Livres disponibles à la bibliothèque (RDC)

- Réseaux, 3ème édition, A.TANENBAUM, 1997.
- TCP/IP : Architecture, protocoles et applications, 3ème édition, D.COMER, 1998
- TCP/IP : Administration de réseaux, 2ème édition, C.Hung, 1998.
- La communication sous UNIX, 2ème édition, J.M.RIFFLET, 1995.

Architecture TCP/IP

Transmission Control Protocol

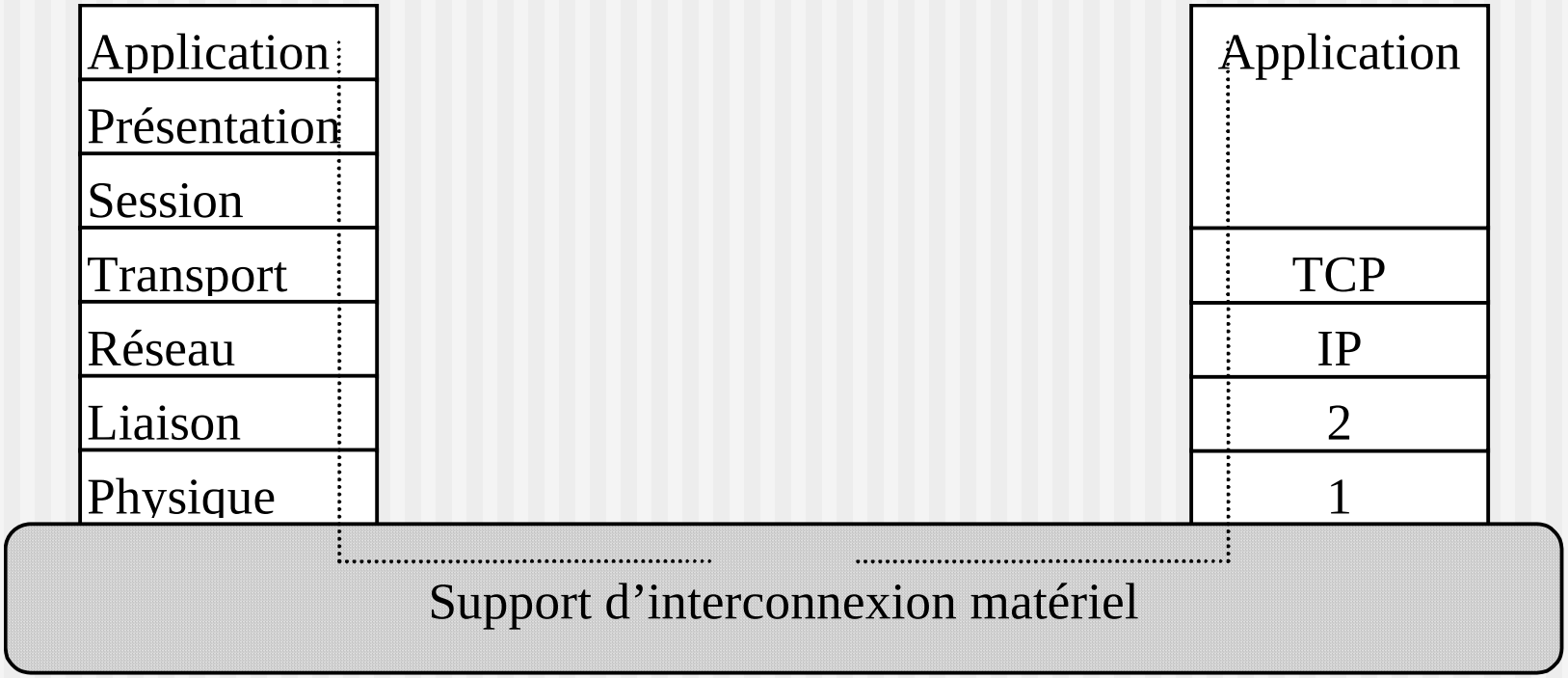
/

Interconnection Protocol

Protocoles TCP/IP

- Historique
  - 1972: spécifications de TCP/IP.
  - 1980: TCP/IP fait partie d'UNIX BSD 4.1.
- Internet/Intranet
- Couches 3 et 4 du modèle OSI
  - TCP : couche Transport
  - IP : couche Réseau

Modèles en couche



Les protocoles TCP et IP

- Protocole IP
  - protocole réseau
  - remise non fiable
  - mode non connecté
- protocole TCP
  - protocole de transfert fiable en mode connecté
  - utile car IP est un protocole de remise non fiable
  - du style de la couche transport ISO classe 4

IP : Interconnection Protocol

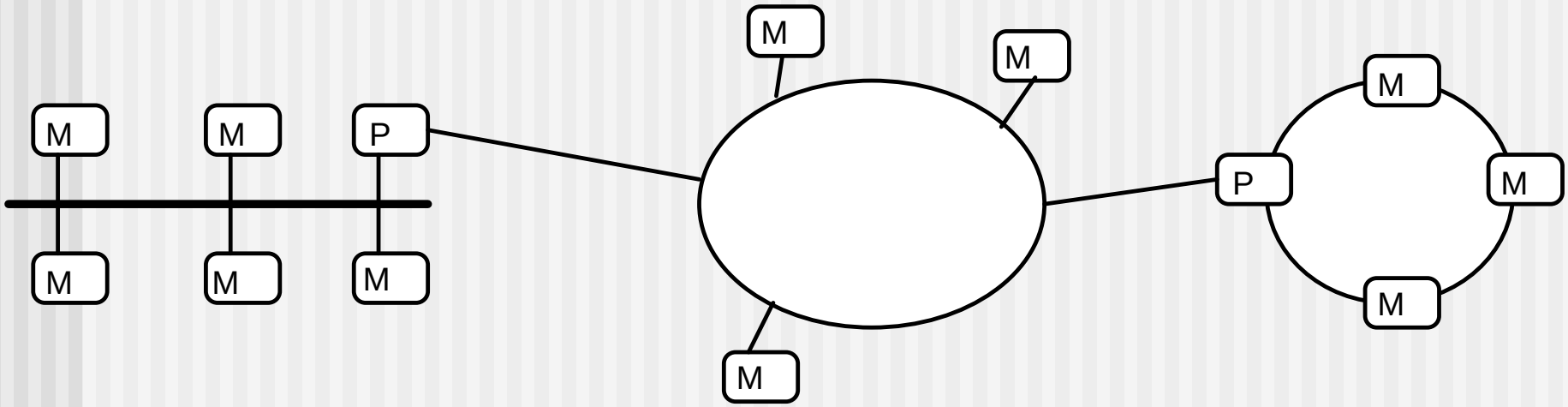
Adressage IP

- Adressage sur 4 octets (147.210.94.1)
- Classes de réseau
  - A: 0.0.0.0 → 127.255.255.255 (grand)
    - [**0** Id. Réseau (7bits) Id. Machine (24bits)]
  - B: 128.0.0.0 → 191.255.255.255 (moyen)
    - [**1 0** Id. Réseau (14bits) Id. Machine (16bits)]
  - C: 192.0.0.0 → 223.255.255.255 (petit)
    - [**1 1 0** Id. Réseau (21bits) Id. Machine (8bits)]
- Adresses particulières
  - 224.0.0.0→239.255.255.255 (diffusion)
  - 240.0.0.0→255.255.255.255 (divers)

Adressage IP (suite)

- Dans chaque classe, une poignée d'adresses sont **privées** :
  - 10.0.0.1 à 10.255.255.254
  - 172.16.0.1 à 172.31.255.254
  - 192.168.0.1 à 192.168.255.254

Schéma d'une interconnexion



Réseau de type ETHERNET

Réseau de type X25

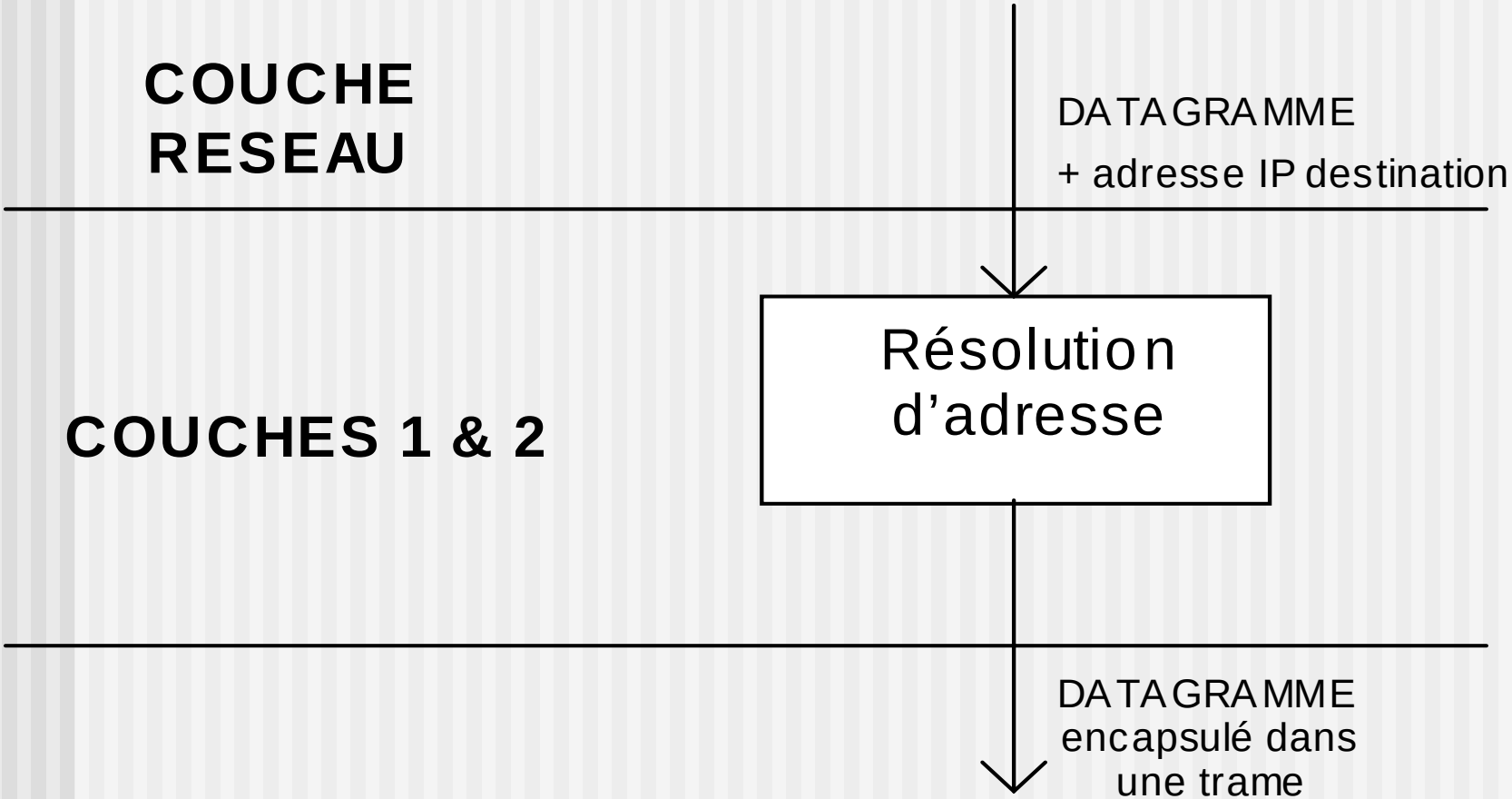
Réseau de type

Anneau à jeton

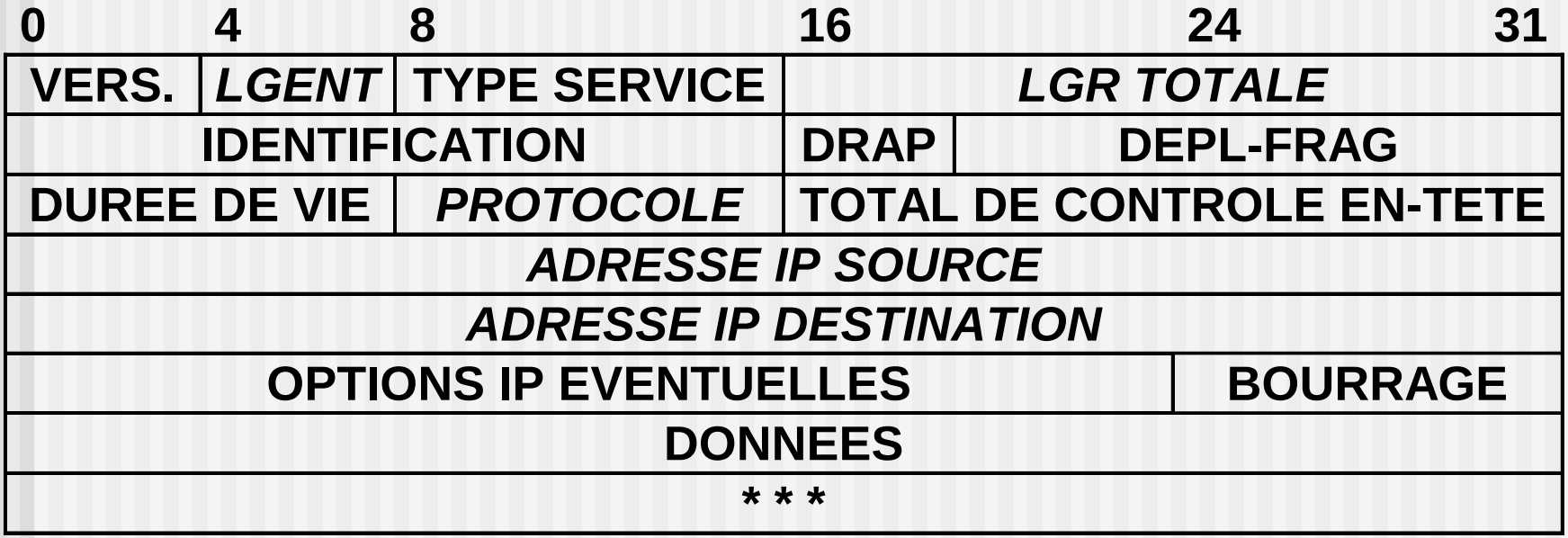
Résolution d'adresse

- Chaque machine a :
  - adresse physique dans son réseau
  - adresse IP au niveau interconnexion
- correspondance entre les 2 adresses
  - directe
  - protocole ARP (Address Resolution Protocol)
    - table de correspondance

Résolution d'adresse



Protocole IP
Datagramme IP



Datagramme IP

- VERS
  - numéro de version du protocole utilisé (4)
- LGENT
  - longueur de l'entête du datagramme
- TYPE SERVICE
  - définit comment le datagramme doit être acheminé
    - priorité (0 à 7)
    - priorité au délai
    - priorité au débit
    - priorité à la fiabilité
- LGR
  - longueur total

Datagramme IP

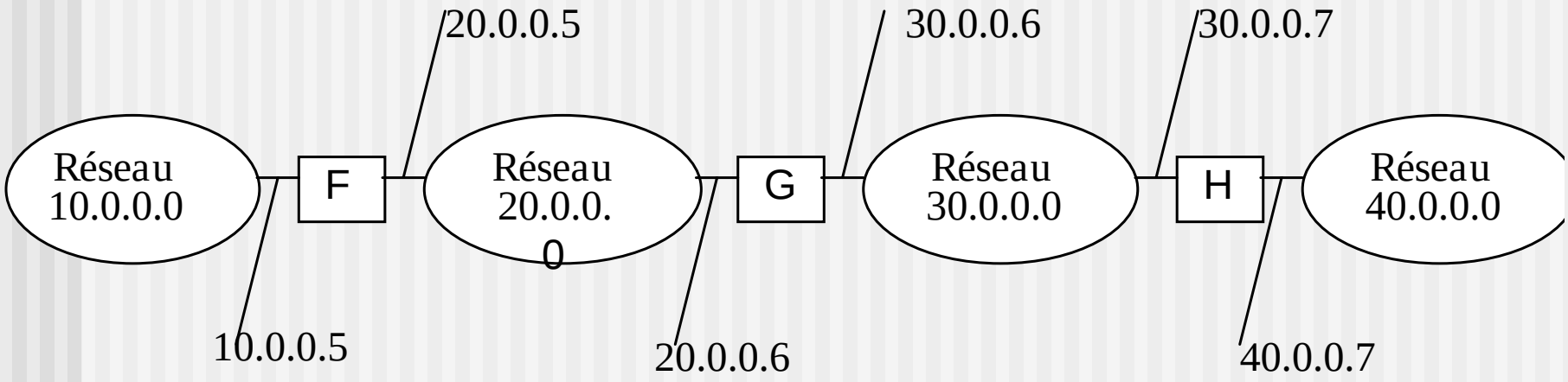
- IDENTIFICATION, DRAP, DEPL-FRAG
  - contrôle la fragmentation
  - IDENTIFICATION permet de connaître le datagramme auquel appartient le fragment.
  - DEPL-FRAG donne la position du fragment courant dans le datagramme initial en multiples de 8 octets.
  - DRAP indique si le fragment est le dernier du datagramme.
- DUREE DE VIE
  - décrémenté à chaque traversée, détruit si égal à 0.
- PROTOCOLE
  - protocole de la couche supérieure qui a créé le datagramme,

Numéros de protocole

- $ more /etc/protocols

```
# The form for each entry is:                                    #
<official protocol name><protocol number><aliases>               #
Internet (IP) protocols
icmp    1       ICMP      # internet control message protocol
tcp     6       TCP       # transmission control protocol
udp     17      UDP       # user datagram protocol
```

Routage des datagrammes IP



pour atteindre les machines situées sur le réseau	router vers cette adresse
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

TABLE DE ROUTAGE DE G

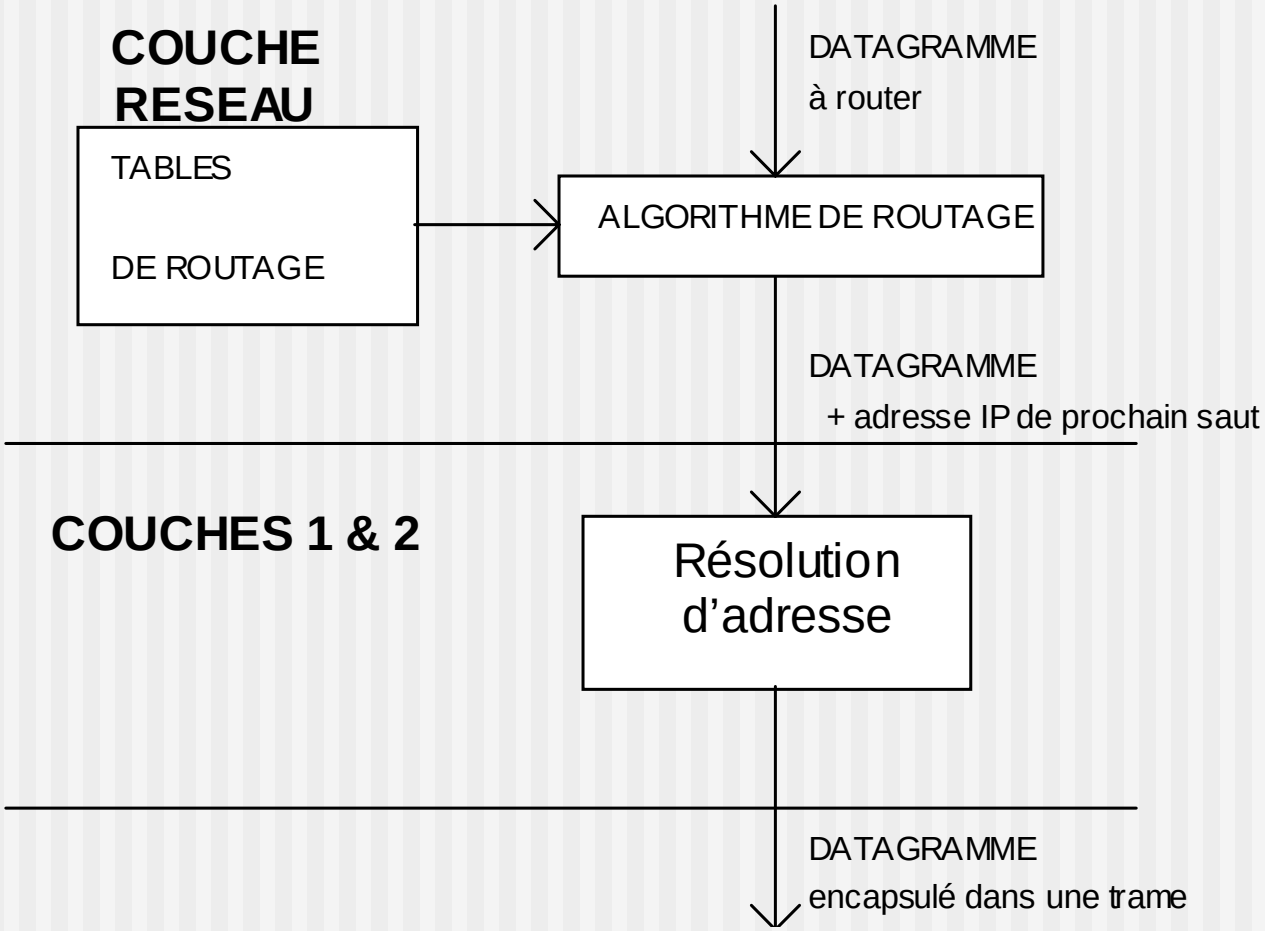
Routage des datagrammes IP

- entre 2 machines du même réseau
  - remise directe
- entre 2 machines de réseaux différents
  - utilisation de passerelles
    - chaque passerelle a deux connexions (donc 2 adresse IP)
    - chaque passerelle constitue une table de routage
    - éventuellement une route par défaut

Routage des datagrammes IP

- l'adresse IP de la prochaine passerelle
  - n'est pas conservée dans le datagramme
  - est traduite en adresse physique

Routage des datagrammes IP



ICMP (Internet Control Message Protocol)

- RFC 792
- Niveau 3
  - Partie intégrante du logiciel IP
  - mais 2 niveaux d'encapsulation
    - Message ICMP encapsulé dans datagramme
    - champ protocol:1
- Format
  - Type/code/information

Protocole ICMP

- Même niveau que IP
- Pour avertir l'émetteur d'un datagramme d'éventuels problèmes
  - demande d'écho (message d'écho)
  - détection de destination inaccessible
  - demande de limitation de débit (une passerelle est proche de la congestion)
  - demande de modification de route (une passerelle sait qu'il existe une meilleure route)

IP:Echange d'informations de supervision

- Situation d'erreurs niveau 3
  - Congestion
  - Destinataires non accessibles
  - ...
- Echange de messages d'erreur ou de supervision
  - Compte-rendu (et non correction !)
  - Restreint à l'expéditeur (pas possible de faire autrement...)
  - Coopération des administrateurs
- Mécanisme de demande/réponse en écho

Exemples de types/codes des messages ICMP

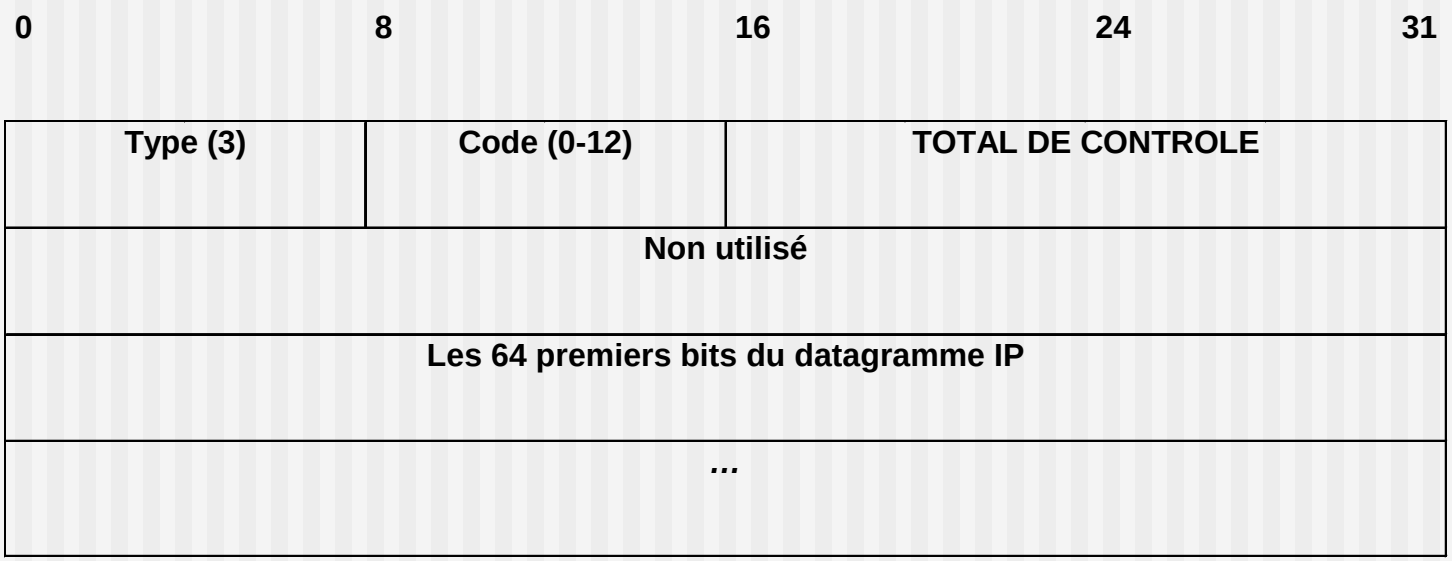
- 0: réponde à une demande d'écho
- 3: destination inaccessible,
  - Code 0: réseau inaccessible
- 4: demande de limitation de débit (une passerelle est proche de la congestion),
- 5: demande de modification de route (une passerelle sait qu'il existe une meilleure route),
- 8: demande d'écho (utile pour la mise au point et exploité par la commande ping),
- 11:durée de vie expirée.

ICMP:Messages d'écho

0	8	16	24	31
Type (0 ou 8)	**Code (0)**	**TOTAL DE CONTROLE**		
Identificateur		**Numéro de séquence**		
Données optionnelles				
...				

- Demande d'écho: envoyée par un routeur ou ordinateur
- Réponse: envoyée par toute machine destinataire d'une demande d'écho
- La réponse contient une copie des données envoyées dans la demande
- Permet un test d'accessibilité et d'état

ICMP:Compte-rendu de destination inaccessible



0:réseau inaccessible

1:ordinateur inaccessible

2:protocole inaccessible

…

Commande ping

- permet de tester l'accessibilité d'une machine
  - envoi d'un datagramme ICMP ECHO_REQUEST à la machine à tester
  - la machine à tester doit répondre par un ICMP ECHO_RESPONSE

Exemple d'exécution de ping

```
tuba> /bin/ping helicon
PING helicon.info.prive (172.16.94.22): 56 data bytes
64 bytes from 172.16.94.22: icmp_seq=0 ttl=255 time=0.4 ms
64 bytes from 172.16.94.22: icmp_seq=1 ttl=255 time=0.1 ms
64 bytes from 172.16.94.22: icmp_seq=2 ttl=255 time=0.1 ms
64 bytes from 172.16.94.22: icmp_seq=3 ttl=255 time=0.1 ms
64 bytes from 172.16.94.22: icmp_seq=4 ttl=255 time=0.1 ms
64 bytes from 172.16.94.22: icmp_seq=5 ttl=255 time=0.1 ms

--- helicon.info.prive ping statistics ---
6 packets transmitted, 6 packets received, 0% packet loss
round-trip min/avg/max = 0.1/0.1/0.4 ms
```

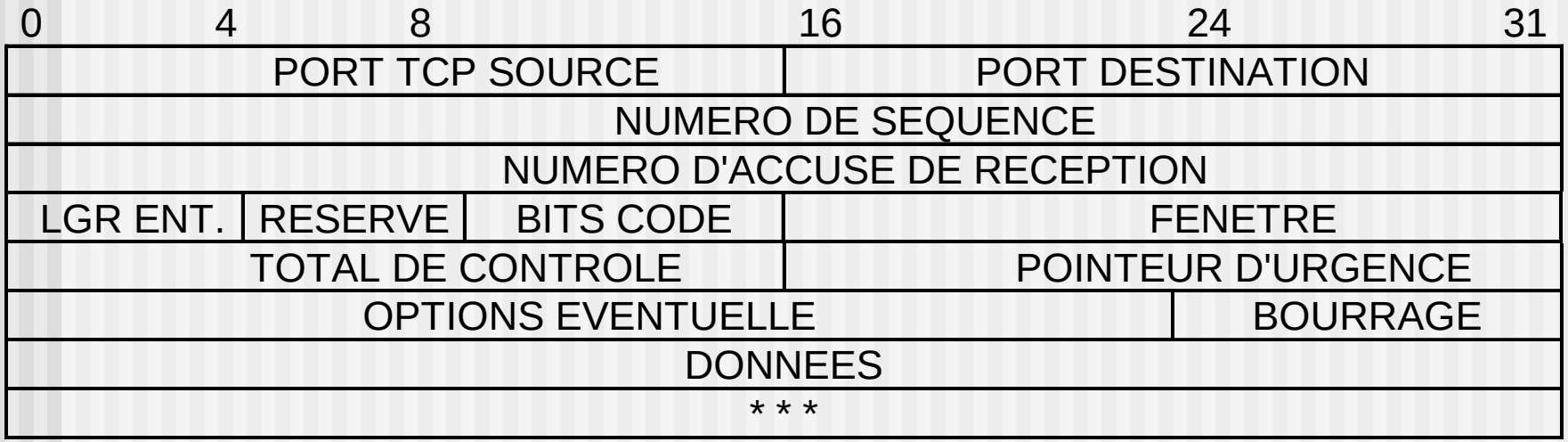
TCP:Transmission Control Protocol

Protocole de contrôle de transmission

Protocole TCP

- Principes
  - message est un flot de octets (UNIX !)
    - Connexion non structurée : les applications connaissent la ‘structure’ du flot.
    - Numéros de séquence
  - mode bidirectionnel simultané (technique dite de *superposition* : piggybacking)
  - mécanisme d'anticipation (fenêtre glissante):mise en œuvre complexe.
    - taille de la fenêtre d'émission variable (contrôle de flux)
    - on acquitte sur le dernier octet d'une "séquence sans trou"
    - retransmission si temporisateur expire
  - port et circuit virtuel
    - Numéros réservés : 20/ftp-data, 21/ftp, 23/telnet…
  - ouverture passive/active
  - segment et taille maximale de segment
  - gestion de la congestion
  - Pour en savoir plus : rfc793, rfc1122…

Segment TCP


0
4
8
16
24
31
PORT TCP SOURCE
PORT DESTINATION
NUMERO DE SEQUENCE
NUMERO D'ACCUSE DE RECEPTION
LGR ENT.
RESERVE
BITS CODE
FENETRE
TOTAL DE CONTROLE
POINTEUR D'URGENCE
OPTIONS EVENTUELLE
BOURRAGE
DONNEES
* * *

Segment TCP

- PORT SOURCE, PORT DESTINATION
  - indiquent les numéros de port qui identifient les programmes d'application aux deux extrémités.
- NUMERO D'ACCUSE DE RECEPTION
  - indique le numéro du prochain octet attendu par le récepteur.
- NUMERO DE SEQUENCE
  - est celui du premier octet du segment.
- LGR ENT.
  - contient la longueur de l'en-tête en multiple de 32 bits.
- FENETRE
  - permet d'interagir sur la taille de la fenêtre émission de l'autre extrémité.

Segment TCP

- champ BITS CODE
  - permet de préciser la ou les fonctions du segment:
    - URG: Le pointeur de données urgentes est valide
    - ACK: Le champ accusé de réception est valide
    - RST: Réinitialise la connexion
    - SYN: Synchronise le numéro de séquence
    - FIN: L'émetteur a atteint la fin de son flot de données
    - PSH: oblige TCP-émetteur à envoyer toutes les données même si le tampon n'est pas plein et TCP-récepteur à donner immédiatement les données à l'application
  - exemple:
    - lors de la connexion (bit SYN), les extrémités déterminent les numéros de séquence initiaux

Segment TCP

- POINTEUR D'URGENCE
  - permet de repérer dans le flot de données la position de données urgentes (qui doivent "doubler" les autres données) lorsque le bit URG est positionné.
- OPTION
  - permet entre autres la négociation de la taille de segment à la connexion.

Protocole UDP
User Datagram Protocol

- Principes
  - un service de remise non fiable, mode sans connexion.
    - les messages UDP peuvent être perdus, déséquencés ou retardés.
  - mécanisme de "ports" identique à TCP.

Datagramme UDP

0	8	16	24	31

Port Source	Port Destination
Longueur totale	Total de control
Données	

Protocole Application NNTP

- **Documentation**

Network News Transfert Protocol, RFC 977 (Request For Comments)

- **But**

Protocole TCP pour l'envoi et la réception des nouvelles, et pour la diffusion des nouvelles entre serveurs NNTP.

- **Principes**

Dialogue client-serveur sur port réservé NNTP (119). Chaque requête du client a pour réponse une ligne commençant par un code numérique à 3 chiffres:

2xx OK

3xx Informations suivent

5xx Pas OK

- **Connexion au serveur**

Réponse du serveur:

```
200 Service NNTP Microsoft® Internet Services 5.5
  Version: 5.5.1775.8 Posting Allowed
```

Protocole Application NNTP

- **Voir les groupes**

```
LIST
215 list of newsgroups follow
recreation.cuisine 0 1 y
recreation.soiree 0 1 y
sport 0 1 y
sport.bodybuilding 0 1 y
test 10 1 y
.
NEWGROUPS 001205 000000
231 New newsgroups follow.
recreation.cuisine 0 1 y
sport 0 1 y
sport.bodybuilding 0 1 y
sport.foot 0 1 y
.
```

Protocole Application NNTP

- **Voir la liste des nouvelles d'un groupe**

```
GROUP sport.foot
211 0 1 0 sport.foot
GROUP test
211 10 1 10 test
NEWNEWS test 001205 000000
230 list of new articles by message-id follows.
<Pd7KWs1XAHA.258@libreville>
<e91S3l1XAHA.258@libreville>
<NWuSSk1XAHA.258@libreville>
<sn2vMd1XAHA.258@libreville>
<LIRsMd1XAHA.258@libreville>
<6AHoMd1XAHA.258@libreville>
<p1VjMd1XAHA.258@libreville>
<4GYaMd1XAHA.258@libreville>
<n$NWMd1XAHA.258@libreville>
<2U3NMd1XAHA.258@libreville>
.
```

Protocole Application NNTP

- **lire une nouvelle**

```
group informat.ethernet
211 2 1 2 informat.ethernet
article 1
220 1 <hgC8#G2XAHA.258@libreville>
From: "admin" <admin@ist>
Subject: Peut-on connecter 2 pc directement en 10BaseT
Date: Wed, 6 Dec 2000 09:51:38 +0100
Lines: 4
X-Newsreader: Microsoft Outlook Express 4.72.3110.5
Message-ID: <hgC8#G2XAHA.258@libreville>
Newsgroups: informat.ethernet
Path: libreville
Xref: libreville informat.ethernet:1
NNTP-Posting-Host: LIBREVILLE 172.16.94.1
j'aimerais savoir s'il est possible de connecter 2 pc
  directement avec du 10BaseT, ce qui me permettrait
  d'éviter l'achat d'un hub. Merci pour toute forme de
  collaboration.
.
```

Protocole Application NNTP

- **lire une nouvelle (suite)**
  article 3
  423 no such article number in group

  article <hgC8#G2XAHA.258@libreville>
  …
- **poster une nouvelle**
  POST
  …
- **Fin prématurée**
  503 connection timed out
- **S’en aller**
  QUIT