Interface : 192.168.56.1 --- 0x12
Adresse Internet Adresse physique Type
192.168.56.255 ff-ff-ff-ff-ff-ff statique
224.0.0.22 01-00-5e-00-00-16 statique
224.0.0.251 01-00-5e-00-00-fb statique
224.0.0.252 01-00-5e-00-00-fc statique
239.255.255.250 01-00-5e-7f-ff-fa statique

C:\Users\Meriem.MERIEM-PC>
    
```

4.1. Capture d'un trafic ARP

Dans la salle de TP, la connexion d'un ordinateur au réseau internet se fait selon le schéma dans la figure suivante :



Toute requête lancée par l'ordinateur passe par la passerelle. Ceci est aussi le schéma de connexion de l'ordinateur de la maison connecté à Internet à travers un modem. Dans ce cas, ce modem est la passerelle. Rappeler que la passerelle est l'équipement (généralement un routeur) local que la machine utilise pour se connecter au réseau internet.

Remarque. Pour connaître l'adresse IP de la passerelle, on utilise la commande « **netstat -r** ». L'adresse de la passerelle est celle correspondante à la destination par défaut 0.0.0.0.

```

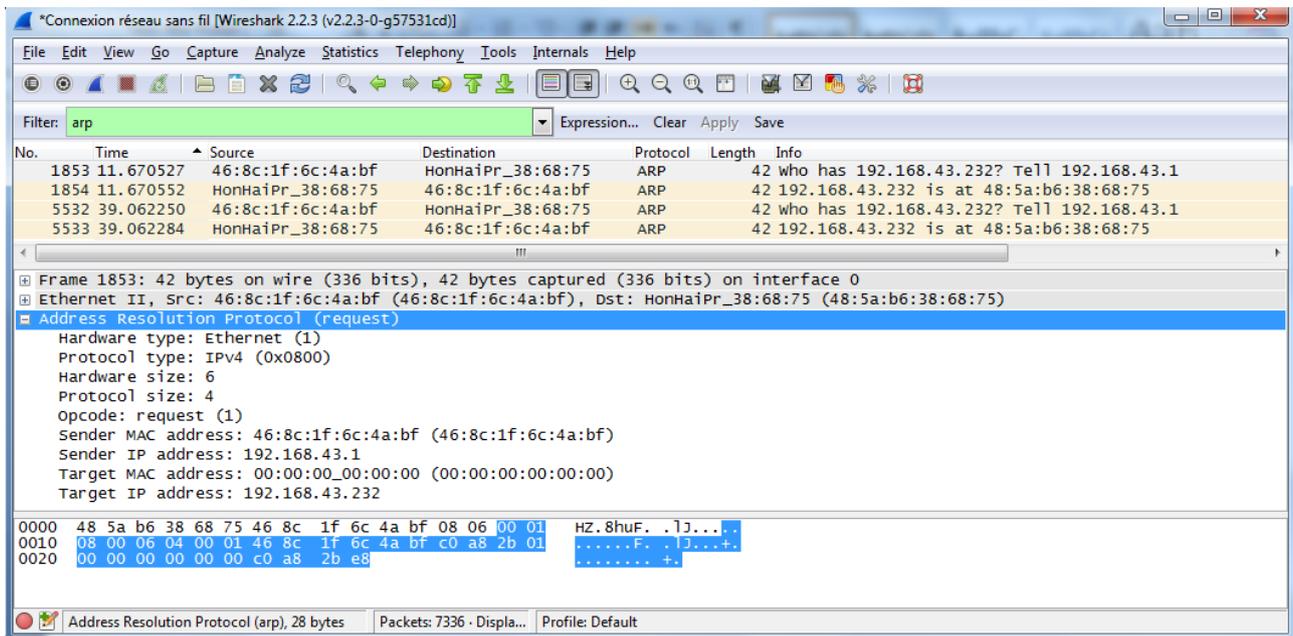
C:\Windows\system32\cmd.exe

C:\Users\Meriem.MERIEM-PC>netstat -r

=====
Liste d 24...00 ff 51 2a 72 8c .....Kaspersky Security Data Escort Adapter
14...48 5a b6 38 68 75 .....Microsoft Virtual WiFi Miniport Adapter
12...48 5a b6 38 68 75 .....Realtek RTL8188EE 802.11bgn Wi-Fi Adapter
11...a0 1d 48 d1 37 a7 .....Realtek PCIe FE Family Controller
18...08 00 27 00 84 8c .....VirtualBox Host-Only Ethernet Adapter
1 .....Software Loopback Interface 1
28...00 00 00 00 00 00 e0 Carte Microsoft ISATAP
13...00 00 00 00 00 00 e0 Teredo Tunneling Pseudo-Interface
19...00 00 00 00 00 00 e0 Carte Microsoft ISATAP #3
=====

IPv4 Table de routage
=====
Destination réseau Masque réseau Adr. passerelle Adr. interface Métrique
-----
0.0.0.0 0.0.0.0 192.168.43.1 192.168.43.232 25
127.0.0.0 255.0.0.0 On-link 127.0.0.1 306
127.0.0.1 255.255.255.255 On-link 127.0.0.1 306
127.255.255.255 255.255.255.255 On-link 127.0.0.1 306
192.168.43.0 255.255.255.0 On-link 192.168.43.232 281
192.168.43.232 255.255.255.255 On-link 192.168.43.232 281
192.168.43.255 255.255.255.255 On-link 192.168.43.232 281
    
```

En utilisant le navigateur web pour charger une page web, pour que la requête puisse être envoyée au serveur, l'ordinateur doit connaître l'@MAC de la passerelle, et ainsi il va utiliser le protocole ARP pour la trouver. L'échange de paquets ARP capturé par Wireshark a donné ceci :



Noter qu'un filtre est appliqué pour n'afficher que les paquets ARP.
Il existe deux types de paquets ARP (distingués par la colonne Info de la zone 1) :

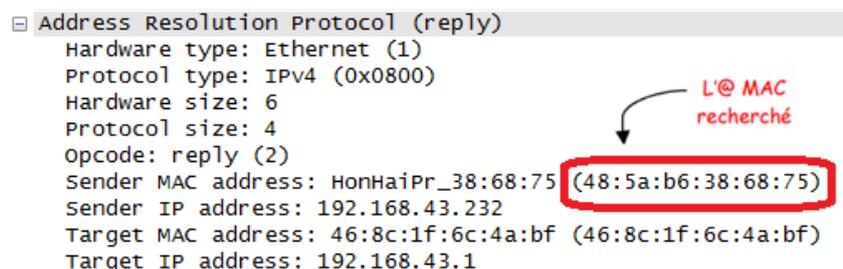
- (1) Paquet Demande : La ligne Info de ce paquet contient « Who has @IP? ... » (Voir la trame n° 1853).
- (2) Paquet Réponse : La ligne Info de ce paquet contient « @IP is at @MAC », voir la trame n° 1854.

En sélectionnant la trame n°1853 et cliquant sur [+] de « Adress Resolution Protocol » dans la zone (2). Les champs suivants s'affichent :

- « Hardware Type » et « Protocol Type » : qui indiquent que la carte réseau dont on cherche son @ physique est une carte Ethernet, et on dispose de son adresse logique qui est une @IP.
- « Hardware size » et « Protocol size » : définissent la taille de l'@ physique (matérielle) et celle logique (protocole) sur 6 octets et 4 octets, respectivement.
- « Opcode » : contient la valeur request (1) qui indique qu'il s'agit d'une requête.
- « Sender MAC » « Sender IP » « Target MAC » et « Target IP » : définissent, respectivement, l'@ MAC (Ethernet) et IP de l'émetteur, et l'@ MAC et IP du destinataire.

En sélectionnant la trame n° 1854 et cliquant sur [+] de « Address Resolution Protocol », les champs qui changent de valeurs par rapport à la trame précédente sont :

- « Opcode » où il contient la valeur reply (2) qui veut dire que c'est une trame de réponse.
- « Sender MAC » « Sender IP » « Target MAC » et « Target IP » : où leurs valeurs sont inversées (Sender devient Target et Target devient Sender) puisque le destinataire devient lui l'émetteur.



Dans le paquet de requête, l'émetteur connaît ses @ MAC et IP ainsi que l'adresse IP de la cible (c'est l'adresse IP pour laquelle on cherche l'@ MAC), donc il les remplit. L'@ MAC cible n'est pas connue, pour cela il met 00 : 00 : 00 : 00 : 00 :00. Cette adresse sera remplie par l'expéditeur une fois il reçoit la demande ARP.

5. Travail demandé

I. Capturez un trafic réseau comme suit : lancez une capture Wireshark, ensuite chargez une page web (ex. entrez dans le site : elearning.centre-univ-mila.dz et consultez des cours) via votre navigateur. Arrêtez la capture après un moment.

1. Donnez le n° d'un paquet contenant un message GET de HTTP.
2. Quelle est l'adresse MAC de destination dans ce paquet ? Est-ce l'adresse Ethernet de votre ordinateur ? Expliquez.
3. Donnez le n° d'un paquet contenant un message OK de HTTP.
4. Quelle est l'adresse MAC source dans ce paquet ? Est-ce l'adresse Ethernet du serveur web hébergeant la page web demandée ? Expliquez.
5. Quelle est l'adresse de broadcast Ethernet ? Donnez le numéro d'une trame de diffusion Ethernet ?
6. Quel champ dans l'en-tête Ethernet permettant de déterminer à quel protocole de la couche supérieure la trame est destinée ?
7. Donner un exemple (n° du paquet capturé) d'un paquet destiné au protocole IP. Quelle est la valeur du champ précédent dans ce cas ?
8. Pour un paquet HTTP combien d'octets pour chacune des entêtes : Ethernet, IP et TCP ?

II. Dans cette partie, on essaie de faire en sorte que la machine utilise le protocole ARP pour découvrir l'adresse MAC du routeur local (la passerelle). Ensuite on analyse le trafic capturé.

1. Quelle est l'adresse IP de la passerelle ?
2. L'@IP de la passerelle existe-elle dans le cache ARP ?
3. Effacez l'@IP de la passerelle du cache ARP.
4. Lancez une capture en utilisant Wireshark, et utilisez le navigateur web pour charger une page web. Une fois le trafic ARP est capturé, arrêtez la capture.
5. Filtrez les paquets capturés pour n'afficher que les paquets ARP.
6. Donnez le n° d'un paquet ARP demande ?
7. Quel est le n° de son paquet ARP réponse ?
8. Quelle est la valeur du champ « Opcode » pour chacun des deux paquets précédents ?
9. Quelle est la taille de l'en-tête ARP pour une demande ? Qu'en est-il d'une réponse ?
10. Quelle est l'adresse MAC cible pour le paquet ARP demande ?
11. Compléter le schéma suivant par les informations des deux paquets ARP :

