

□ Résumé – Interconnexion des Systèmes Internet

□ Cours de 2A – Apprentissage Informatique & Réseaux

□ □ Prof : Julien Fasson

□ Introduction : Pourquoi interconnecter ?

- ⑩ Le monde des réseaux est **hétérogène** : LAN, WAN, ADSL, 4G, fibre, satellite, etc.
- ⑩ Nécessité d'un **niveau commun** pour permettre l'interconnexion de tous ces réseaux.
- ⑩ **Niveau 2 (liaison)** : limité (proximité, technologie spécifique)
- ⑩ Besoin d'un **niveau 3 (réseau)** universel : **IP (Internet Protocol)**

1 □ IP comme outil d'interconnexion

1.1 □ Les routeurs

- ⑩ **Adresse IP** = identifiant logique universel
- ⑩ **Routing IP** : acheminer les paquets jusqu'à leur destination
- ⑩ Distinction :
 - ⑩ **Algorithme de routage** (ex : Dijkstra)
 - ⑩ **Protocole de routage** (ex : OSPF, BGP)

1.2 □ IP sur tout (IP-over-everything)

Support	Exemple / Adaptation utilisée
Série	HDLC, PPP
ADSL	PPPoE, PPPoA
ATM	AAL5 + Classical IP
MAN/WAN	MetroEthernet, SDH, SONET, X25, FrameRelay

□ L'interconnexion via IP se fait souvent par **encapsulation**, avec des couches d'adaptation spécifiques.

□ **Constat** :

- ⑩ IP **ne fait pas grand-chose** (best effort), mais il est **omniprésent**.
- ⑩ C'est une **couche de convergence**, mais pas magique → dépend du support sous-jacent.

1.3 □ Limites de l'interconnexion via IP

☛ **Problèmes** :

- ⑩ **Qualité de Service (QoS)** non garantie
- ⑩ Coexistence de multiples versions : IPv4, IPv6, Multicast IP
- ⑩ Multiplicité des **acteurs et politiques (FAI, AS, etc.)**
- ⑩ **Technologies non-IP** encore présentes (ex : systèmes embarqués)

□ Internet = réseau de réseaux

- ⑩ Gestion décentralisée
- ⑩ Hétérogénéité des technologies d'accès (WiFi, 3G, Fibre...)
- ⑩ Qui paie ? Qui gère ? Où s'interconnecter ? → problématiques complexes

2 □ Outils et solutions IP pour l'interconnexion

2.1 □ Les Tunnels

Un **tunnel** encapsule un protocole (souvent IP) dans un autre pour **traverser** un réseau incompatible.

□ Principes :

- ⑩ Abstraction des éléments traversés
- ⑩ Vue logique point-à-point
- ⑩ Transparence pour le protocole encapsulé

□ Cas d'usage :

- ⑩ Réseaux d'accès (ADSL, RTC, etc.)
- ⑩ VPN (réseaux privés virtuels)
- ⑩ Déploiement de **nouveaux protocoles** (IPv6 sur IPv4)

□ Exemples de tunnels :

Tunnel	Fonction
L2TP	Encapsule PPP pour VPN/IP
PPPoE / PPPoA	Encapsulation PPP sur Ethernet ou ATM
GRE	Tunnel générique (RFC 2890, Cisco)

□ Implémentation Linux :

- ⑩ tun : niveau 3 (IP)
- ⑩ tap : niveau 2 (Ethernet)

□ Problèmes :

- ⑩ Overhead, redondance
- ⑩ Difficulté d'automatisation
- ⑩ Préconfigurations lourdes

2.2 □ Middleboxes (RFC 3234)

Équipements intermédiaires qui **modifient ou analysent** les flux de données

□ Types :

Middlebox	Rôle
NAT	Traduction d'adresses IP
Firewall	Filtrage, sécurité
VPN Gateway	Interconnexion sécurisée

Middlebox	Rôle
IDS	Détection d'intrusions
Load Balancer	Répartition de charge
CDN/Proxy	Optimisation du contenu

❑ Problèmes :

- ⑩ Contre la **neutralité du net**
- ⑩ Introduit **opacité**, complexité, rigidité
- ⑩ Peut **rompre des protocoles** → difficulté de fin à fin

❑ Conclusion

❑ Forces d'IP

Universel, omniprésent QoS non garantie

Très peu de prérequis Encapsulation coûteuse

Adaptable via tunnels IP seul est **rarement suffisant**

Simple à déployer Besoin de middleboxes, adaptations spécifiques

- ❑ IP est **une base solide**, mais **pas suffisante seule** pour répondre à tous les besoins modernes du réseau Internet.

❑ Limites d'IP

❑ Schéma de synthèse : Interconnexion via IP

