Internet - couche transport

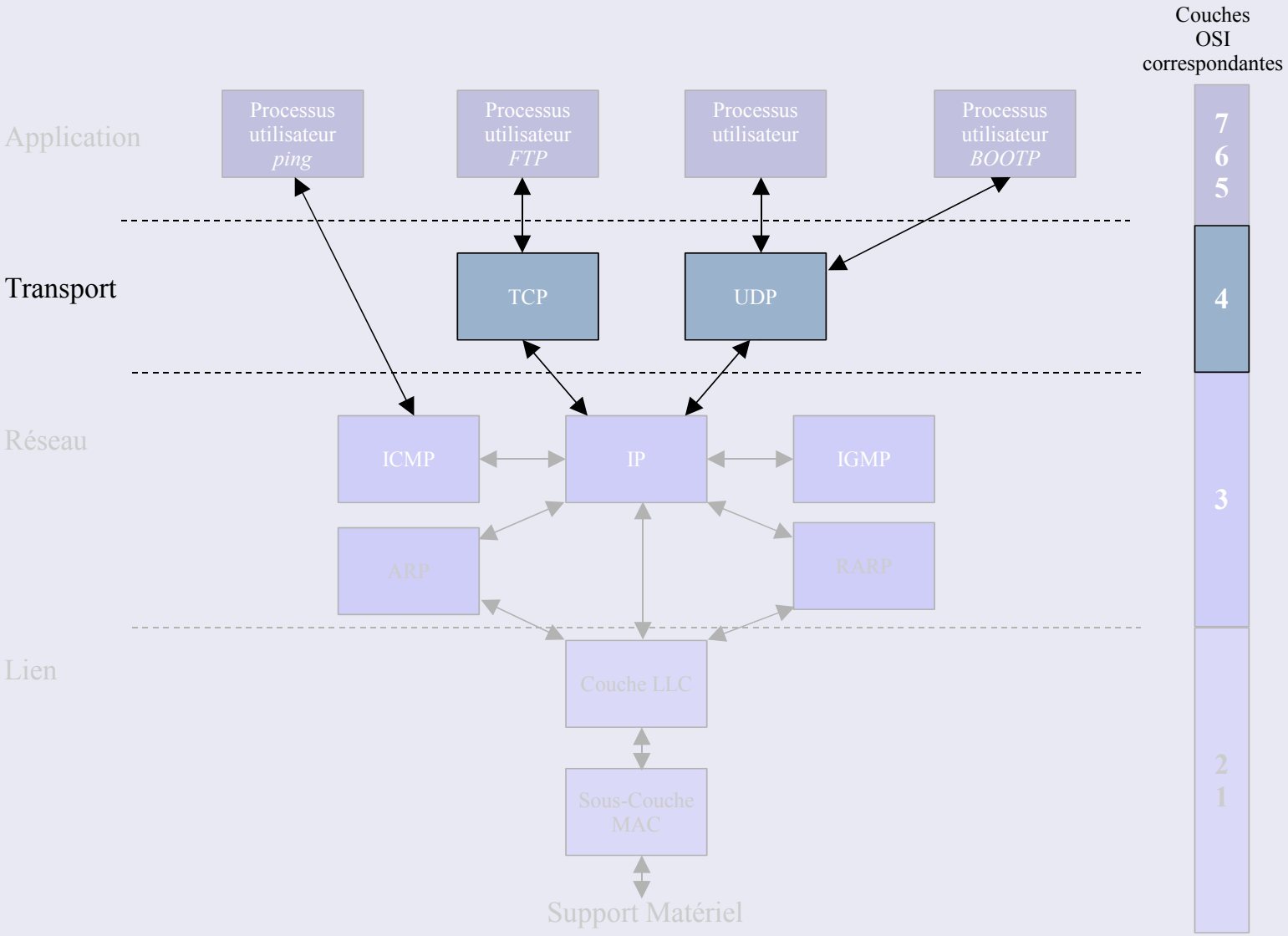
Géraldine Del Mondo

Basé sur le cours de M. Nicolas Delestre - Dpt ASI

Plan...

Architecture des Systèmes d'Information

Rappels. . .


Couches
OSI
correspondantes
Application
Transport
Réseau
Lien
Processus utilisateur ping
Processus utilisateur FTP
Processus utilisateur
Processus utilisateur BOOTP
TCP
UDP
ICMP
IP
IGMP
ARP
RARP
Couche LLC
Sous-Couche MAC
Support Matériel
7
6
5
4
3
2
1

Client, Serveur...

Client

- Application qui prend l'initiative du lancement de la communication

Serveur

- Application qui attend la communication
- Il peut y avoir plusieurs serveurs sur une machine :
  - Utilisation de démons internet (sous UNIX *inetd*, *xinetd*)

Concept de ports...

Lorsqu'une application cliente veut communiquer avec une application serveur il faut qu'elle identifie cette dernière sur l'hôte serveur : c'est le concept de **port**

- numéro compris entre 1 et 65535
- port $< 1024 =$ port système (il faut être root pour lancer des applications serveurs qui utilisent ces ports)
- une application peut utiliser plusieurs ports (par exemple ftp)

Sous UNIX

`/etc/services`

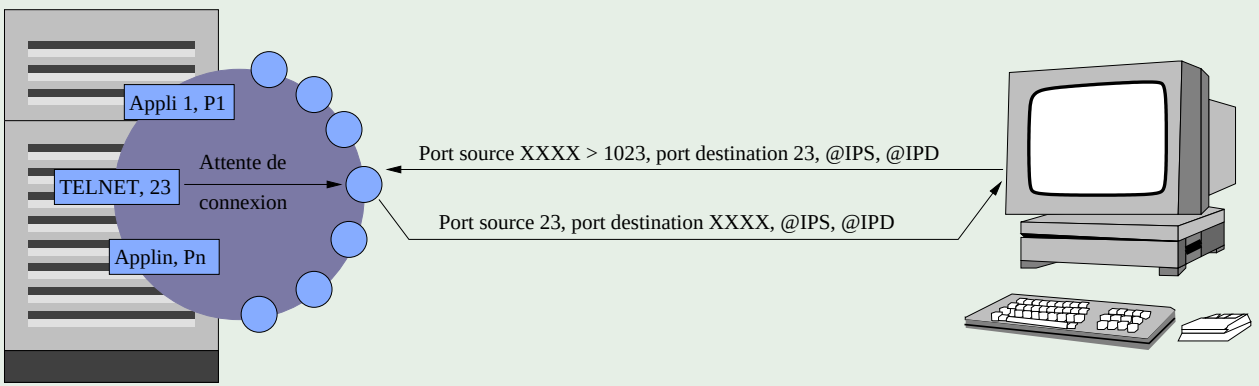
Quelques ports...

extrait de /etc/services

```
...

echo 7/tcp
echo 7/udp
discard 9/tcp sink null
discard 9/udp sink null
systat 11/tcp users
daytime 13/tcp
daytime 13/udp
netstat 15/tcp
qotd 17/tcp quote
msp 18/tcp # message send protocol
msp 18/udp
chargen 19/tcp ttytst source
chargen 19/udp ttytst source
ftp-data 20/tcp
ftp 21/tcp
fsp 21/udp fspd
ssh 22/tcp # SSH Remote Login Protocol
ssh 22/udp
telnet 23/tcp
smtp 25/tcp mail
time 37/tcp timserver
time 37/udp timserver

...
```

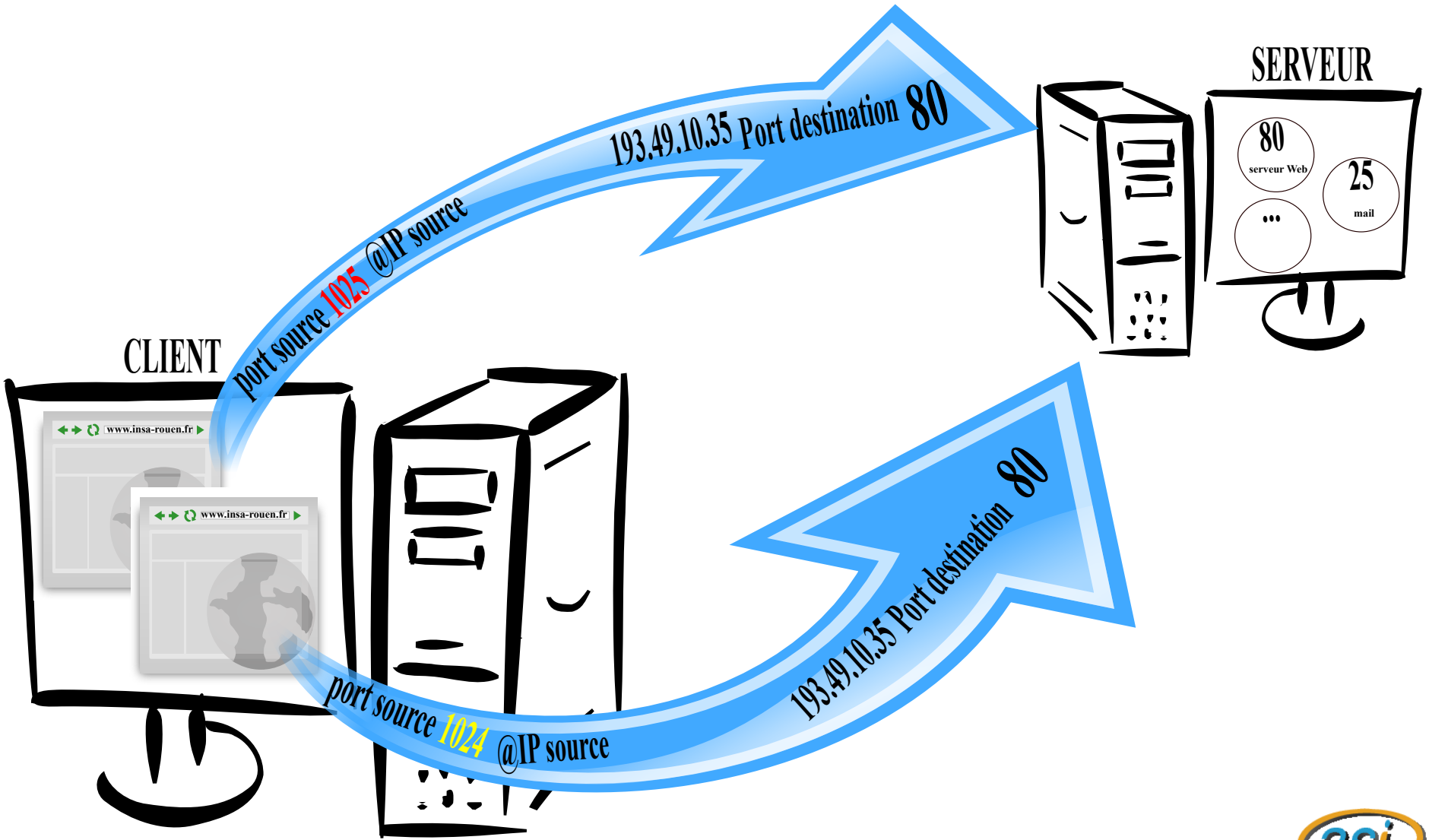
Port source...

- En réponse à sa requête, le serveur doit répondre sur l'un des ports du client
- Ce port est dit dynamique ou éphémère



Cf. Réseaux et Télécoms, Servin, p266

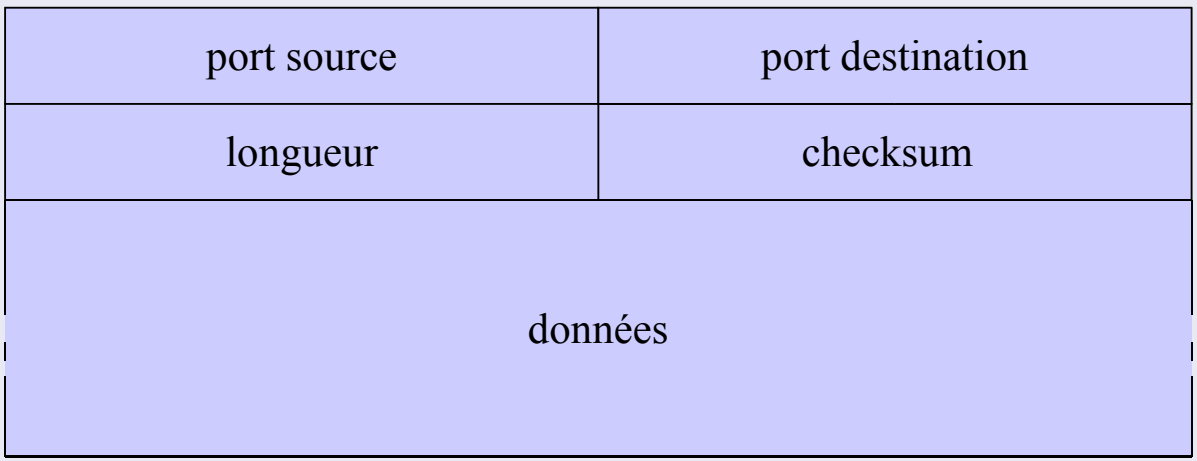
Exemple Port source



UDP...

- Protocole de communication orientée **sans connexion**
  - Peut être considéré comme de l'IP avec le concept de port
- Donc communication non fiable mais rapide
  - Application temps réel (flux vidéo, audio)
  - Service non sécurisé (DNS, SNMP, etc.)

Segment UDP



UDP...

Calcul du checksum

- Porte sur l'en-tête, les données et une pseudo en-tête (non envoyée)
  - *viole le principe de hiérarchie des protocoles*

Pseudo entête UDP

Adresse source		
Adresse destination		
0	Protocole = 17	Longueur segment UDP

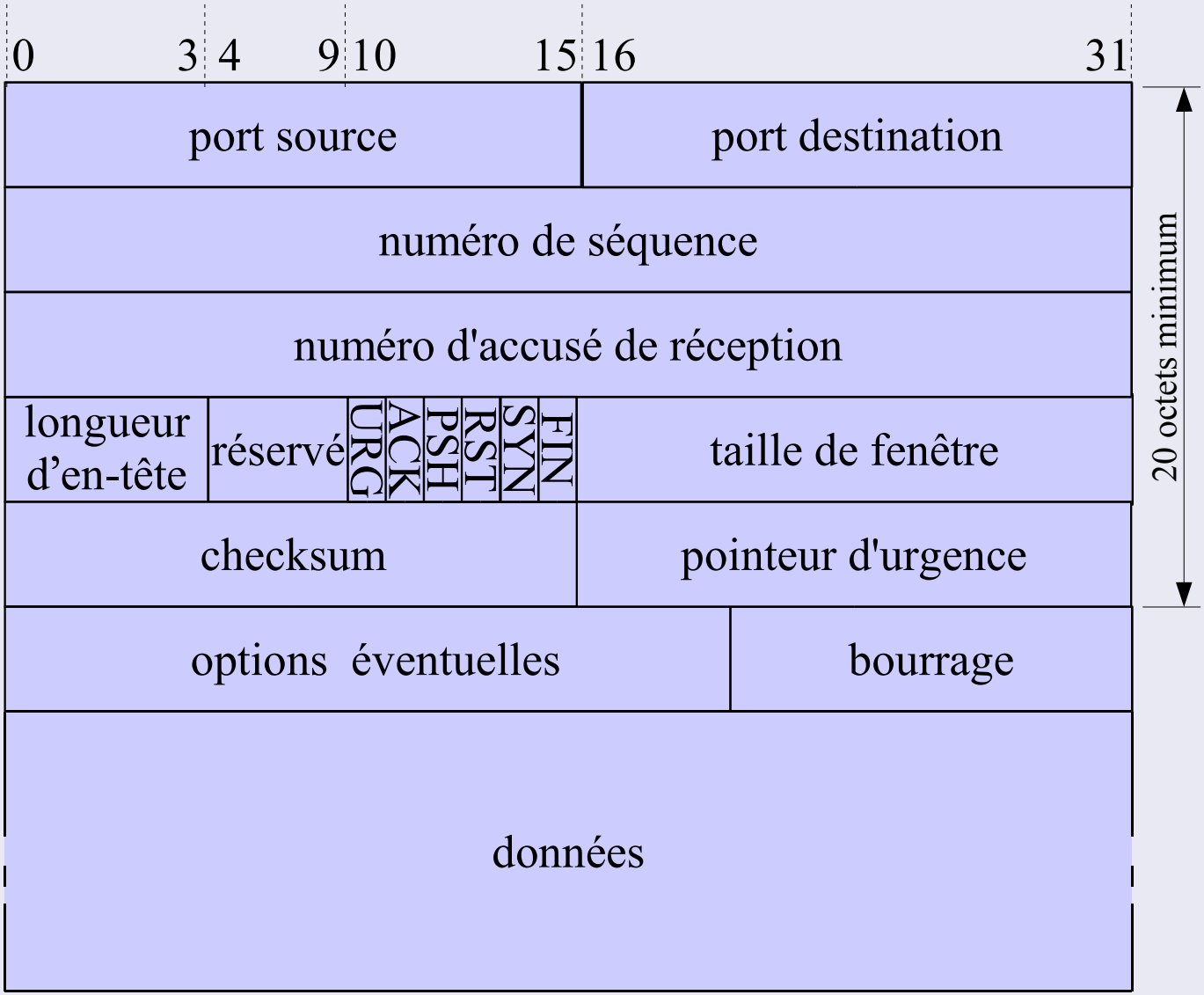
UDP...

- ... n'utilise pas d'accusé de réception
- ... ne remet pas les segments dans l'ordre à l'arrivée
- ... ne fait pas de contrôle de flux

TCP...

- Protocole de communication orientée **connexion**
- S'appuyant sur IP (réseau non fiable), TCP doit :
  - assurer la délivrance en séquence
  - contrôler la validité des données reçues
  - organiser les reprises sur erreur
  - réaliser le contrôle de flux

Segment TCP...


0
3
4
9
10
15
16
31
port source
port destination
numéro de séquence
numéro d'accusé de réception
longueur d'en-tête
réservé
URG
ACK
PSH
RST
SYN
FIN
taille de fenêtre
checksum
pointeur d'urgence
options éventuelles
bourrage
données
20 octets minimum

Segment TCP...

Numéro de séquence valeur aléatoire définie et aquittée par les 2 systèmes lors de la phase de connexion, ensuite il indique le rang du premier octet du segment transmis

Numéro d'accusé de réception accuse réception du segment en indiquant le numéro du prochain octet attendu

Longueur d'entête multiple de 4 octets (5 minimum)

URG urgent (utilisation du pointeur d'urgence)

ACK valide le champ numéroté de séquence acquittée

PSH demande au destinataire de traiter de suite le segment (pas de temporisation)

RST réinitialisation de la connexion

SYNC demande de connexion

FIN demande de déconnexion

taille fenêtre combien peut-on transmettre d'octets après l'octet acquitté (contrôle de flux)

Segment TCP...

checksum	contrôle calculée sur le segment TCP (Même méthode que l'UDP avec 6 pour type de protocole)
pointeur d'urgence	décalage en octet à partir du numéro de séquence courant de données urgentes
options	par exemple spécification de la charge utile TCP la plus grande

Architecture des Systèmes d'Information

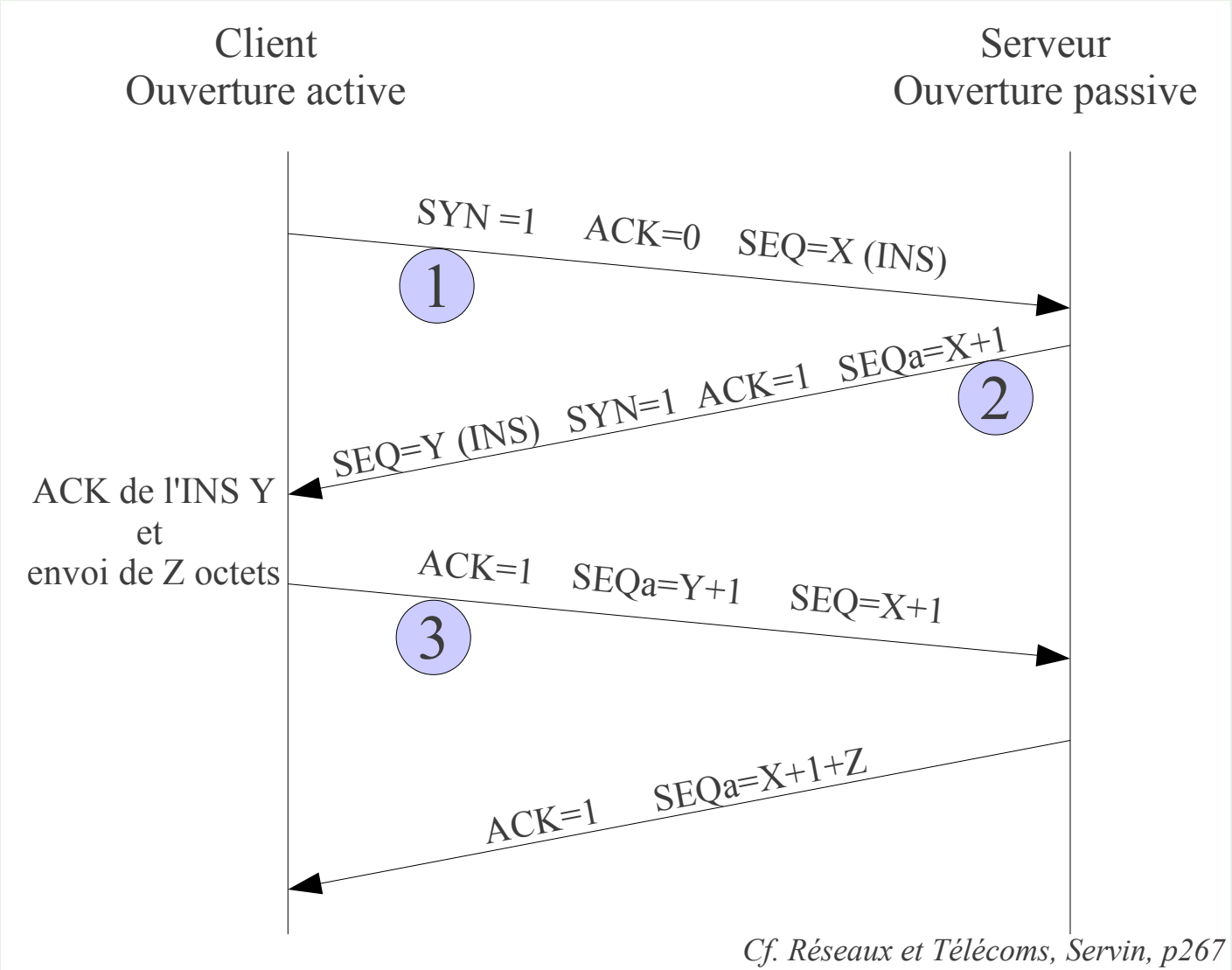
Principe...

- Puisque IP est non fiable chaque envoi d'information d'un tiers reçoit une réponse indiquant qu'il a bien recu une information (ACK) indentifiée par le Numéro d'accusé de réception (SEQ_a)
- Comme un tiers peut être connecté à plusieurs applications, chaque connexion est identifiée au départ par un *Numéro de séquence initiale INS* qui est incrémenté par le nombre d'octets transmis

Connexion...

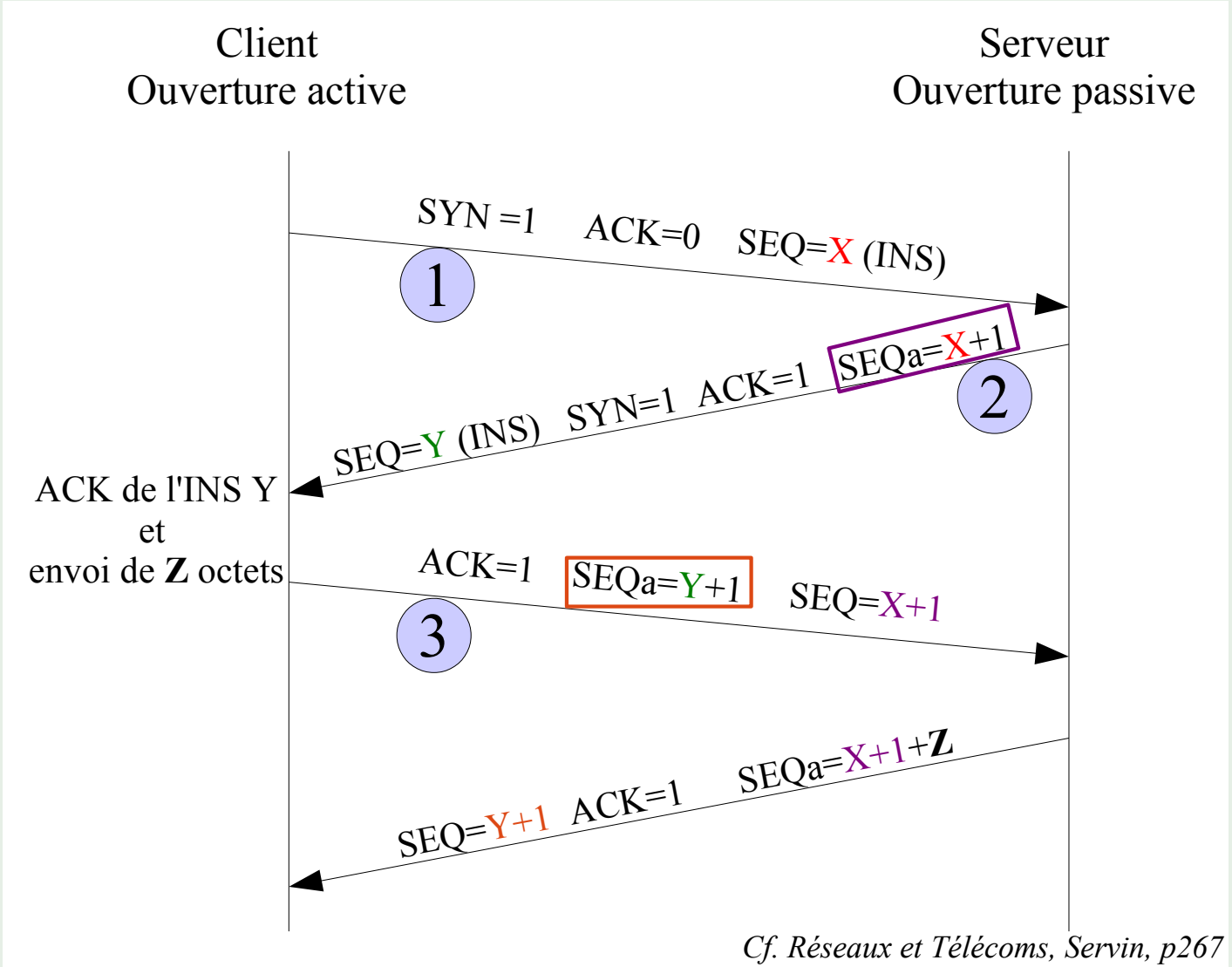
- À la connexion les tiers s'échangent leur INS, on a donc un protocole de connexion en 3 temps :
  1. Le client demande la connexion en envoyant un SYN et son INS
  2. Le serveur répond en accusant réception de la demande, et lui envoie aussi un SYN et son INS
  3. Le client accuse réception et peut éventuellement envoyer des informations

Connexion...



Cf. Réseaux et Télécoms, Servin, p267

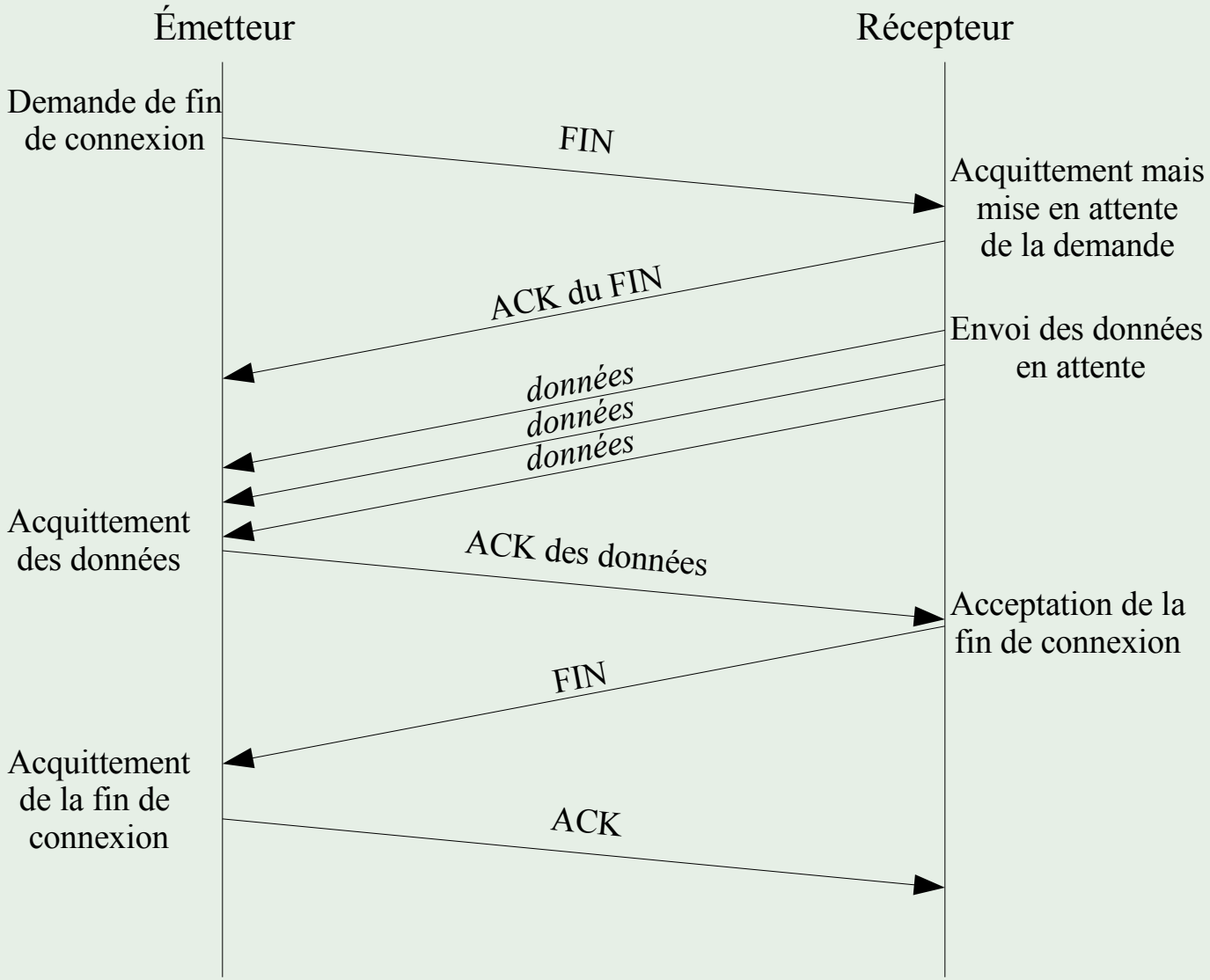
Connexion. . .


Client
Ouverture active
Serveur
Ouverture passive
SYN =1 ACK=0 SEQ=X (INS)
1
SEQ=Y (INS) SYN=1 ACK=1 SEQa=X+1
2
ACK de l'INS Y
et
envoi de Z octets
ACK=1 SEQa=Y+1 SEQ=X+1
3
SEQ=Y+1 ACK=1 SEQa=X+1+Z
Cf. Réseaux et Télécoms, Servin, p267

Déconnexion...

- Sachant que la communication est bi-directionnelle, le tiers qui demande la fin de connexion (il n'a donc plus d'information à envoyer) doit attendre que l'autre tiers lui envoie sa demande de déconnexion

Déconnexion...

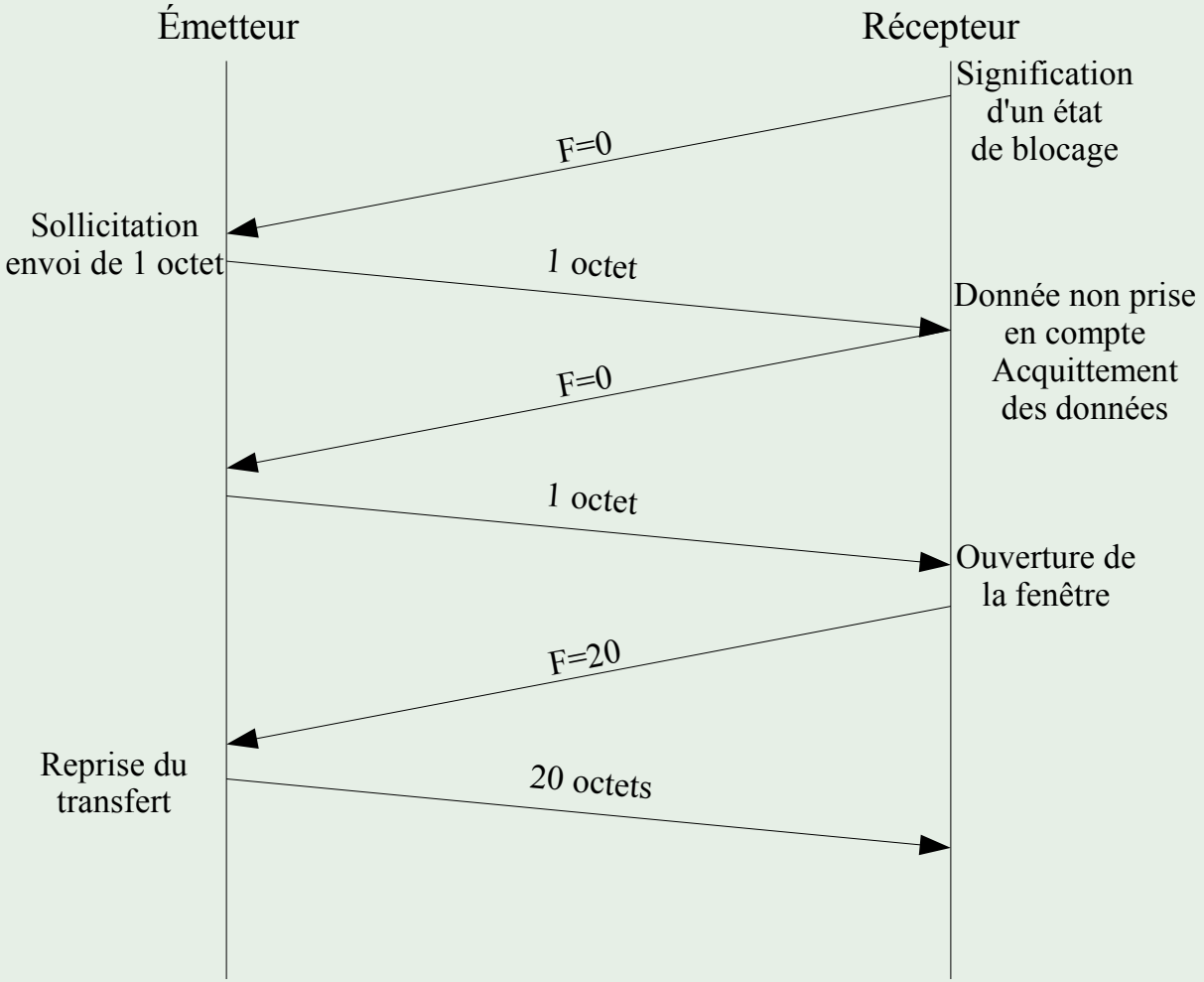


Cf. Réseaux et Télécoms, Servin, p268

Contrôle de flux. . .

- Le récepteur a la possibilité d'indiquer à l'émetteur la taille maximale des données qu'il peut traiter (taille de la fenêtre)
- Une fenêtre à 0 invite l'émetteur à stopper l'emission
  - Afin de maintenir la connexion, l'émetteur peut envoyer 1 octet régulièrement
  - Le récepteur ignore cette donnée mais répond en indiquant de nouveau la taille de la fenêtre

Contrôle de flux. . .



Cf. Réseaux et Télécoms, Servin, p269

Fenêtre stupide. . .

Le problème

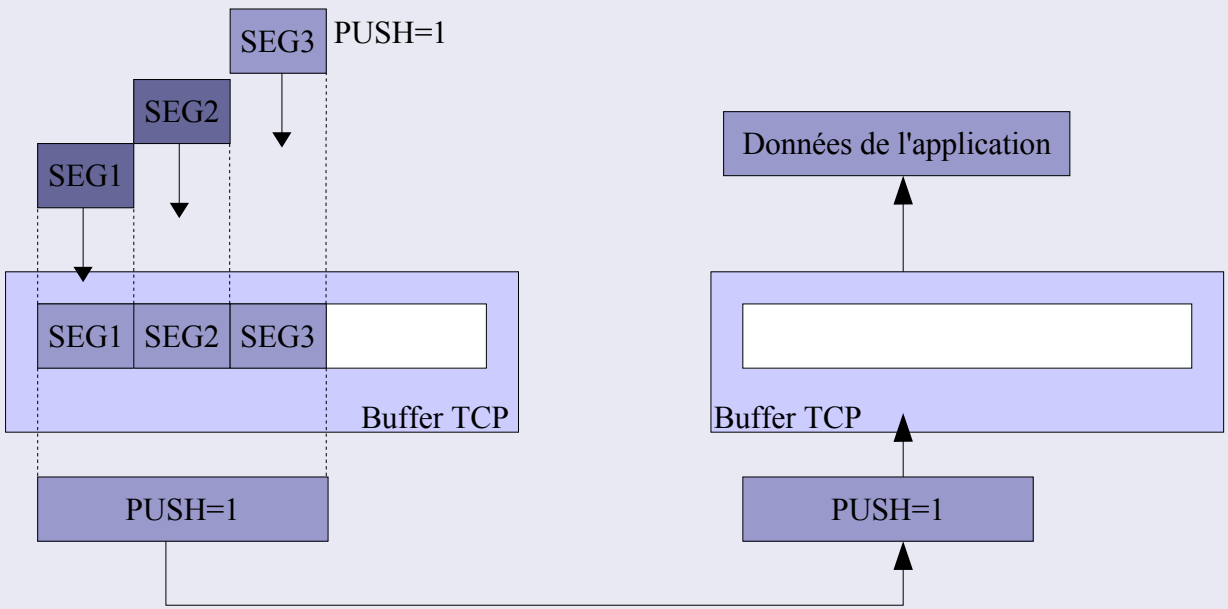
- L'émetteur envoie ses données par bloc, et le récepteur lit ses données octet par octet :
  1. L'émetteur envoie un bloc
  2. Le récepteur dit que son buffer est plein (fenêtre de 0)
  3. Le récepteur lit un octet
  4. A la prochaine demande de l'émetteur le récepteur dit que sa fenêtre est d'un octet
  5. retour au cas 2

Solution de Clark

- Le récepteur n'envoie pas la réponse de fenêtre à 1, il attend d'avoir lu assez d'information

Bufferisation...

- Afin d'optimiser la transmission, l'émetteur et le récepteur utilisent des buffers
- Deux cas possibles :
  - un segment TCP est créé lorsque le buffer est plein ou que la taille maximale de la fenêtre est atteinte
  - un segment TCP est créé lorsque le bit PUSH est à 1



Cf. Réseaux et Télécoms, Servin, p271

Bufferisation et interaction...

Deux types de transfert TCP

- Interactif
- En masse

Problème du transfert interactif, exemple : telnet

- Que faut il envoyer dans un segment ?

  Envoyer un segment par caractère tapé :
  - Taille du segment : 1+20 (Entete TCP)+20 (Entete IP) = 41 octets
  - 3 autres segments d'échanger : le ACK + l'écho + le ACK de l'echo (le ACK et l'echo peuvent être sur un même segment)

Pas réaliste dans la plupart des cas

Bufferisation et interaction...

Une solution : Algorithme de Nagle

- Envoyer un premier segment avec un caractère
- En attendant le ACK, bufferiser les autres caractères pour les envoyer :
  - à la réception du ACK
  - ou si le buffer est plein (taille max du paquet atteinte)

Utilisable sur des applications peu interactives

Outils UNIX

netstat...

Affiche les connexions en cours

Exemple [a]

a. http://linux-ip.net/html/tools-netstat.html

```
[root@morgan]# netstat --inet -n
Active Internet connections (w/o servers)
Proto Recv-Q Send-Q Local Address           Foreign Address         State
tcp        0    192 192.168.98.82:22        192.168.99.35:40991     ESTABLISHED
tcp        0      0 192.168.98.82:42929     192.168.100.17:993      ESTABLISHED
tcp       96      0 127.0.0.1:40863         127.0.0.1:6010          ESTABLISHED
tcp        0      0 127.0.0.1:6010          127.0.0.1:40863         ESTABLISHED
tcp        0      0 127.0.0.1:38502         127.0.0.1:6010          ESTABLISHED
tcp        0      0 127.0.0.1:6010          127.0.0.1:38502         ESTABLISHED
tcp        0      0 192.168.98.82:53733     209.10.26.51:80         SYN_SENT
tcp        0      0 192.168.98.82:44468     192.168.100.17:993      ESTABLISHED
tcp        0      0 192.168.98.82:44320     192.168.100.17:139      TIME_WAIT
```

tcpdump...

- Permet de récupérer les flux réseaux
- Options les plus utilisées :

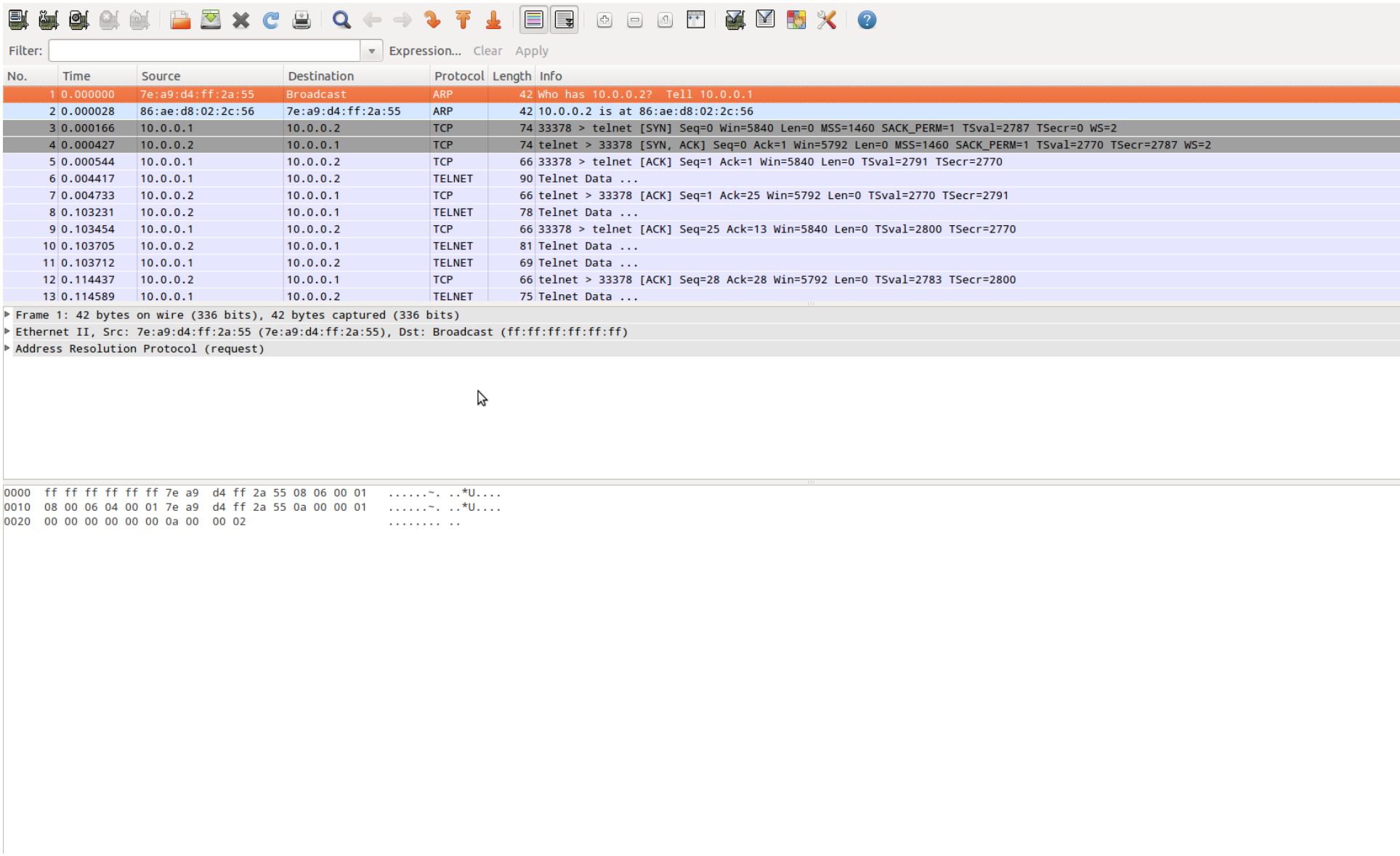
-i	interface
-X	avoir le contenu en ASCII et hex
src host	suivi d'une adresse IP source
dst host	suivi d'une adresse IP destination
port	uniquement un port
	...

Exemple [a]

a. http://okki666.free.fr/docmaster/articles/linux084.htm

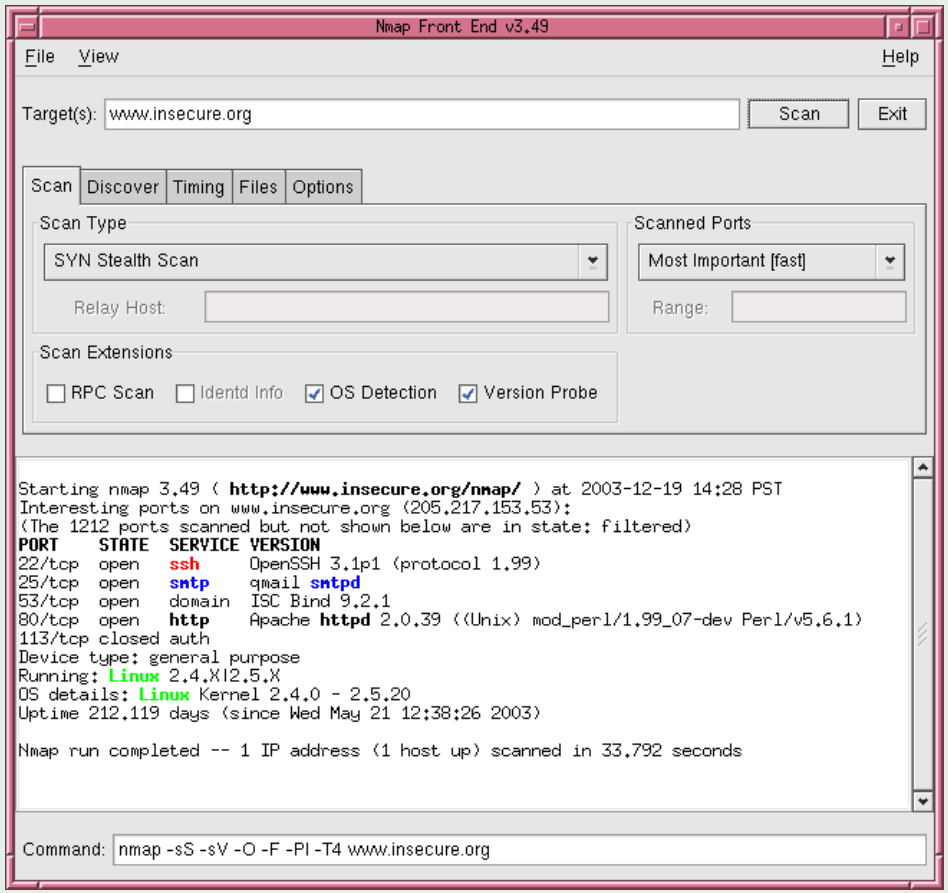
```
#tcpdump -x -X -s 0 src host 192.168.0.1 and dst host 212.208.225.1 and port 53 and udp
tcpdump: listening on eth0

20:30:39.189321 raven.32929 > ns1.rmcnet.fr.domain:   5314+ A? www.linux.org. (31) (DF)
0x0000     4500 003b 0000 4000 4011 ca00 c1fd d9b4    E..;..@.@.......
0x0010     c1fc 1303 80a1 0035 0027 213d 14c2 0100    .......5.'!=....
0x0020     0001 0000 0000 0000 0377 7777 056c 696e    .........www.lin
0x0030     7578 036f 7267 0000 0100 01                ux.org.....
```

Wireshark. . .


Filter:
Expression... Clear Apply
No. Time Source Destination Protocol Length Info
1 0.000000 7e:a9:d4:ff:2a:55 Broadcast ARP 42 Who has 10.0.0.2? Tell 10.0.0.1
2 0.000028 86:ae:d8:02:2c:56 7e:a9:d4:ff:2a:55 ARP 42 10.0.0.2 is at 86:ae:d8:02:2c:56
3 0.000166 10.0.0.1 10.0.0.2 TCP 74 33378 > telnet [SYN] Seq=0 Win=5840 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1 TSval=2787 TSecr=0 WS=2
4 0.000427 10.0.0.2 10.0.0.1 TCP 74 telnet > 33378 [SYN, ACK] Seq=0 Ack=1 Win=5792 Len=0 MSS=1460 SACK_PERM=1 TSval=2770 TSecr=2787 WS=2
5 0.000544 10.0.0.1 10.0.0.2 TCP 66 33378 > telnet [ACK] Seq=1 Ack=1 Win=5840 Len=0 TSval=2791 TSecr=2770
6 0.004417 10.0.0.1 10.0.0.2 TELNET 90 Telnet Data ...
7 0.004733 10.0.0.2 10.0.0.1 TCP 66 telnet > 33378 [ACK] Seq=1 Ack=25 Win=5792 Len=0 TSval=2770 TSecr=2791
8 0.103231 10.0.0.2 10.0.0.1 TELNET 78 Telnet Data ...
9 0.103454 10.0.0.1 10.0.0.2 TCP 66 33378 > telnet [ACK] Seq=25 Ack=13 Win=5840 Len=0 TSval=2800 TSecr=2770
10 0.103705 10.0.0.2 10.0.0.1 TELNET 81 Telnet Data ...
11 0.103712 10.0.0.1 10.0.0.2 TELNET 69 Telnet Data ...
12 0.114437 10.0.0.2 10.0.0.1 TCP 66 telnet > 33378 [ACK] Seq=28 Ack=28 Win=5792 Len=0 TSval=2783 TSecr=2800
13 0.114589 10.0.0.1 10.0.0.2 TELNET 75 Telnet Data ...
Frame 1: 42 bytes on wire (336 bits), 42 bytes captured (336 bits)
Ethernet II, Src: 7e:a9:d4:ff:2a:55 (7e:a9:d4:ff:2a:55), Dst: Broadcast (ff:ff:ff:ff:ff:ff)
Address Resolution Protocol (request)
0000 ff ff ff ff ff ff 7e a9 d4 ff 2a 55 08 06 00 01 ......~. ..*U....
0010 08 00 06 04 00 01 7e a9 d4 ff 2a 55 0a 00 00 01 ......~. ..*U....
0020 00 00 00 00 00 00 0a 00 00 02 ....

nmap, nmapfe...

- Permet de scanner des ports (et d'identifier l'OS de la machine et les applications serveurs)



http://www.insecure.org/nmap/nmap_relatedprojects.html

Conclusion : couche Transport

➜ Un émetteur, un récepteur, une transmission ...

- Assurer la transmission de bout en bout
- Assurer la qualité de service
- Assurer le contrôle de flux

- Les concepts de :
  - Ports
  - Protocole sans connexion : UDP
  - Protocole orienté connexion : TCP
  - Contrôle de flux
  - Bufferisation

Références...

[1] P. Nicolas.
Cours de réseaux de la maîtrise de l'université d'angers.
http://www.info.univ-angers.fr/pub/pn, 2004.

[2] C. Servin.
Réseaux et Télécoms.
Dunod, Sciences SUP, 2003.
ISBN 2-10-007986-7.

[3] A. Tanenbaum.
Réseaux 4ième édition.
Pearson Education, 2003.
ISBN 2-7440-7001-7.

Architecture des Systèmes d'Information