Le protocole IP

Slide 1

☞ Fondamental pour Internet

☞ A approfondir en consultant les nombreurses références bibliographiques

Le niveau 3

Slide 2

En plus du **protocole IP**, il y a **trois autres protocoles au niveau 3**.

- Implantation du **protocole IP**.
- Ce protocole offre les **fonctions de routage**,
- rend possible l'**interconnexion entre deux machines situées n'importe où sur le réseau**,
- gère la **fragmentation des données**, et de façon rudimentaire, le **contrôle de flux**.

Il y a trois autres protocoles dans la couche 3 : **ARP, RARP, ICMP**

Slide 3

- Le protocole **ARP** (Adress Resolution Protocol) permet de faire la correspondance entre les adresses logiques (Internet) et les adresses physiques (MAC). Il masque les adresses nécessaires à l'acheminement des trames sur le support physique.
- Le protocole **RARP** (Reverse Address Resolution Protocol) permet d'établir la correspondance entre une adresses physique et une adresse logique.
  Ce protocole est utile quand une station sans disque veut connaitre au démarrage son adresse IP à partir de son adresse MAC (lue sur la mémoire).
- **ICMP** (Internet Message Protocol). Ce n'est pas à proprement parler un protocole de niveau 3, puisqu'il utilise l'encapsulation IP. Il sert à la **gestion du protocole IP**. Il permet par exemple de collecter les erreurs qui surviennent lors de l'émission des messages (réseau occupé, tables mal configurées, échéances temporelles non respectées, $\cdots$)

Slide 4

Le protocole IP : Adressage IP (V4)

L'adressage est un des points les plus importants dans le réseau Internet.

On doit pouvoir **désigner de n'importe ou, une machine et pouvoir s'y connecter**.

Les **algorithmes de routage utilisent cette adresse logique unique**.

Une **adresse Internet** (ou **adresse IP**) est notée sur *quatre octets avec leurs valeurs décimales*, séparée par des points.

Elle est composée de deux parties,
- l'**adresse du réseau** et
- l'**adresse de la station (ou machine)** sur le réseau.

Les adresses de réseaux sont attribuées par l'**IANA.**

Slide 5

Le protocole IP : adressage

On distingue 5 classes d'adresses : **A, B, C, D, E**.

– Les adresses de **classe A** permettent d'avoir 126 réseaux au niveau mondial. (7 bits pour coder les adresses de réseaux). Chaque réseau peut contenir 16 millions de machines (24 bits).
– Les adresses de **classe B** utilisent 14 bits des 2 premier octets pour coder l'adresse du réseau ; plus de 16OOO réseaux ; plus de 65000 stations par réseau.
– **classe C**. Adresse réseau codé sur 21 bits. (2 millions de réseaux). Adresse de station codée sur 8 bits. 254 machines par réseaux.
– Les adresses de la classe **D** sont réservées pour le **multicast** (communication de groupe).
– La classe **classe E** est réservée.

Slide 6

Adressage IP

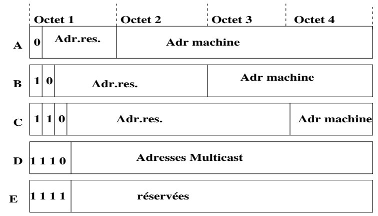

FIG. 1 – Les 5 classes d'adresse IP

Slide 7

Adressage IP : particularités

Certaines valeurs des octets ont une **signification particulière :**

– `0` : adresse des machines ignorant leur numéro de réseau.
– `127` : auto-adressage (**loopback**).
– `255` : adresse de diffusion (**broadcast**).

Les octets désigant les machines peuvent prendre toutes les valeurs **sauf 0 et 255**.

Slide 8

– `255.255.255.255` : un datagramme portant cette adresse est envoyé vers **toutes les machines du réseau mais n'est pas réémis vers les autres réseaux**.
– `adreseau.255` ou `adreseau.sousreseau.FF` : permet de diffuser un datagramme **vers toutes les machines du réseau ou du sous-réseau.**
– `127.???.???.???` : **boucle locale**. Cette adresse ne peut pas être une adresse de station. Tout paquet émis à cette adresse **revient à l'émetteur sans qu'il soit émis sur le réseau.**

Adressage IP : masque de réseau

La **partie adresse station** d'une adresse IP peut être gérée localement en la découpant en deux **sous-parties (sous-réseau et machine).**

Slide 9

Pur ce faire on utilise le **masque de sous-réseau.**

Un maque de **sous-réseau** ou **netmask** a la même taille qu'une adresse IP.

Chaque bit du masque de sous-réseau positionné à **1 indique** que la position correspondante de l'adresse IP doit être interpretée comme **partie de l'adresse réseau.**

Chaque bit du masque positionné à **0** indique que la position correspondante doit être interprétée comme **partie de l'adresse machine**.

Les valeurs usuelles de masque sont de la forme `255.X.Y.0` pour la classe A.

`255.255.Y.0` pour la classe B. X et Y ne sont pas quelconques.

Slide 10

Pour la classe B on utilise les valeurs suivantes :

0	0000 0000	240	1111 0000
128	1000 0000	248	1111 1000
192	1100 0000	252	1111 1100
224	1110 0000	254	1111 1110
		255	1111 1111

Dans la classe **C**, la seule possibilité est d'utiliser les bits du dernier octet comme faisant partie de l'adresse de sous-réseau.

L'adresse de machine ne comporte que 8 bits (pour sous-réseaux et machines) Les possibiltés sont donc limitées.

Exemple

Slide 11

Le masque `255.255.255.240` peremt de distinguer 14 (4 bits) sous-réseaux et 14 machines (4 bits).

Exemple

Soit l'adresse IP `192.44.77.79` avec le netmask `255.255.255.192` :

On identifie alors le **sous-réseau 192.44.77.64 et la machine nř 15**.

Adressage IP (suite)

Le **routage avec sous-réseaux (subnet routing)** autorise l'existence des sous-réseaux reliés par des routeurs à l'intérieur d'un réseau d'adresse IP donnée.

Slide 12

Un réseau d'adresse IP 98 peut être **constitué de plusieurs sous-réseaux définis à l'aide du masque de sous-réseaux et reliés entre eux par des routeurs.**

Les règles suivantes doivent être respectées :

- le **masque de sous-réseau doit être identique** pour tous les sous-réseaux dérivés d'un même numéro de réseau
- les **sous-réseaux doivent être physiquement séparés entre eux par des routeurs**.

Plan d'adressage

Slide 13

Un site qui souhaite **mettre en place un réseau IP** dont l'usage est limité à celui du site (entreprise, ...) n'a pas l'obligation d'utiliser une adresse IP officielle.

Dans ce cas on peut choisir une adresse IP quelconque dans l'une des classes A, B, C.

Lorsque ultérieuement le site va être interconnecté au réseau Internet, deux choix sont possibles :

- demander une adresse officielle et renuméroter l'ensemble de machines du réseau su site,
- demander une adresse officielle pour numéroter une seule machine qui sera utilisée comme machine **coupe-feu (firewall)**.

Slide 14

Toutes les communications vers l'extérieur seront effectuées en passant obligatoirement par cette machine par un routage au niveau applicatif.

Format des datagrammes IP

Slide 15

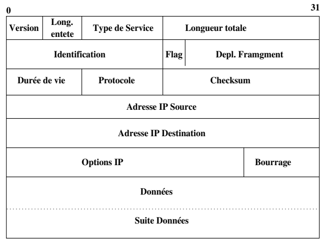

FIG. 2 – Le datagramme IP

Routage des datagrammes IP

Slide 16

Le routage est fait au niveau des routeurs ou des passerelles.

Une passerelle peut avoir **deux ou plusieurs adresses réseaux (multidomiciliée).**

On parle de **routage direct** quand deux machines impliquées dans un échange sont sur le **même réseau physique.**

On parle de **routage indirect** losque la destination n'est pas directement liée au réseau physique, les données doivent **transiter par au moins une passerelle.**

Les algorithmes de routages usuels utilsent des *tables de routages* (IP routing table) située sur chaque machine et passerelle. La table indique la façon d'atteindre les différentes destinations possibles.

Slide 17

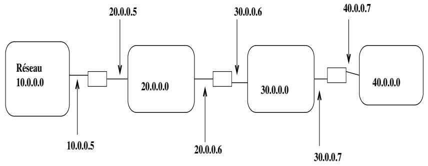

FIG. 3 – Interconnexion de réseaux, 4 paserelles, D. Comer

20.0.0.0	remise directe
30.0.0.0	remise directe
10.0.0.0	20.0.0.5
40.0.0.0	30.0.0.7

Slide 18

Route par défaut

Notion de la passerelle par défaut (default gateway). Les procédures de routage envoient le datagramme à la passerelle par défaut lorsqu'aucune information de routage n'est trouvée.

Slide 19

```
Route_datagramme_IP(datagramme, table_de_routage)
debut

  Extraire l'adresse IP destination, I_d, du datagramme

  Calculer l'adresse du réseau destination, I_n

  Si I_n correspond à une adresse de réseau directement acessible
  Alors
     envoyer le datagramme vers sa destination, sur ce réseau
     (on associe l'adresse i_n à une adresse physique,
         on encapsule le datagramme, on emet la trame)
```

Slide 20

```
Sinon Si I_d est une route de machine à machine
      Alors
        Router le datagramme conformémént aux indications de la table
      Sinon
        Si I_n apparait dans la table de routage
        ALors
           Router le datagramme selon les indications de la table
        Sinon
           Si il existe une route par défaut
           Alors
               Router le datagramme vers la passerelle par défaut
           Sinon
               Déclarer une erreur de routage
           Finsi
         Finsi
      Finsi
   Finsi
fin
```

Slide 21

Mise en œuvre du routage

- Routage statique
  - Routage direct : **ifconfig**
    Deux interfaces, une sur un réseau, une sur un autre réseau
  - Routage indirect : **route**
    `#route -n add net.adrip psrl.adrip 1`
    ajoute le réseau net.adrip via la paserelle psrl.adrip
- Routage dynamique
  Il se fait via des protocoles (tel que RIP avec le démon *routed*)

Slide 22

Fonctionnement des services réseaux : TCP/IP

Inetd

C'est le principal démon pour les services réseaux.

Il est constamment à l'écoute des demandes de services réseaux (`/etc/services`).

Il fait traiter la demande par le service approprié. Le fichier `/etc/inetd.conf` est utilisé à cet effet.

Slide 23

Protocole ICMP

(à étudier)