

# Couche liaison — suite

## RICM 2<sup>e</sup> année



Martin Heusse

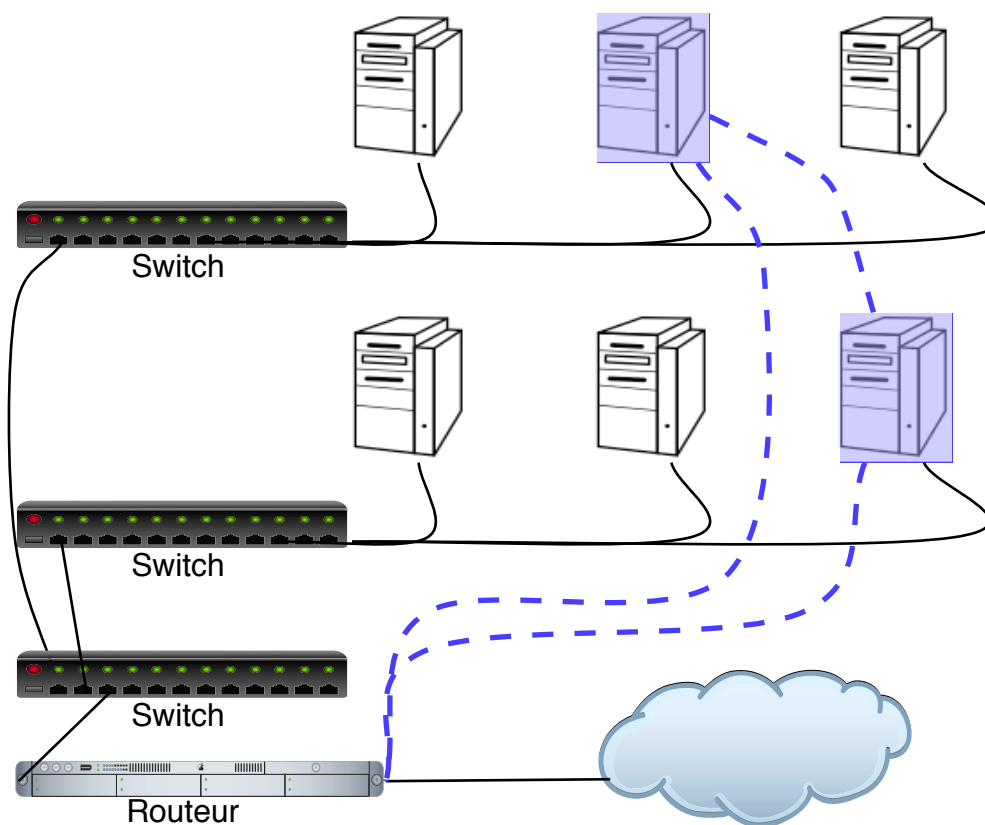
---

# Couche liason

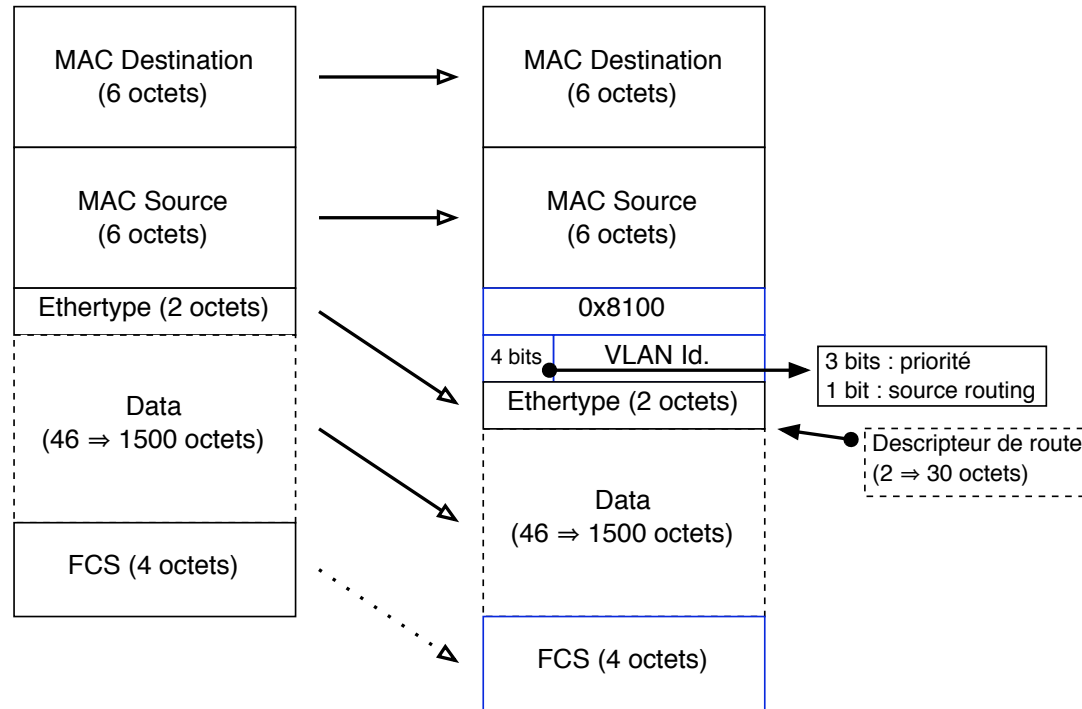
- Ethernet
  - VLAN
  - STP
- SDH
- DWDM

# VLAN

- Plusieurs réseaux ethernet distincts dans les mêmes commutateurs



- Si plusieurs VLAN partagent un lien  $\Rightarrow$  marquage des paquets (802.1q)



---

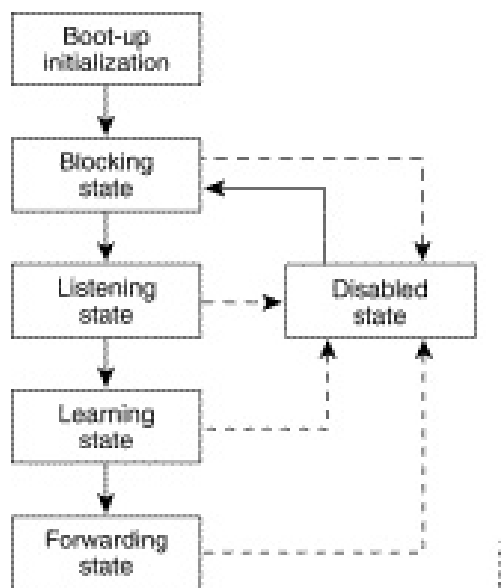
# ***Spanning Tree Protocol (STP)***

## **frames BPDUs Bridge Protocol Data Units**

- But : fabriquer un arbre (→ sans cycle)
- Élection d'un commutateur racine (celui qui a l'adresse MAC — ou la priorité la plus petite)
- Calcul du plus court chemin vers la racine
  - Choix du commut. désigné : le voisin le plus proche de la racine
  - Choix du port désigné sur un segment.
- Trames TCN : *Topology Change Notification*  
Signalisation vers la racine, qui réémet des BPDUs.  
On attend le temps d'aller-retour maximum avant de d'utiliser les nouveaux ports

# STP

- 5 états :
  - Blocking (état initial, au moins 30s)
  - Listening
  - Learning
  - Forwarding
  - Disabled



(Cisco)

---

## RSTP — *Rapid STP* (802.1w)

- Convergence plus rapide que STP
- 2 nouveaux états :
  - Port de bordure (*edge port*) : ne peut pas créer un cycle → passe immédiatement en *Forwarding*
  - Quand un nouveau chemin apparaît, on coupe les ports amonts jusqu'à ce que les commutateurs suivant ait fait la même opération.

---

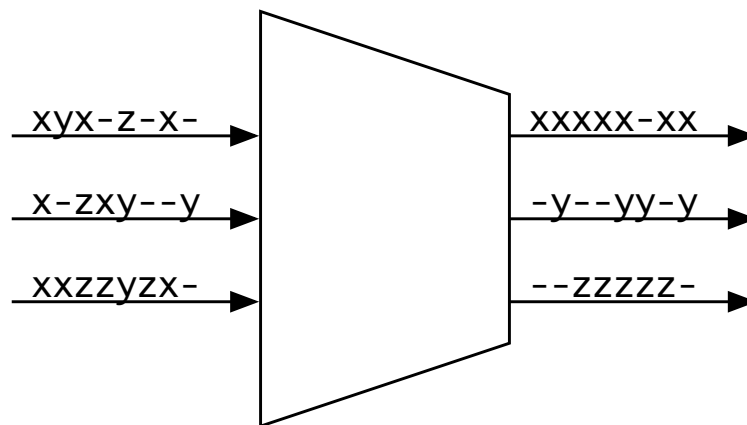
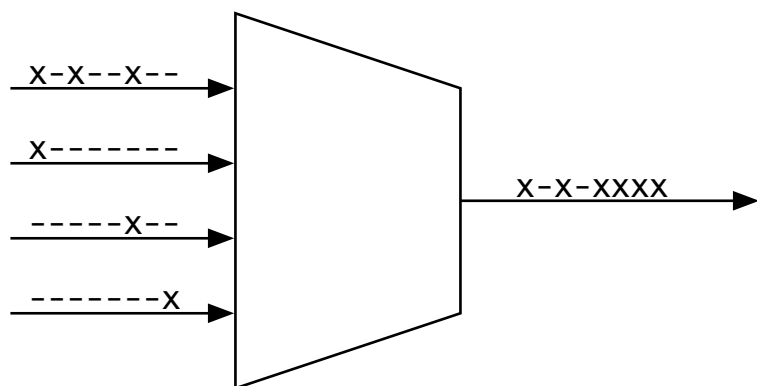
# SDH / SONET

- Hiérarchie *synchrone* ( $\neq$  plésiochrone  $\neq$  asynchrone)  
⇒ démultiplexage « simple »
- Échantillonnage à 8 KHz (fréquence d'échantillonnage du téléphone)
- SDH et SONET définissent les modalités du *multiplexage* sur fibres optiques (principalement)
- Les systèmes de transmission sur fibre installés récemment utilisent presque tous SDH ou SONET
- SONET est un standard américain  
SDH est utilisé dans le reste du monde
- Le débit élémentaire de transport de SDH est de 155.52Mb/s (STM-1)
  - Les autres débits sont ses multiples :  $4 \times N \times 155.52 \text{ Mb/s}$
  - 622.08 Mb/s (STM-4) ; 2488.32 Mb/s (STM-16). . .

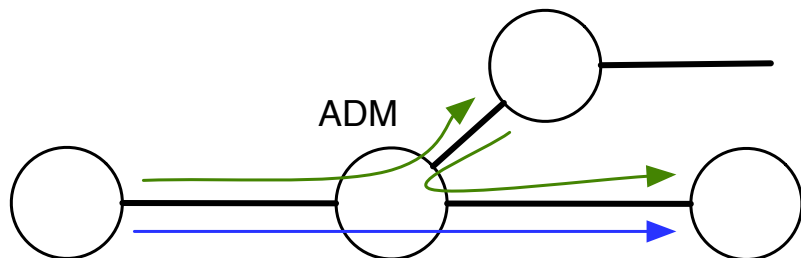


# SDH : débits des données-client

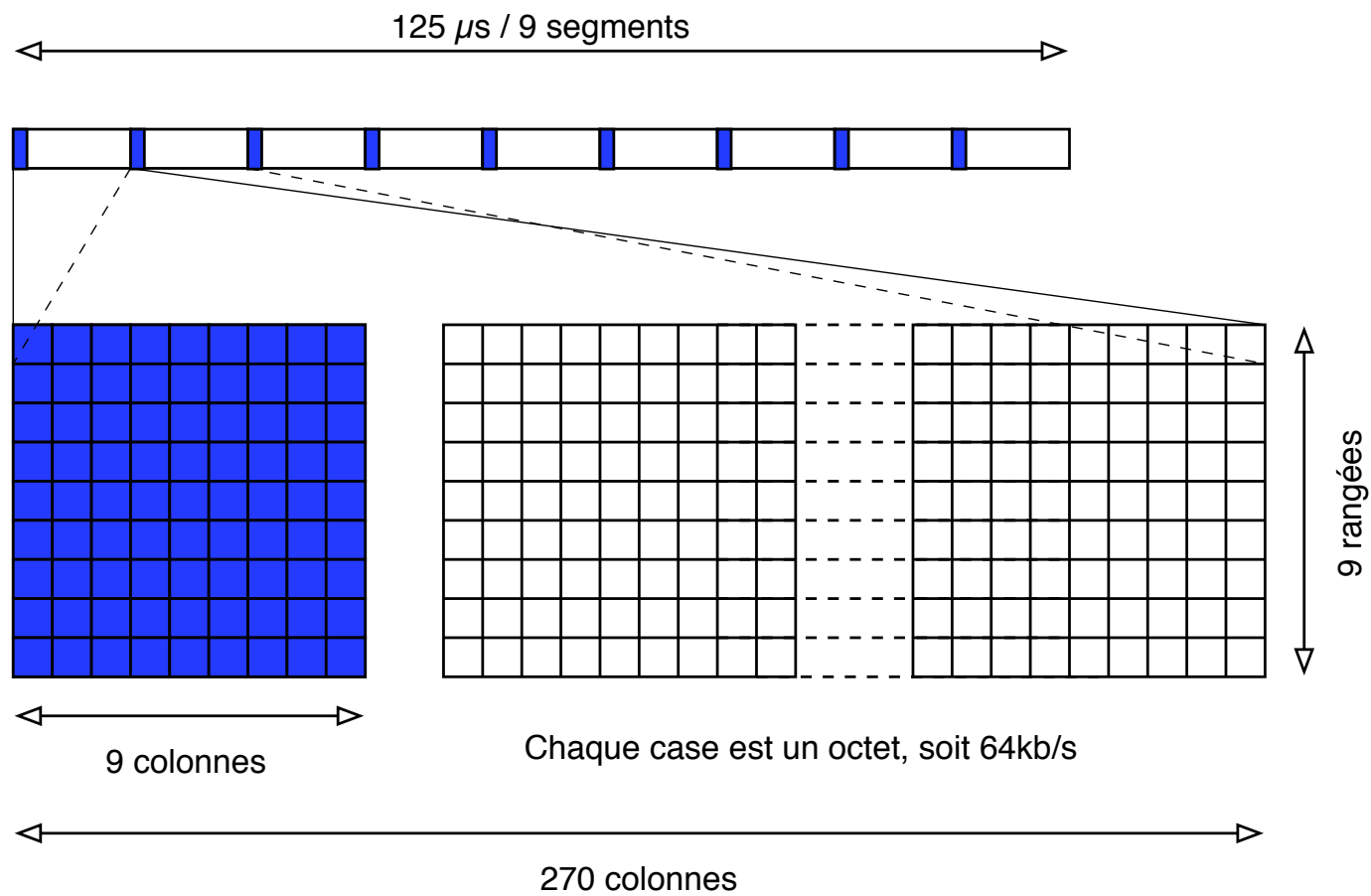
- 2/6/34/45/140 Mb/s contenu dans des *containers*
- Multiplexage, démultiplexage, tri



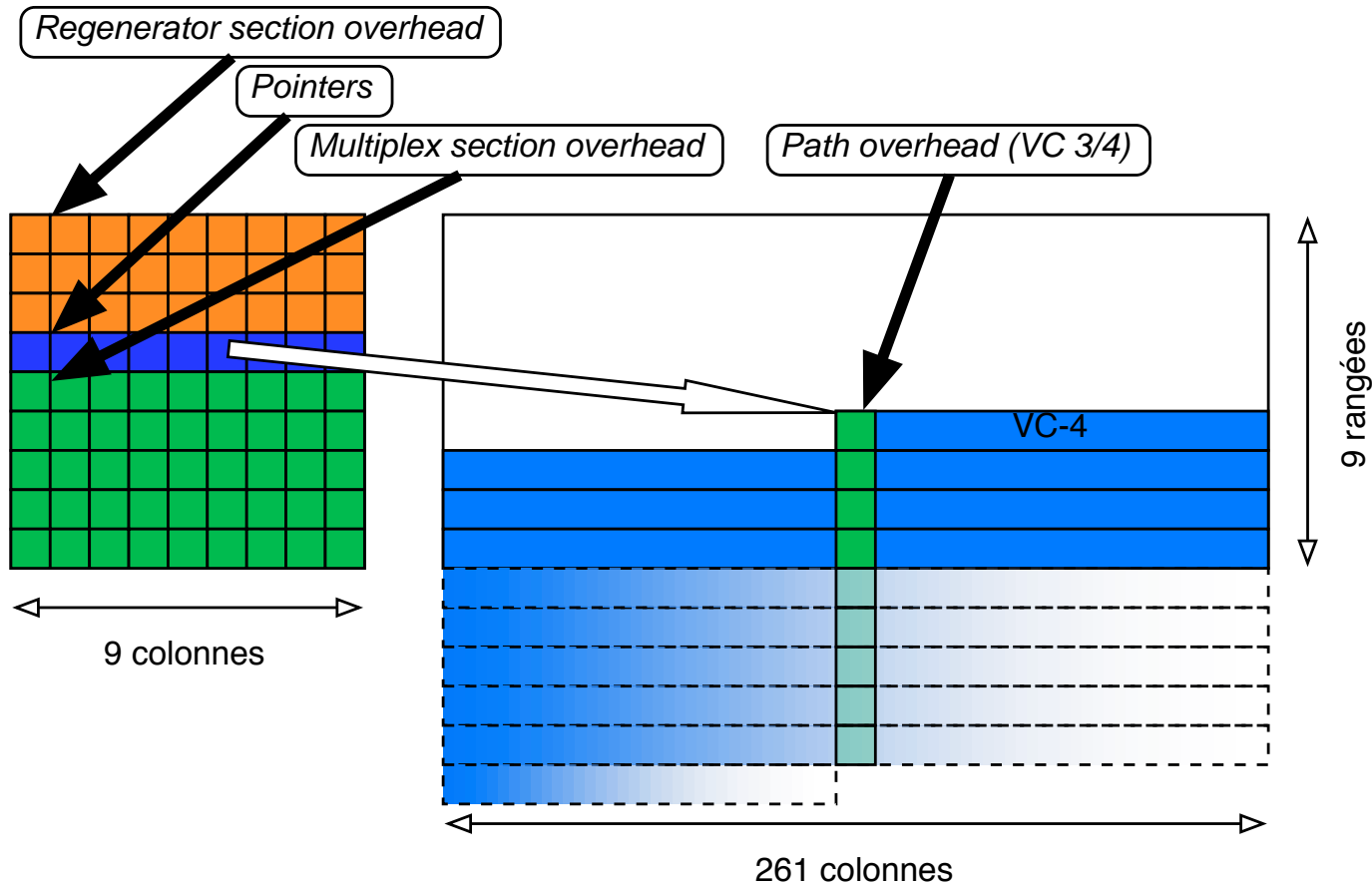
- *ADM : Add/Drop Multiplexer*



# Trame SDH / STM-1



# Conteneurs virtuels



- Les trames STM-N transportent plusieurs trafics de débit plus faible multiplexés  
 ⇒ *Virtual Containers (VC)*
- Exemple : VC-12 ; 2,304 Mb/s ; 9 lignes, 4 colonnes

---

– 4 octets d'entête/VC → 2,048 Mb/s de *débit utile* (EI)

**VC-4 ; 150.336 Mbit/s ; 9 lignes, 261 colonnes**

– 9 octets d'entête/VC

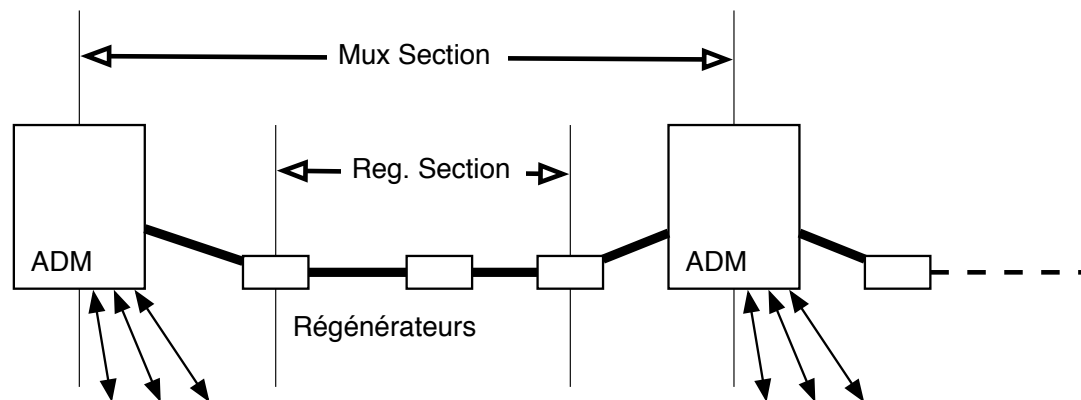
(*checksum*, signalisation d'erreur, type des données)

**VC-3 ; 48.960 Mbit/s 9 lignes, 85 colonnes**

– 9 octets d'entête/VC

# Entêtes SDH

- *Regenerator section* :
  - Section du réseau située entre deux régénérateurs
  - Indication de début de trame, *checksum*. . .
- *Pointers*
  - Indique où les conteneurs commencent
  - Éventuellement leur fréquence
- *Multiplexer section overhead*
  - Entête utilisé d'un multiplexeur à l'autre



---

# Packet over SDH (PoS) (RENATER 3)

- Transmission de paquets IP sur SDH
- Architecture :

IP	réseau (3)
PPP	lien (2)
SDH	physique (1)

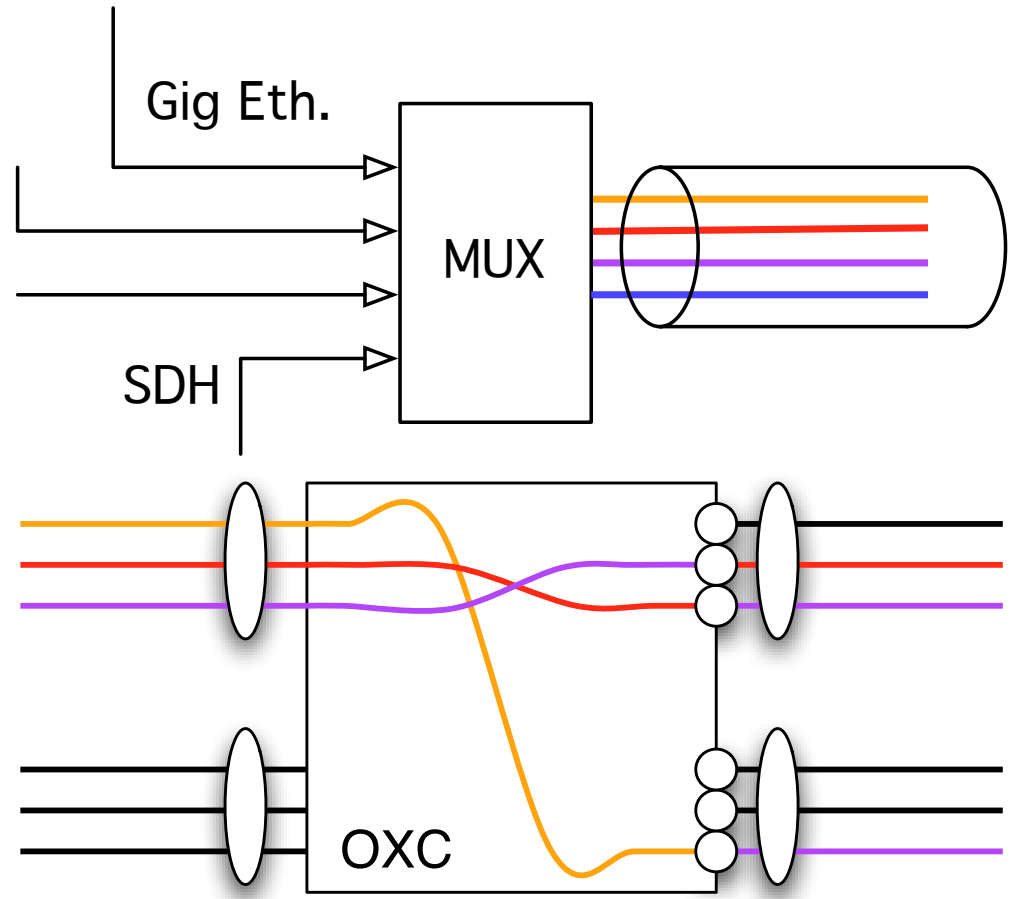
- SDH : *Scrambling* avant transmission  
(évite la perte de synchronisation en cas de suites de bits identiques)

---

# *IP over Optical (ipo)*

- Technologie
  - WDM (*Wavelength Division Multiplexing*)
    - ✓ CWDM (*Coarse*)  $\neq$  DWDM (*Dense* : écartement de (50 ou) 100 GHz/0,8 nm)
      - ✗ DWDM : ré-amplification optique tous les 120km
      - ✗ Jusqu'à 45 longueurs d'onde
  - Brassage optique
    - ✓ Commutation spatiale (fibre/fibre)
    - ✓ Conversion de longueur d'onde ( $\lambda/\lambda$ )
    - ✓ optique-electrique-optique (OEO) ou tout optique
  - Établissement de chemins optiques à la demande
  - Transport de trafics hétérogènes (ethernet ; SDH)
    - ✓ VPN optique
- ★ Comment ce réseau est vu/exploité par IP ?
  - Problème similaire avec un réseau ATM sous-jacent

# Brasseur optique





---

# DWDM : évolution

- 10 Gb/s par canal ( $\lambda$ )
  - Utilisation de codes correcteurs d'erreur (similaire aux réseaux hertziens)
- 160 canaux par fibre
- Distance entre régénérateurs : jusqu'à 6000 km

---

# Renater 4

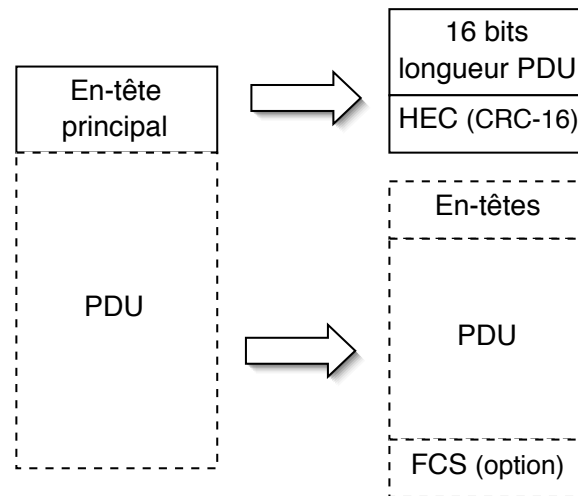
- Fibres noires loués, DWDM
- Dans chaque  $\lambda$  : 10GbE
- MPLS
- Réseau parallèle à Renater 3 (liens POS)

---

# Simplification

- Les cas aDSL : IP/PPPoE/ATM/SDH/optique
- IP/ATM/SDH/WDM
  - Utilise éventuellement le savoir-faire ATM
  - Problème de l'adaptation de la QoS ATM à IP
  - ATM+AAL5 → sur-débit de 25%!
- IP/SDH/WDM (POS : *Packet over SDH*)
  - *overhead* : 3%
  - Multiplexage temporel « strict » : pertes de bande passante
  - Nécessité d'une encapsulation → PPP
- IP/WDM
  - Nécessité d'une encapsulation → trames GFP (*Generic Framing Procedure*)
  - Gestion du réseau simplifiée (depuis IP)
  - IP : multicast optimisé, QoS suivant le paradigme IP
- IP / Ethernet / WDM

# trame GFP



- Point à point
- Détection de trame par le HEC (style ATM)
- Les trames GFP pourraient être transportées sur SDH (IP/GFP/SDH/opt.)
- Pas d'allongement incontrôlé des trames comme dans PPP (échappement des octets de contrôle)