

I. Couche réseau et transport : IPv4

1. Caractéristiques générales

- Couches réseau et transport (3 et 4).
- Couple TCP (Transmission Control Protocol) / IP (Internet Protocol)
- Indépendant de la technologie physique / liaison.
- Peut être utilisé sur un seul réseau local.
- Routage des datagrammes via des **routeurs** = **gateways IP**
- Adressage logique des machines (adresse IP)
- Sans connexion : routage séparé de chaque datagramme
- Non fiable, best effort

2. En émission

- Identification du paquet
- Détermination de la route à suivre
- Vérification du type d'adressage
- Fragmentation de la trame si nécessaire

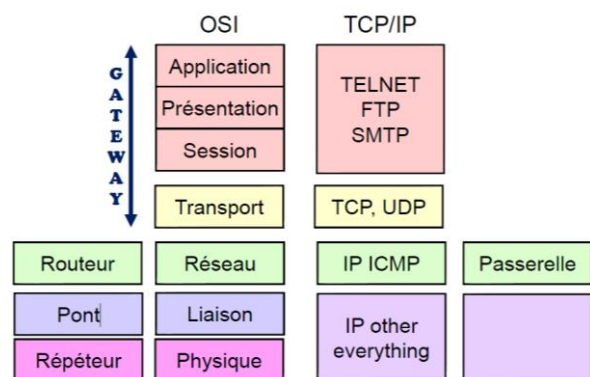
3. En réception

- Vérification de la longueur du paquet
- Contrôle des erreurs
- Réassemblage en cas de fragmentation
- Transmission du paquet réassemblé au niveau supérieur

4. Points forts et points faibles

- « **IP over Everything** » : cache les couches basses et fonctionne sur n'importe quel support
- IP s'accommode de règles d'ingénierie approximatives
- Il ne se préoccupe pas du contenu des paquets, mais fournissent une méthode pour les mener à destination « **best effort delivery** »
- Date de plus de 30 ans, mais IPv6 en déploiement

5. Modèle OSI et TCP/IP



6. Raisons du succès d'IP

- Souplesse et facilité de déploiement
- Robustesse
- Exploitation décentralisé
- Grande plage de fonctionnement
- Quelques soit les supports, débits, règles d'ingénierie, etc.
- Evolutivité
- Pragmatiques : simple et léger

7. Organisations autour d'IP

- **Internet Society** : autorité morale et technique
- **Internet Engineering Task Force (IETF)** : Développement public des standard
 - Request for Comments : Documents officiels décrivant les aspects techniques d'Internet, ou de différent matériel informatique.
- **ICANN (Internet Corporation for Assigned Names & Numbers)** :
 - Attribution les IP, les n° d'AS et les noms de domaine
 - Gestion d'un DNS racine

Les protocoles TCP/IP

Chapitre 3

II. Couche réseau

1. Mode connecté / non connexion

- **Mode connecté (ex : X25)** : Dialogue avant connexion. Améliore la sécurité mais alourdi le protocole, broadcast lourd, réduit perf.
- **Mode non connecté (ex : IP)** : performance élevé, broadcast simple, garantie des paquets faible.

2. Datagramme

a. Datagramme Ethernet

Préambule	Adresse destination	Adresse source	Ethertype 0x0800 : IP 0x0806 : ARP 0x0835 : ARP	Datagramme IP	CRC
-----------	---------------------	----------------	--	---------------	-----

b. Datagramme IP

1 octet		1 octet		1 octet			1 octet			
Version	Longueur en-tête	Type de service		Longueur totale						
Identification du paquet				x	D	M	Offset (position si paquet fragmenté)			
Time To Live (TTL)		Protocole		Checksum en-tête						
Adresse IP source										
Adresse IP destinataire										
Option IP (si nécessaire)										
Données										

X : non utilisé / D : ne pas fragmenter / M : des fragments arrivent

3. Adressage IPv4

Adresses en x.x.x.x ($x \in [0; 255]$). 2 parties : netid (réseau) et hostid (machine).

Masque de sous réseau = nombre de bits utilisés par netid. On le note en mettant tous ces bits à 1.

	1 octet			1 octet			1 octet			1 octet			Masque
A	0	netid				hostid							/8 = 255.0.0.0
B	1	0	netid					hostid					/16 = 255.255.0.0
C	1	1	0	netid						hostid			/24 = 255.255.255.0
D	1	1	1	0	Multicast address								
E	1	1	1	1	0	Réservé – utilisation future							

On peut déterminer la classe par la valeur du premier octet puisque les bits imposés ci-dessus délimitent une plage de valeur.

Adresses particulières :

- hostid tout à 0 : Adresse du réseau
- hostid tout à 1 : Adresse de broadcast
- 127.x.x.x : loopback
- 0.0.0.0 : adresse de boot
- 255.255.255.255 : broadcast local

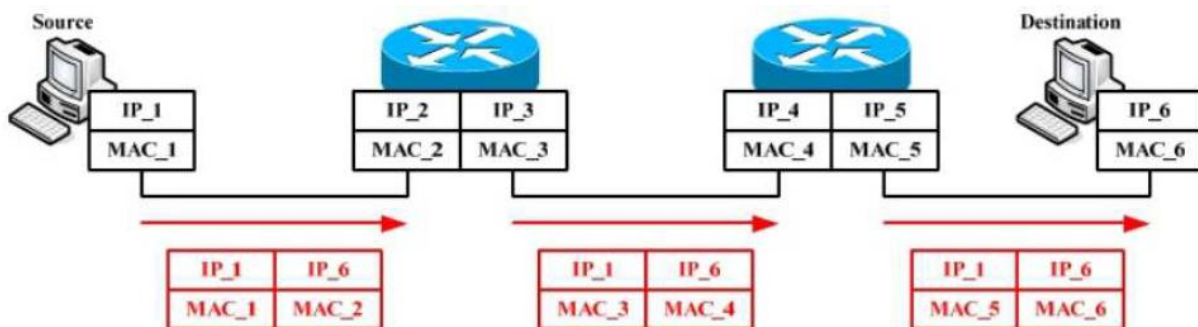
4. Le protocole ARP (= Adresse Resolution Protocol)

- Fait le lien entre l'adresse IPv4 et l'adresse MAC (Pour IPv6 : NDP)
- La machine qui cherche l'adresse MAC d'une IP envoie une demande en broadcast (FF:FF: FF: FF: FF: FF), la machine correspondant répond.

5. Routage IP

- Routeur (couche 3) : assure le routage des paquets IP d'une interface réseau a une autre selon une table de routage.

a. Processus d'envoi de paquets IP



b. Algorithme de routage

- Recherche de l'entrée associée à l'adresse IP intégrale, et envoi à l'adresse (host ou gateway)
- Sinon recherche de l'entrée associée à l'adresse IP réseau (ET avec netmask) et envoi à cette adresse
- Sinon envoi à l'adresse gateway, si l'entrée "défaut" (default) existe
- Sinon « host/network unreachable »

c. Distance Vector Routing

Principe : Cherche le chemin le plus court vers la destination : avec le moins de sauts (passage par un routeur) possible.

La table de routage contient le nombre de sauts vers diverses destinations et se propage de proche en proche par les routeurs afin que les routeurs voisins complètent leur table.

Les mises à jour sont envoyées à l'adresse de broadcast.

- **Route poisoning (= Poison reverse) :** Avertir les routeurs voisins quand une route devient inaccessible au lieu de « l'oublier ».
- **Split horizon :** Empêche le retour en arrière du paquet.

d. Link State Routing

- Les routeurs s'échangent des LSP (Link State Packet) contenant les noms et coûts des voisins à chaque modif de la topologie du réseau. (Permet de faire une carte de topologie du réseau)
- Table de routage : Meilleures routes
- Table de voisinage : Etat des liens avec le voisinage
- Table de topologie : Etat de la topologie pour décider des coûts

e. Autonomous System

Caractérise un ensemble de réseaux sous la même autorité administrative. Possède un numéro sur 16 bits. Protocole de routage entre AS (EGP / BGP) et protocoles internes (RIP / EIGRP / OSPF / ISIS).

f. BGP (Border Gateway Protocol)

Relie 2 AS. Utilise vecteur de distance et TCP. Echange d'info avec OSPF (Open Shortest Path First Protocol).

III. Couche transport : TCP / UDP

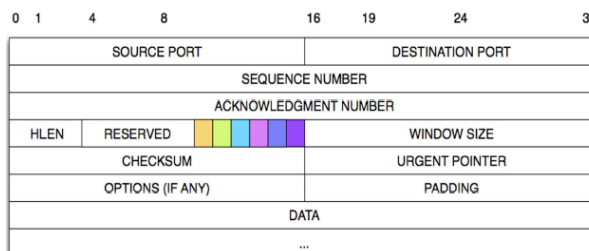
1. UDP (User Datagram Protocol)

- simple et efficace (non connecté, non fiable, débit élevé)
 - 1 seul échange, temps réel

2. TCP (Transmission Control Protocol)

a. Caractéristiques

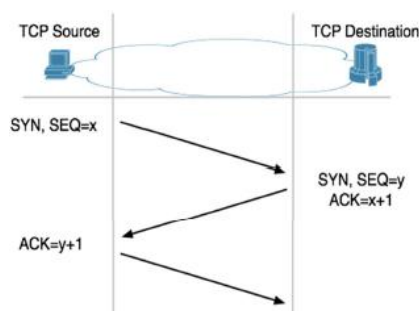
- TCP assure le transport fiable de flot de données dans l'ordre (réordonne), en mode bidirectionnel connecté, avec contrôle de flux (QoS, gestion congestion), sans perte ni doublon
- Indép des réseaux en prenant en compte les caractéristiques du réseau
- Notions de port pour identifier les flux



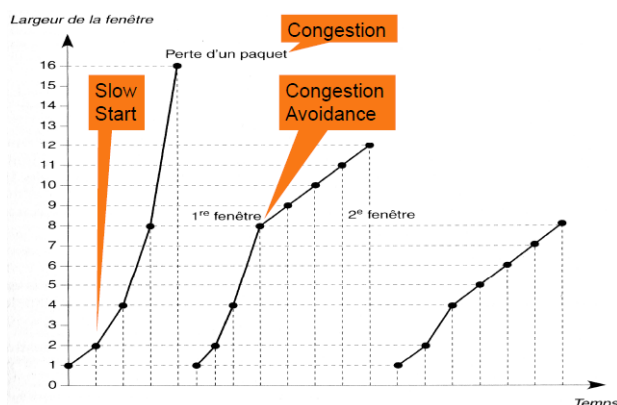
b. Code bits

- URG (Urgent) : champ urgent actif
- ACK (Acknowledgment) : champ Acknowledgment valide
- PSH (Push) : TCP doit passer les données à la couche sup.
- RST (Reset)
- SYN (Synchronize) : ouverture
- FIN (Finish) : fin de l'émission

d. Connexion TCP



c. Prévention de congestion



IV. Multicast IPv4 (réseau)

- 1 adresse pour un groupe de machines.
- Réduction du trafic
- Multicast jamais une adresse source
- Basé sur UDP

V. NAT (Network Address Translation) (réseau)

- Originellement, il y a une table de correspondance adresse privée – adresse officielle. Chaque IP privée a une adresse publique propre pendant une durée déterminée.
- NAPT (Network Address Port Translation) : la table a une correspondance adresse privée + port – adresse officielle + port $\Rightarrow$ 1 adresse publique pour +ieurs adresses privées.
- Problème : Certaines appli (ex FTP) envoient dans leurs data leur IP privée. Donc le routeur ne fait pas la correspondance.