

# Résolution d'adresse

(Z:\Polys\Internet\_gestion\_reseau\1.ARP.fm- 9 mars 2009 16:30)

## PLAN

- Introduction
- Résolution directe
- Résolution par processus d'interrogation
- Optimisation
- Le protocole ARP
- Le protocole RARP
- Conclusion

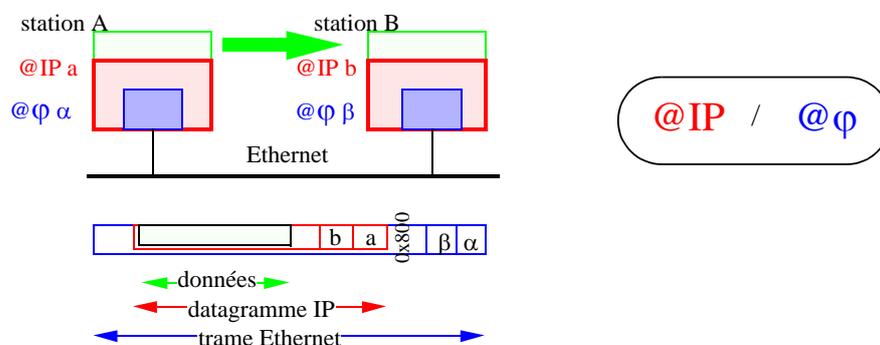
## 1. Introduction

La transmission d'un datagramme IP entre 2 stations utilisent les entités de la couche inférieure :

- le réseau local sous-jacent et leurs trames.

Deux stations situées dans un même (sous-)réseau ne peuvent communiquer que si elles connaissent leurs adresses de niveau inférieur :

- leurs adresses physiques (par exemple @IEEE 802= @MAC=@Ethernet).



On parlera d'adresse physique et on notera @φ, l'adresse de niveau inférieur sans référence à la couche Physique !

## 2. Résolution directe

### 2.1. Définition

Il existe une fonction (mathématique) simple connue localement associant une adresse physique à une adresse IP :

$$F(@IP) = @\varphi$$

Par exemple l' $@\varphi$  est une partie de l'adresse IP :

- . à la fois un adressage IEEE 802 de format court (16 bits),
- . à la fois un adressage IP de classe B,  
le champ *hostid* (16 bits) sera l'adresse Ethernet de la station !

Il faut être capable de choisir les adresses affectées à une station pour pouvoir respecter la fonction de résolution d'adresse :

- processus complexe car il faut assurer l'unicité de chaque adresse.
- les adresses sont parfois affectées définitivement aux équipements (la plupart des cartes Ethernet ont leurs adresses figées)

Certaines adresses physiques sont plus longues que les adresses IP :

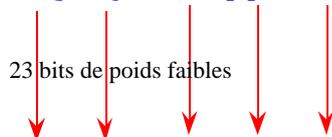
- format long IEEE 802 = 48 bits !

### 2.2. Exemple de résolution directe

Les adresses IP de classe D, dites multicast, sont associées aux adresses MAC par la fonction de résolution suivante :

- adresse IP **multicast** :

1110 xxxx xabc defg hijk lmno pqrstu vw



- adresse IEEE 802 **de groupe** :

0000 0001 0000 0000 0101 1110 0abc defg hijk lmno pqrstu vw

Note :

- . plusieurs adresses IP multicasts sont associées avec la même adresse IEEE 802  
par exemple : 224.1.2.3 et 225.129.2.3  $\Rightarrow$  01 00 5E 01 02 03

### 2.3. Problèmes avec la résolution directe

Si la fonction de résolution est trop particulière :

- . une description exhaustive de la fonction est nécessaire

Table de résolution :

- . liste de couples  $\langle @IP, @\varphi \rangle$

Cette description est statique :

- . informations fournies par l'administrateur

La table peut être très (trop) grande

- . difficulté de mise à jour,
- . maintien de la cohérence (oublis, erreurs).

$\Rightarrow$  gestion automatique et dynamique

## 3. Résolution par processus de recherche

### 3.1. Principe

La station qui cherche à connaître l'adresse  $\varphi$  d'une station dont elle connaît l'adresse IP :

- pose la question à la ronde :
  - . en diffusant un **message de demande** contenant l'adresse IP recherchée.
- elle attend la réponse :
  - . réception d'un **message de réponse** contenant le couple adresse IP/ adresse  $\varphi$

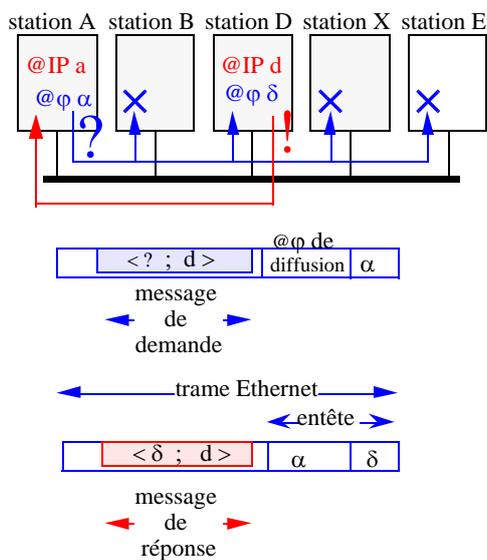
Toute station est à l'écoute des messages de demande de résolution d'adresse

- si la station se reconnaît :
  - . réception d'un **message de demande** contenant une adresse IP correspondant à celle de la station
- la station répond :
  - . émission d'un **message de réponse** contenant le couple adresse IP/ adresse  $\varphi$ .

Hyphothèse : toute station connaît sa propre adresse  $\varphi$  et sa propre adresse IP.

### 3.2. Exemple

A la recherche de l'adresse de la station D !



### 3.3. Remarques

Comment faire parvenir un message de demande à une station dont on ignore l'adresse  $\varphi$  ?

- . l'adresse  $\varphi$  utilisée est de type "broadcast" (=0x FF ... FF).

Quel est le coût de cette diffusion (transmission "broadcast") ?

- . la même qu'une transmission unicast sur les réseaux locaux (diffusion naturelle).

- . cela peut être très coûteux, sinon.

Comment le message de réponse est-il retourné ?

- . dans une trame ayant une adresse  $\varphi$  normale (celle du demandeur).

Comment le répondeur connaît la station qui a émis la demande ?

- . l'adresse  $\varphi$  (et l'adresse IP) du demandeur figure explicitement dans le message de demande (par ailleurs, l'adresse  $\varphi$  du demandeur figure également dans la trame : champ SA).

Coût :

- . 3 trames échangées pour un datagramme envoyé.
- . toutes les stations du RL ont été interrompues par la diffusion du premier message de demande de résolution d'adresse.

## 4. Le cache

### 4.1. Présentation

Chaque station maintient un **cache des adresses** les plus récemment utilisées dans une table d'association d'adresse.

@IP	@φ

- utilisation** ↑ ↓
- Lors d'une tentative de résolution d'adresse :
- la station consulte préalablement la table d'association d'adresse.
  - si une entrée correspond à l'adresse recherchée, on s'en sert !
  - sinon la station diffuse un message de demande de résolution.
- mise-à-jour** ↑ ↓
- Lors d'une réception d'un message de réponse de résolution :
- la station consulte la table d'association d'adresse.
  - si une entrée correspond à l'adresse reçue, la station la met à jour.
  - sinon on crée l'entrée correspondante,
  - en réquisitionnant, si besoin, l'entrée la plus anciennement référencée (LRU).

⇒ Plus la table est petite plus la recherche est rapide

Initialement :

- la table d'association d'adresse est vide.

### 4.2. Précisions

Les informations contenues dans la table peuvent ne pas être à jour :

- . changement d'adresse ou déplacement d'une station.

⇒ Les entrées de la table d'association ont une durée de vie limitée (par défaut 20 m

- . limitation de l'encombrement de la table

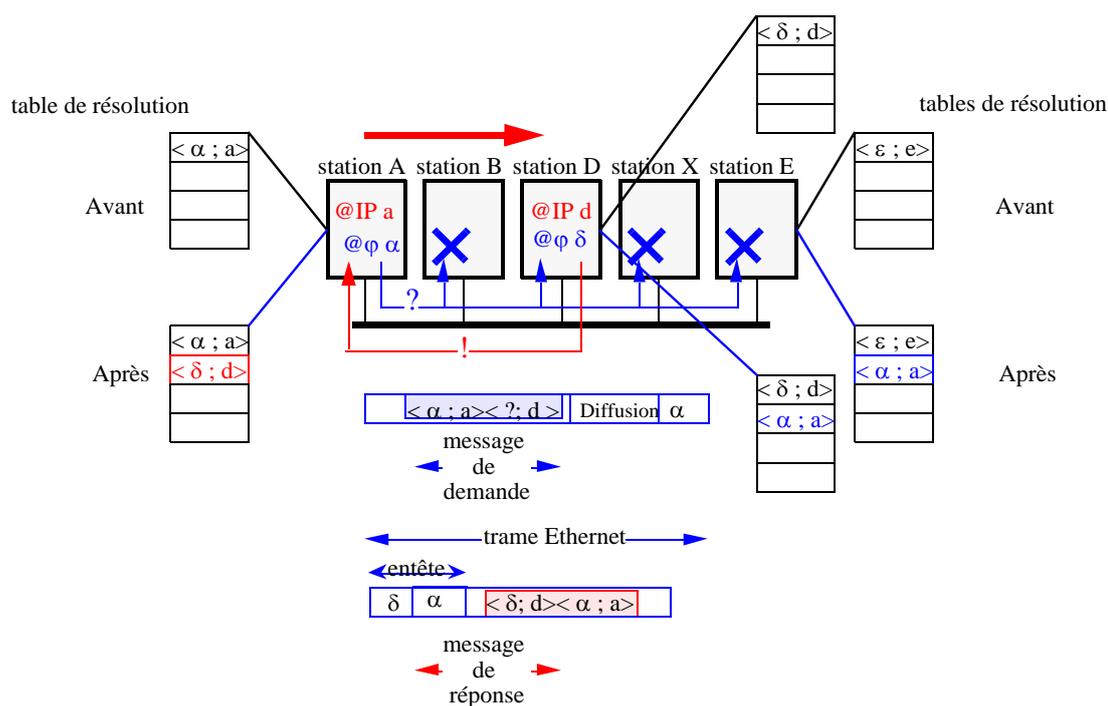
Les messages de demande et de réponse peuvent être perdus ou corrompus :

- . le demandeur arme un temporisateur à chaque demande de résolution,
- . il retransmet une nouvelle demande si le temporisateur se déclenche.

Chaque station recevant un message de demande de résolution (notamment celle répondant à cette demande) :

- . peut mettre à jour sa table de résolution avec les informations concernant la station qui a initié cette demande de résolution.
- . les messages (de demande et) de réponse de résolution d'adresse comportent une paire de couples <adresse φ ; adresse IP> : demandeur + répondeur

### 4.3. Exemple de fonctionnement du cache ARP



## 5. Le protocole ARP

### 5.1. Introduction

Address Resolution Protocol

RFC 826

RFC 814 (généralités), 1010 (n°), 1029 (tolérance aux fautes).

Fonction :

- . Traduction d'adressage **localement** (au sein du même sous-réseau IP)
- . Automatiquement et dynamiquement

Générique :

- . Méthode de résolution indépendante de la forme de l'adressage
- . Pour tous réseaux

## 5.2. La commande ARP

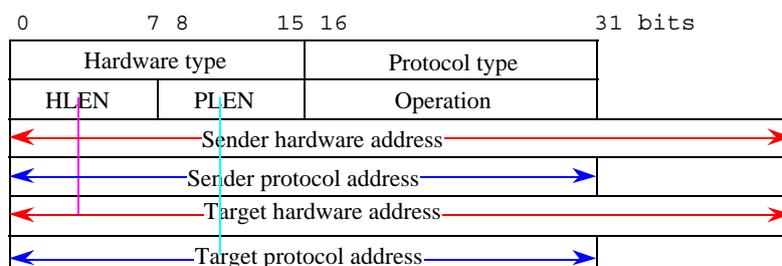
- arp <hostname> :  
 . résout l'adresse de la station passée en paramètre
  - arp -a :  
 . visualise le contenu de la table
  - arp -s <hostname> < ip-address > :  
 . ajoute une entrée dans la table d'association d'adresse
  - arp -d <hostname> :  
 . supprime une entrée de la table d'association d'adresse
- => man arp

### Exemple :

```

Net to Media Table
Device  IP Address          Mask      Flags    Phys Addr
-----
le0     terre.irisa.fr      255.255.255.255  08:00:20:89:68:67
le0     pou.irisa.fr        255.255.255.255  00:c0:4f:68:28:08
le0     131.254.251.67     255.255.255.255  00:80:c7:ff:4c:75
le0     pondichery.irisa.fr 255.255.255.255 SP  08:00:20:78:2b:b2
le0     cachot.irisa.fr     255.255.255.255  00:c0:4f:68:3f:53
le0     testgigal.irisa.fr 255.255.255.255  08:00:20:76:3e:88
le0     BASE-ADDRESS.MCAST.net 240.0.0.0      SM  01:00:5e:00:00:00
static : adresse qui n'a pas été apprise par ARP
public : adresse des requêtes auxquelles on répondra
mapping : adresse qui sera déduite par résolution directe
unresolved : adresse en cours de résolution
    
```

## 5.3. Le format des messages ARP



### Format générique :

- identification du protocole utilisé :
  - Hardware : par ex. Ethernet (physique !)
  - Protocol : par ex. Internet
- longueur des adresses :
  - HLEN : "hardware address length" en octets
  - PLEN : "protocol address length" en octets

### 5.4. Les champs des messages ARP

Hardware/ Protocol type code :

- . Ethernet = 0x001
- . Internet = 0x800

Hardware/ Protocol address length :

- . longueur des adresses en octets,
- . HLEN = 6 pour format long d'Ethernet; PLEN = 4 pour IP.

Operation code:

- . ARP request = 1
- . ARP response = 2
- . RARP request = 3
- . RARP response = 4

Nota : Lors de la réponse les contenus des champs Sender et Target sont échangés :

- . dans le message de réponse, le contenu des champs Target et Sender est l'inverse du contenu de ces champs dans le message de demande.

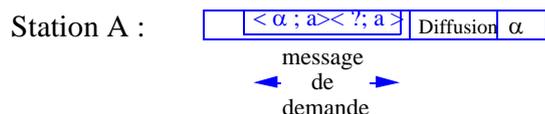
### 5.5. Gratuitous ARP

Démarrage :

Lors du lancement d'une station celle-ci peut émettre gratuitement (sans sollicitation externe) un message de demande de résolution d'adresse sur sa propre adresse :

- . elle s'assure que son adresse IP est unique.
  - si une autre station répond, il y a un problème !
- . les autres stations apprennent le couple d'adresses : <@IP, @φ>.
- . les autres stations mettent à jour leur entrée :
  - la station a changé de carte de communication donc d'@φ, mais pas d'@IP.

=> Gratuitous ARP

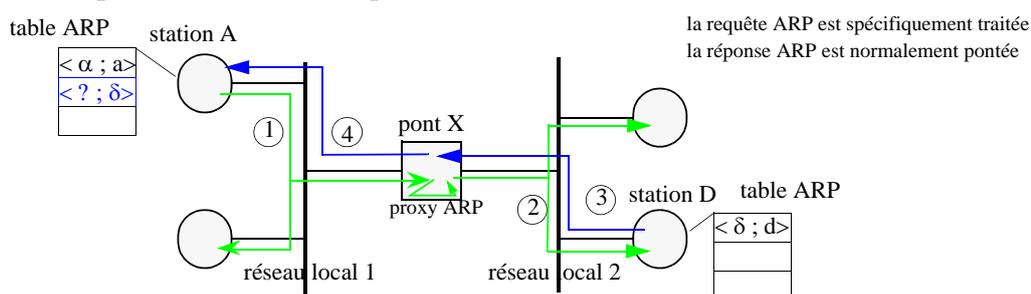


## 5.6. Proxy ARP

Que se passe-t-il lorsque les deux stations ne sont pas sur le même réseau local ?

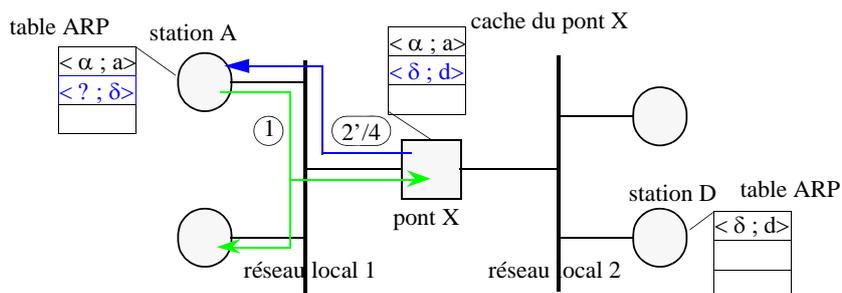
Plusieurs réseaux locaux sont interconnectés par un pont :

- les réseaux locaux interconnectés par les ponts forment un seul réseau local logique
- les trames normales sont correctement transmises par le procédé de pontage
- cependant c'est coûteux de transmettre les trames de "broadcast" par inondation
  - => les ponts par défaut ne diffusent pas les trames de broadcast
- les trames de broadcast sont analysées (par le proxy ARP),
  - . celles qui contiennent des requêtes ARP sont diffusées



- Optimisation possible si les réponses ARP sont analysées :

=> exploitation du cache d'adresses ARP du pont pour répondre directement aux requêtes ARP suivantes.



- Utilisation similaire pour optimiser le multicast (proxy IGMP) :

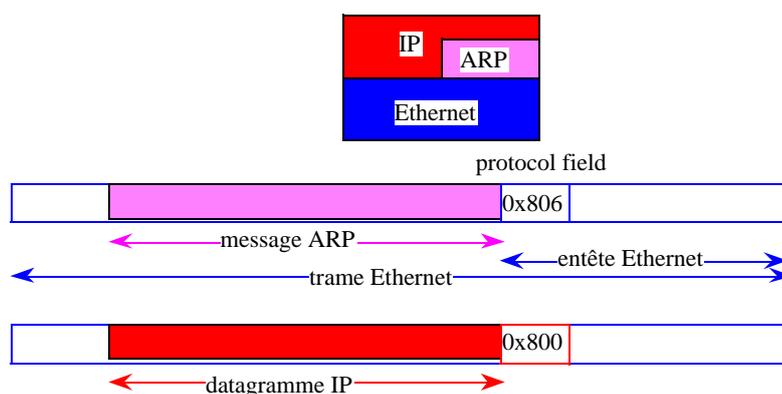
- . par défaut les paquets multicasts devraient être diffusés par le pont
- . les messages IGMP sont analysés pour permettre de ne transmettre les paquets multicast que sur les interfaces du pont qui hébergent des membres du groupe multicast du paquet.

## 5.7. ARP / IP

Les messages ARP sont **directement** placés dans les trames de la couche inférieure (dite physique ou “hardware”)

- . Par exemple, dans les trames Ethernet
- . les messages ARP n'utilisent pas les datagrammes IP !

Le protocole IP a besoin du protocole ARP pour connaître les adresses Ethernet afin de transmettre ses datagrammes dans les trames Ethernet.



## 6. RARP

### 6.1. Introduction

**Reverse Address Resolution Protocol** : RFC 903

RFC 906 (“diskless station bootstrapping”)

Fonction inverse de ARP : permet de connaître l'adresse IP d'une station à partir de son adresse  $\phi$ .

Utilisé lors de leur démarrage par :

- . les stations sans disque (Terminal X-windows)
- . les stations nomades (mobiles)

Fonctionnement :

- . Contrairement à ARP où chaque station doit répondre en son propre nom

Pour RARP :

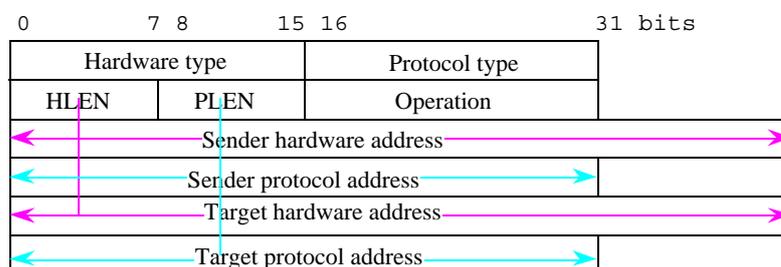
- . il faut un processus (serveur) sur au moins une des stations du réseau local : **rarpd**
- . qui connaisse (qui attribue) ces associations : `/etc/ethers`

DHCP remplace généralement RARP.

## 6.2. Les messages RARP

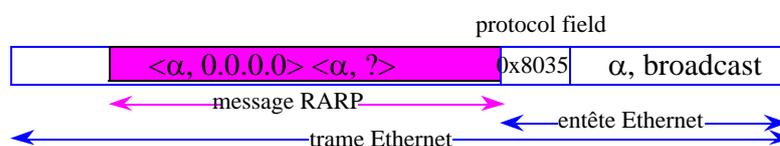
Le format des messages RARP est le même que celui de ARP :

- . RARP request (code=3)
- . RARP response (code=4).



Les messages RARP sont transportés dans des trames Ethernet :

- . le code du champ Protocol est égal à 0x8035.



## 6.3. Implémentation

Perte de messages de demande ou de réponse RARP :

- . retransmission sur temporisateur (1 s) par le demandeur.

Panne de serveur RARP :

- . présence de serveurs RARP secondaires,
- . les serveurs secondaires répondent, après un délai **aléatoire**, que s'ils n'ont pas vu passer de réponse préalable.

Sous Unix :

- . server RARP ("demon") : *rarpd*
- . fichiers : */etc/ethers*

## 7. Conclusion

### 7.1. Présentation

Le problème de résolution d'adresse est général :

- . nous l'avons traité pour IP et Ethernet : @IP => @φ
- . mais il se pose lorsque toute entité protocolaire de niveau *n* utilise un réseau de niveau *n-1* pour acheminer ses données.
- . autres exemples :
  - traduction de noms : DNS (nom => @IP)
  - IP on X25.3, IP on ATM, etc.

Solutions :

- . Résolution directe par connaissance interne : @IP multicast => @φ
  - rapide mais statique ou risque d'incohérence, lourd à gérer
- . Résolution par processus de recherche : ARP
  - dynamique, automatique mais réduit à un sous-réseau IP
  - amélioration des performances => cache (table d'association)
  - la cache est parfois infidèle
- . Résolution inverse : RARP (@φ => @IP)

### 7.2. Exemple d'utilisation

