

## ATM et MPLS

IP = protocole best-effort (sans garanties de qualité de service) + acheminement selon l'adresse destination (différents trafic pour une destination peuvent se superposer et congestionner le réseau)

- besoin de solutions alternatives à IP pour gérer à la fois un large trafic (transfert de fichiers) et du contenu temps-réel (voix ou vidéo)

norme ITU pour les réseaux haut débit : broadband integrated service digital network, dans les années 90

- flexible et efficace => packet switching (décision rapide + chaque paquet contient assez d'info pour être acheminé)
- supporter la voix, la vidéo et les données => QoS de bout en bout + orienté connexion + réseau de circuits virtuels (pas de décision de routage à chaque saut)
- scalabilité => paquets de taille fixe
- gigue basse du délai => paquets de petite taille

## ATM

ATM = Asynchronous Transfer Mode, protocole de niveau 2 basé sur la commutation de cellules, fin des années 1980

ATM utilise du multiplexage temporel asynchrone

- données encodées dans des petites cellules de taille fixe (53 octets)
- ATM fonctionne en mode connecté : un circuit virtuel (VC) est établi entre les extrémités
- les cellules arrivent dans l'ordre (mais certaines peuvent être perdues)

Pourquoi asynchrone ? Il existait un protocole synchrone (STM) qui réservait une proportion du temps constante (par exemple, 10% du temps), mais il gérait mal les communications bursty (car on perdait 10% du temps lorsque la communication n'était pas utilisée)

Pourquoi des petites cellules ? Pour réduire le délai d'attente des paquets prioritaires (qui ne se retrouvent pas derrière des gros paquets de données) + permet de faire une gestion matérielle des cellules (donc plus rapide)

- à l'époque, 155 Mbit/s lien SDH était rapide : un paquet de 1500 octets prenait 77,42 micro secondes pour être transmis

Format des cellules (version NNI : interne au réseau ATM, version UNI : en bordure de réseau ATM) : 48 octets données (compromis entre 32 (que voulait l'Europe) et 64 (que voulaient les US)) + 5 octets entête (10% des données)

- GFC (4 bits) = generic flow control, sorte de ToS, seulement en UNI
- VPI (8 bits en UNI, 12 bits en NNI) = virtual path identifier
- VCI (16 bits) = virtual channel identifier
- PT (3 bits) = payload type (utilisé pour le contrôle)
- CLP (1 bit) = cell loss priority (utilisé pour les cellules qui dépassent la capacité du trafic)
- HEC (8 bits) = header error contrôl (CRC)

Le payload est constitué de :

- soit 48 bits de données
- soit 4 bits de AAL (ATM abstraction layer) + 44 bits de données

Infos du AAL : informations dépendantes du temps ou non ? + variable/constant bit rate ? + connection/connectionless => définit des classes

exemple : AAL-3 (variable bit rate + time independent) : sequence number + multiplexing identifier (pour identifier les flux) + etc.

## Circuits virtuels

- hiérarchie de 2 : un VP (virtual path) contient plusieurs VC (virtual channel)
- VCI et VPI servent à trouver le prochain saut d'une cellule
- les valeurs VCI et VPI peuvent changer à chaque saut (mais la route est consistante, contrairement à IP, pour lequel chaque paquet peut suivre une route différente)
- contrat = lorsqu'un chemin est établi, chaque commutateur est informé de la classe de trafic (constant bit rate, variable bit rate (moyenne), available bit rate (min garanti), UBR)
- CDVT = cell delay variation tolerance = temps max entre deux cellules d'un même trafic

## Fragmentation

- les paquets sont fragmentés à la source du VC
- les données nécessaires à la fragmentation sont mises dans le payload (rôle du SAR (segmentation and reassembly sublayer) de la couche AAL (ATM adaptation layer))
- AAL = couche 3

## ATM est utilisé dans plusieurs situations

- dans les backbones téléphoniques (technologie optique SONET (synchronous optical networking) ou SDH (synchronous digital hierarchy))
- sur les liens souvent congestionnés et de capacité inférieure à 622 Mbit/s (DSL (digital subscriber loop) : d'ailleurs, beaucoup de systèmes ADSL l'utilisent comme couche intermédiaire entre la couche 1 et PPP ou Ethernet) => permet de faire du multiplexage (comme multi-link PPP ou Ethernet VLAN)
- interconnexion de routeurs IP

## Remarque :

- gérer la perte des cellules en regardant seulement chaque cellule indépendant n'est pas optimal : perdre une cellule conduit à perdre un paquet complet => invention des mécanismes PPD (partial packet discard) et EPD (early packet discard) pour lutter contre ça
- algo de routage utilisé pour créer les chemins : généralement PNNI (private network-to-network interface) = utilise le même algo que OSPF et IS-IS pour les routes + mécanisme de résumé des topologies pour le passage à l'échelle + call admission control

Baisse d'intérêt d'ATM : gère mal le très haut débit (découpage de très gros paquets en toutes petites cellules) + beaucoup de protocoles sont non connectés (ce qui est dur à gérer pour ATM) + solutions « tout IP » semblent prendre le dessus

## MPLS

MPLS = Multi-Protocol Label Switching, protocole de niveau 2.5 basé sur la commutation de labels, fin des années 1990

- empilement de labels dans les paquets (il peut y avoir plusieurs empilements)
- commutation de labels (peut changer de label à chaque LSR)
- lien avec IP plus fort que pour ATM

## Définitions :

- FEC = forwarding equivalence class = ensemble des paquets/flux qui subissent la même décision de routage en un noeud
- LSP = label switched path = chemin MPLS
- LSR = label switched router = routeur MPLS

- ingress = LSR d'entrée d'un domaine MPLS
- egress = LSR de sortie d'un domaine MPLS

Format des paquets MPLS (se situant entre l'entête 2 et l'entête 3)

- label (20 bits)
- expérimental (3 bits) = inutilisé
- end of stack (1 bit)
- TTL (8 bits)

Protocole de distribution des labels : LDP

- en lien avec le protocole de routage dans un domaine MPLS, protocole de signalisation qui transforme les tables de routage du protocole interne en LSP

## Ingénierie de trafic

Ingénierie de trafic = moyens permettant de mesurer, caractériser, modéliser et contrôler le trafic Internet

- nécessite un surdéploiement, mais ce n'est pas suffisant (exemple : superposition de chemins alors que d'autres sont peu utilisés)
- gestion de la QoS

MPLS permet d'isoler des trafics (comme par exemple des VPN dans le réseau au lieu d'avoir des tunnels)

- Tunnel avec capacités de QoS (voix plus prioritaire que données, SIP trunk)
- Tunnel one-to-many

traffic shaping = modèle le trafic pour qu'il corresponde au contrat

Remarques :

- Pourquoi MPLS > ATM ? Meilleure intégration avec IP, meilleure gestion des paquets de taille variable (IP) et des gros paquets (coûteux pour ATM), ingénierie de trafic plus aisée, MPLS est multi-protocole, empilement de labels possible avec MPLS (seulement 2 niveaux avec ATM)