

La Couche Réseau (couche 3 de l'OSI)

Introduction au Routage IP

I. Introduction

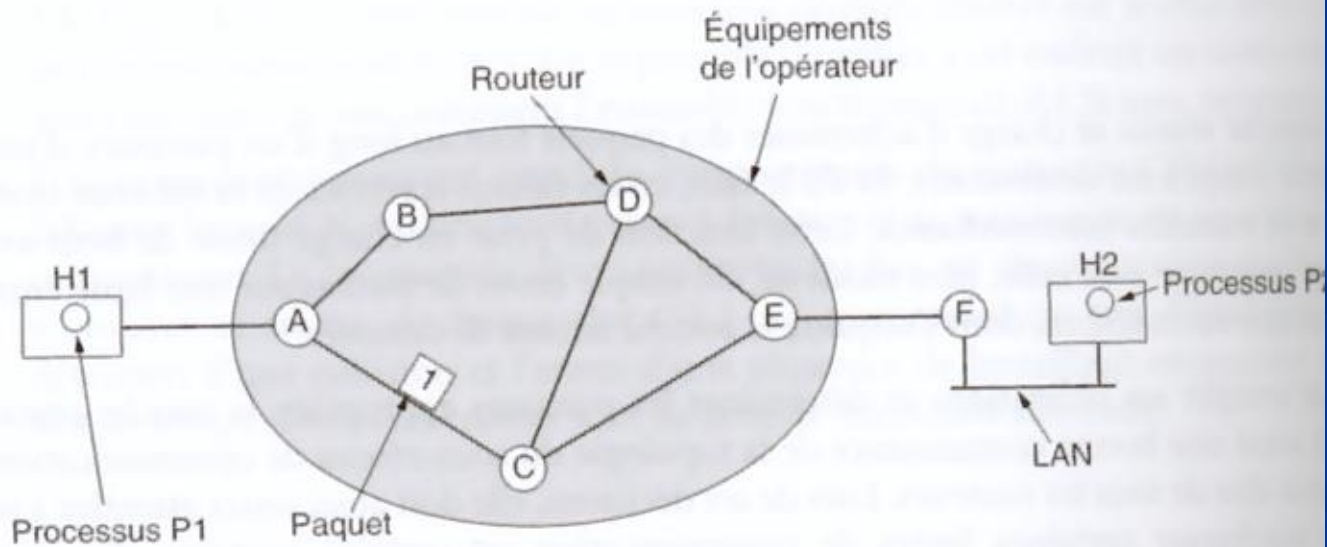
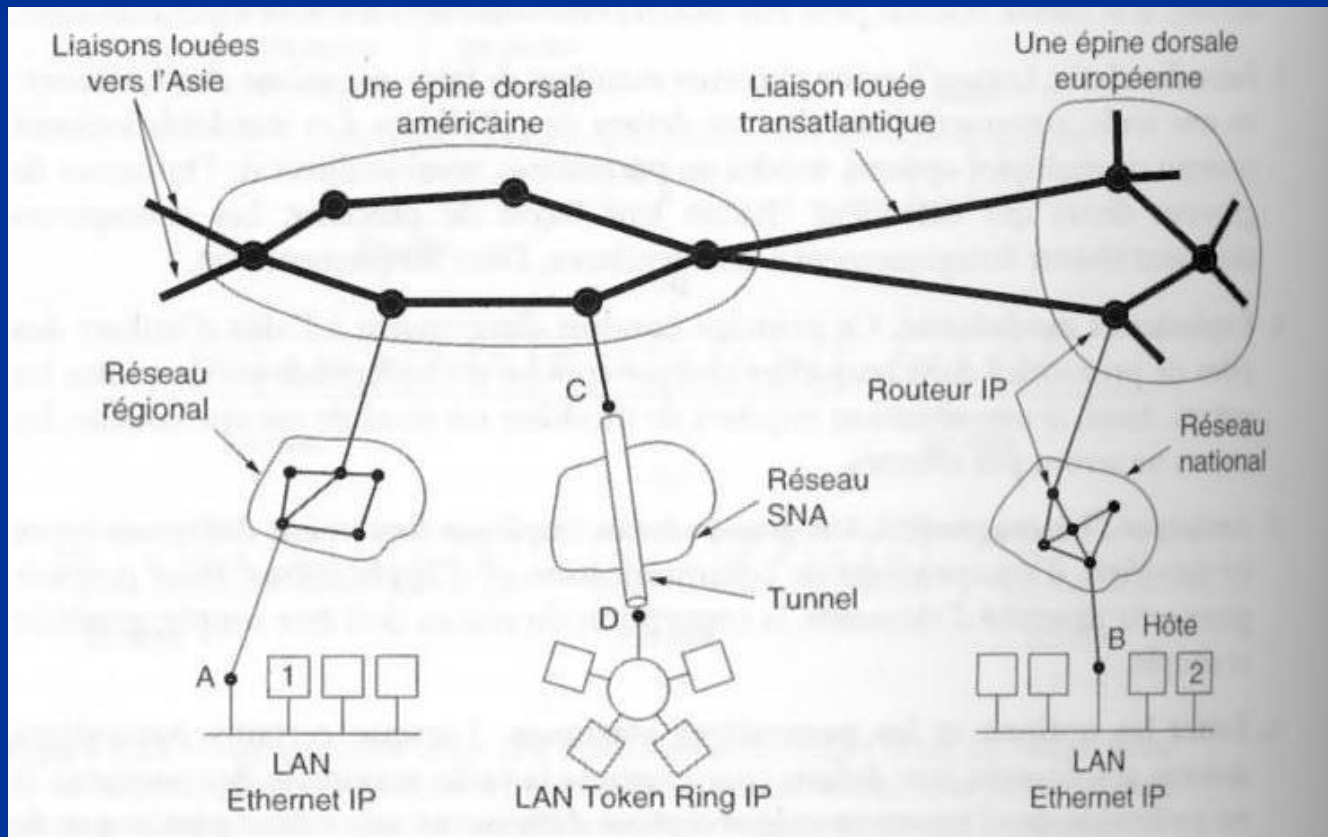


Figure 5.1 • L'environnement de protocoles de la couche réseau.

- La couche réseau (3) fournit des **services** à la couche transport (4) :
 - Acheminement/**routage** des paquets à travers le réseau
 - **Contrôle de congestion**, et plus généralement, de la **qualité de service**
 - Résolution des problèmes **d'interconnexion de réseaux hétérogènes**

Internet = ens. de sous-réseaux indépendants (ou systèmes autonomes) interconnectés.



Deux types de services

- **Non connecté** : les paquets (ou **datagrammes**) sont acheminés indépendamment les uns des autres.

Ex : **IP** (Internet Protocol).

- **Connecté** : un chemin (ou **circuit virtuel**) est établi à la connexion, et libéré à la fin de la transmission.

Ex : **ATM** (Asynchronous Transfert Mode), opérateurs télécom.

Comp. : Datagrammes versus CV



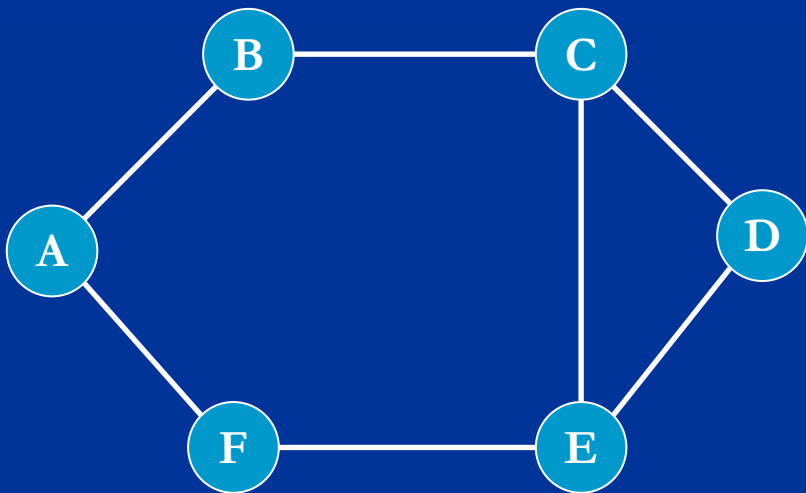
Phase établissement	Non nécessaire	Requise
Adressage	Adresses complètes (source et destination)	Numéro de circuit
Routage	Chaque paquet est indépendant	La même pour tous les paquets
Impact d'une panne d'un routeur	Aucun (sauf paquets perdus)	Tous les CV de ce routeur sont supprimés
Qualité de service	Difficile à garantir	Facile (relativement)
Contrôle de congestion	Difficile	Facile (relativement)

Notion d'adresse

- Nécessaire pour désigner une machine à l'autre bout du réseau.
- Exemple : adressage IP
 - Numéro sur 4 octets (ex : 147.210.94.193)
 - **Unique** pour chaque machine, ou plutôt pour chaque interface réseau, c'est-à-dire :
 - 1 adresse IP \longleftrightarrow 1 adresse MAC
 - Les passerelles (ou routeurs) ont plusieurs adresses IP

II. Routage : grands principes

- Voici ci-dessous un exemple très simplifié de réseau.



- Quels sont tous les chemins de A à D ?
- Lequel faut-il prendre ? Pourquoi ?
- Et si un routeur sur ce chemin préféré tombe en panne ?

- Chaque routeur dispose d'une **table de routage** : associations « destination » / « ligne de sortie du routeur ».

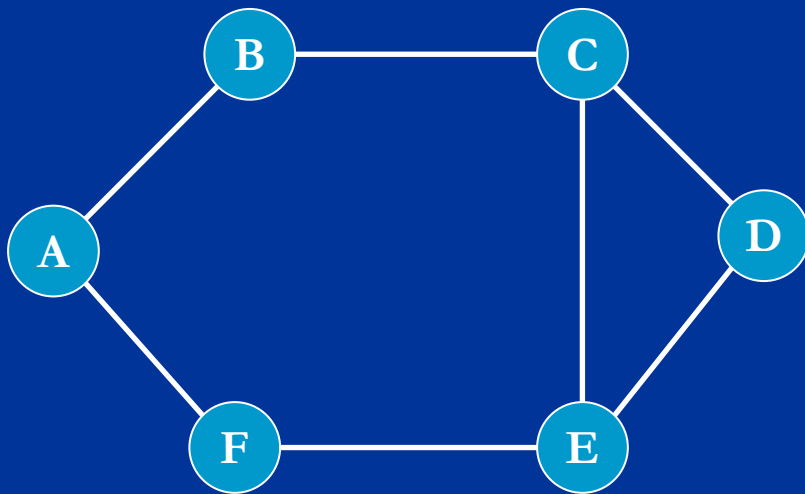


Table de routage de C

Dest.	Lien
A	CB
B	CB
D	CD
E	CE
F	CE

- Deux grandes fonctions au sein d'un routeur :
 - **Routage** = choix des chemins à suivre, c'est-à-dire remplissage et mise à jour de la table de routage
 - Acheminement = réception des paquets et leur réexpédition sur les lignes de sortie appropriées (indiquées dans la table de routage)

Algorithmes de routage

- **Non adaptatifs** (ou statiques) : les tables de routages sont fixées par avance, pas de mise à jour.
- **Adaptatifs** (ou dynamiques) : les tables sont recalculées pour s'adapter à des changements topologiques ou de trafic.
Les informations peuvent s'échanger entre tous les routeurs ou seulement entre routeurs adjacents.

Algorithmes de routage

■ Principe

- Attribution de coûts aux liens du réseau
- Calcul des chemins minimisant les coûts (plus court chemin au sens des coûts)

■ La nature des coûts peut être diverse

- Distance, bande passante, trafic moyen, coût des communications, probabilité de panne du lien, etc...
- Une fonction pondérée de plusieurs de ces facteurs

Ex. : routage par information d'état des liens

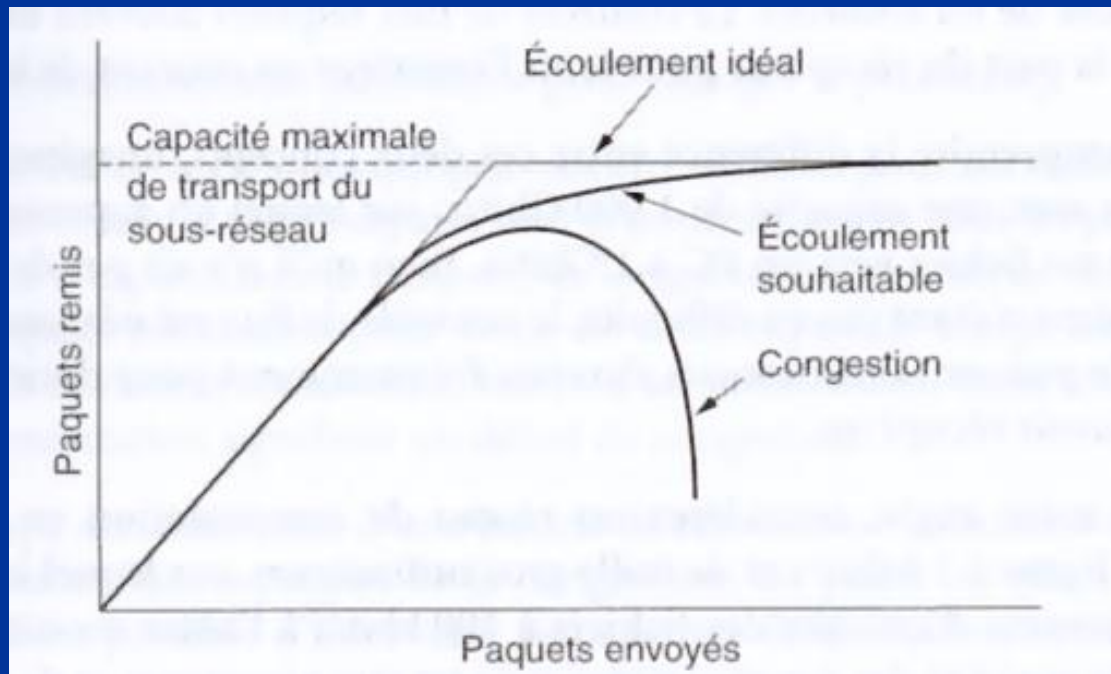
- Technique très utilisée, notamment par le protocole OSPF (Open Shortest Path First) utilisé dans le réseau Internet.
- Principe : chaque routeur
 - mesure les coûts pour atteindre chacun de ses **voisins**, et communique ces informations à tous les **autres** routeurs,
 - calcule les **plus courts chemins** pour chaque destination par l'algorithme de Dijkstra.

Routage hiérarchique

- Problème : grand réseau \longrightarrow taille des tables de routage trop importante !
- Solution : découpage du réseau en régions ou **sous-réseaux...**
- Ainsi, les destinations dans les tables de routage sont des sous-réseaux plutôt que des machines individuelles.

III. Congestion (très brièvement)

- Ce problème survient lorsque les routeurs du réseau saturent leur file d'attente et donc perdent des paquets.

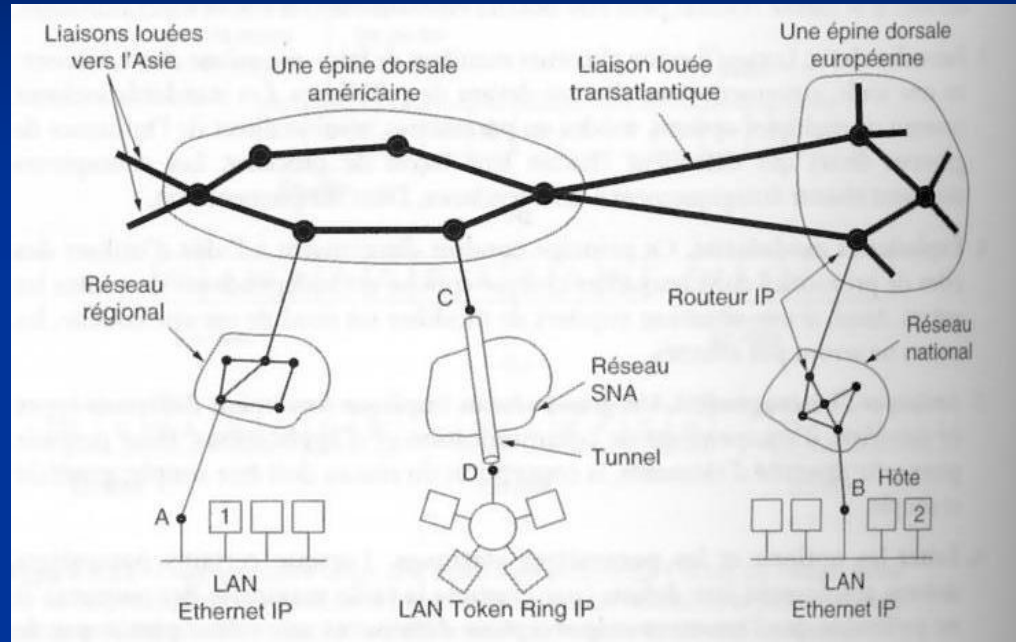


Contrôle de la congestion

- Différents moyens peuvent être mis en œuvre pour contrôler la charge dans le réseau :
 - Autoriser la destruction de paquets en cas d'engorgement
 - Limiter le nombre de paquets en transit dans le réseau
 - Utiliser le contrôle de flux
 - Régler les accès lorsque le réseau est surchargé
 - ...

IV. Interconnexion de réseaux

Ex. : Internet



■ Différences entre les réseaux :

- Couche physique et liaison (éthernet, anneau à jeton, ...)
- Couche réseau : service connecté ou non, protocole (IP, ATM, AppleTalk,...), adressage, taille des paquets, contrôle d'erreurs, de flux, de congestion, facturation ou non, etc...

- Les équipements d'interconnexion doivent donc mettre en œuvre des correspondances souvent complexes.
- Quelques exemples :
 - Traverser des réseaux intermédiaires « à risque » :
mise en place d'un *tunnel*
 - Taille des paquets différente : *fragmentation*

- La cohésion de l'Internet est assurée par le protocole IP.
- IP a été conçu dès le départ pour être un protocole d'interconnexion.
- Version actuelle : IPV4, adresses sur 4 octets, paquets : entête (20 octets) + données (variable)

V. Brève introduction au routage IP

- Sur un réseau local relié au reste du réseau par une passerelle (ou routeur), TOUTES les machines ont :
 - Une adresse MAC (nommée eth0 par la suite)
 - Une adresse IP
 - Une table de routage
- Illustration : les machines du département
 - Commandes ifconfig/ipconfig et route

Comment ça marche ?

- Une machine A veut envoyer un paquet IP à une machine B (dont elle connaît l'IP bien sûr)
- 1er cas : A et B sont sur le même réseau local
 - remise directe
- 2ème cas : A et B ne sont pas sur le même réseau local
 - il faut passer par la passerelle P

Protocole ARP

- ARP : Address Resolution Protocol
- IP \longrightarrow MAC