



# SONET - SDH

François JANNIN

Janvier 2010

Exposé - Informatique et Réseaux 3<sup>ème</sup> année

# SONET – SDH

1. SONET – SDH, généralités
2. SDH, du conteneur au STM
3. Topologie, protection des réseaux SDH
4. IP over SONET / SDH

# SONET – SDH généralités

1. De PDH à SONET / SDH
2. Les débits SDH
3. Avantages

# SONET – SDH généralités

## De PDH à SONET – SDH

- ▶ La PDH (Plesiochronous digital hierarchy)
  - Plésiochrone : presque synchrone
- ▶ Synchronisation émetteur <-> récepteur complexe
  - Horloge répartie sur chaque équipement
  - Risque de perte de données
- ▶ Problème de bande passante
  - 565 Mbit/s
  - Désaccord total avec les services actuels (vidéo, voix, données)
- ▶ Problème de compatibilité
  - PDH Europe, Japon  $\neq$  PDH USA
- ▶ Récupération des données complexe
  - Démultiplexage complet nécessaire

# SONET – SDH généralités

## De PDH à SONET – SDH

- ▶ SONET / SDH, palier aux défauts de PDH
- ▶ SONET
  - Synchronous Optical Network (USA)
- ▶ SDH
  - Synchronous Digital Hierarchy (EUROPE)
- ▶ Années 1980
  - SONET : Bellcore (1986)
  - SDH : UIT-T (1988)
- ▶ Par les opérateurs, Pour leur réseau
- ▶ Assure des niveaux de très haut débit
  - Fondement des architectures backbones très haut débit

# SONET – SDH généralités

## De PDH à SONET – SDH

- ▶ Protocole de niveau 2 (Liaison)
- ▶ Synchrones
  - Réseau de distribution d'horloge
  - Horloge de référence
  - Basé sur une période de 125  $\mu$ s
- ▶ Basé sur le multiplexage temporel (TDM)
- ▶ Principe
  - Encapsuler les données dans des blocs (trames)
  - Multiplexer ces blocs pour obtenir des blocs de plus en plus gros jusqu'à obtention d'un STM (Module de Transport Synchrones)
  - Toujours transmis en 125  $\mu$ s, donc augmentation du débit
  - Deux niveaux de multiplexage LO et HO

# SONET – SDH généralités

## Les débits SDH

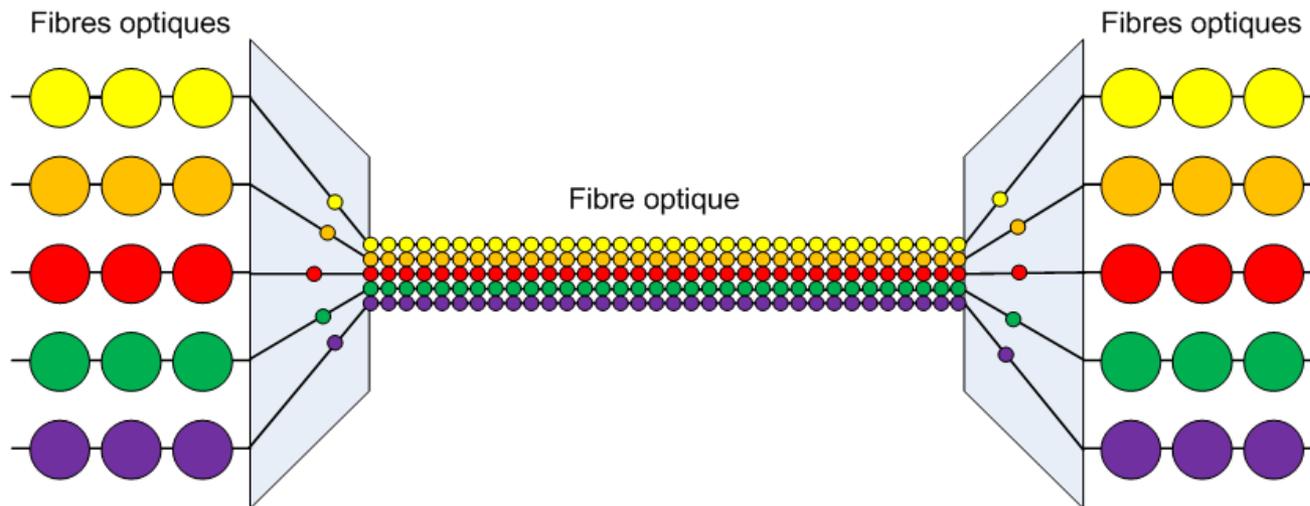
- ▶ Pour SONET OC-n / STS-n (Optical container niveau n pour les signaux optiques, synchronous transport signal niveau n pour les signaux électriques) .
- ▶ Pour SDH, niveau organisés hiérarchiquement en STM-n (Synchronous Transport Module ,niveau n).

Débit (Mbit/s)	Désignation SONET STS / OC	Désignation ITU-T STM	Médium
51,84	STS-1 / OC-1		Coaxial
155,52	STS-3 / OC-3	STM-1	Fibre optique
466,56	STS-9 / OC-9		Fibre optique
622	STS-12 / OC-12	STM-4	Fibre optique
1244, 16	STS-24 / OC-24		Fibre optique
2488,32	STS-48 / OC-48	STM-16	Fibre optique
4973,54	STS-96 / OC-96		Fibre optique
9953,28	STS-192 / OC-192	STM-64	Fibre optique
39813,12	STS-768 / OC-768	STM-256	Fibre optique

# SONET – SDH généralités

## Les débits SDH

- ▶ Les débits SDH varient de 51,84 Mbits à 39813,12 Mbits
- ▶ Possibilité d'obtenir des liaisons à des débits supérieurs grâce à WDM



- ▶ Apollo : 80 signaux STM-64 → 800 Gbit/s

# SONET – SDH généralités

## Avantages

- ▶ Compatible PDH
- ▶ Ajout / Extraction d'affluents faible débit simplifié
- ▶ Avantages d'une transmission optique
  - Grande bande passante
  - Pas d'interférence inter fibres ou électromagnétiques
- ▶ Mid fiber meet :
  - Interface optique définie pour l'interconnexion d'équipements de constructeurs différents
- ▶ Canaux intégrés de gestion de réseau
  - Exploitation, administration
  - Maintenance
- ▶ Taux élevé de disponibilité : auto cicatrisant

# SDH du conteneur au STM

1. Multiplexage de niveau inférieur
2. Multiplexage de niveau supérieur

# SDH, du conteneur au STM

## Multiplexage de niveau inférieur

### ▶ Conteneur :

- Une enveloppe électronique, de format standard
- Divers types de contenus :
  - cellules ATM
  - flux plésiochrones (PDH)
  - trames (HDLC, GFP)
- Introduction d'un sur-débit :
  - type de contenu
  - drapeau de début, de fin
- En Europe les niveaux « i » normalisés sont : 12, 3 et 4



# SDH, du conteneur au STM

## Multiplexage de niveau inférieur

140 Mbit/s



34 Mbit/s



2 Mbit/s

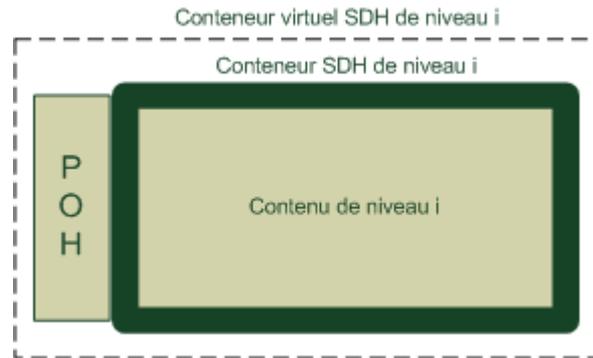


# SDH, du conteneur au STM

## Multiplexage de niveau inférieur

- ▶ Conteneur virtuel :

- Ajout d'un sur-débit « de conduit » au conteneur, le POH (path overhead)



- Concordance conteneur virtuel de niveau i, débit

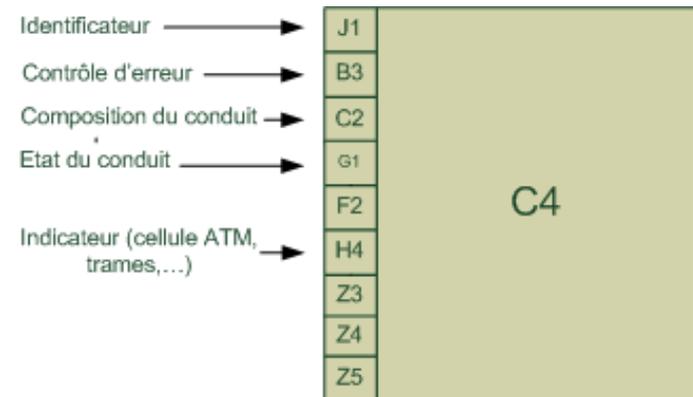
- VC 12 → 2 Mbit/s
- VC 3 → 34 Mbit/s
- VC 4 → 140 Mbit/s

**Conteneur virtuel,  
entité de base géré par  
le réseau SDH.**

# SDH, du conteneur au STM

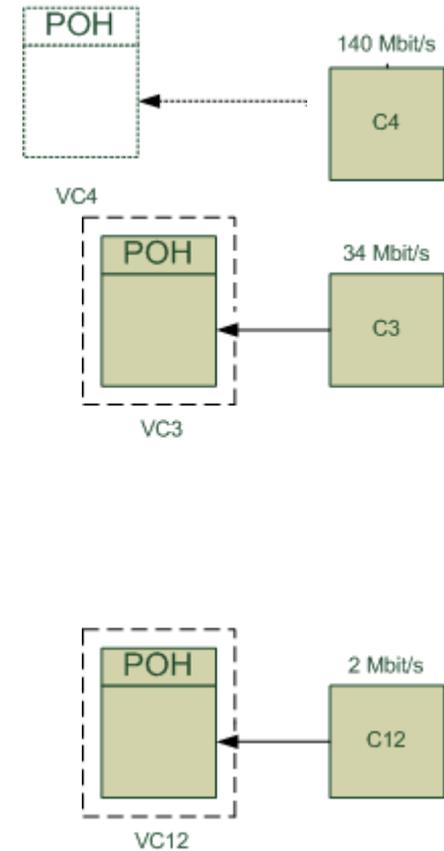
## Multiplexage de niveau inférieur

- ▶ 2 types de conteneur virtuel
  - Les conteneurs virtuels d'ordre supérieur (4) : transportés
  - Les conteneurs virtuels d'ordre inférieur(12,3) : multiplexés
- POH (Sur-débit) :
  - Sur les VC 4
  - 9 octets



# SDH, du conteneur au STM

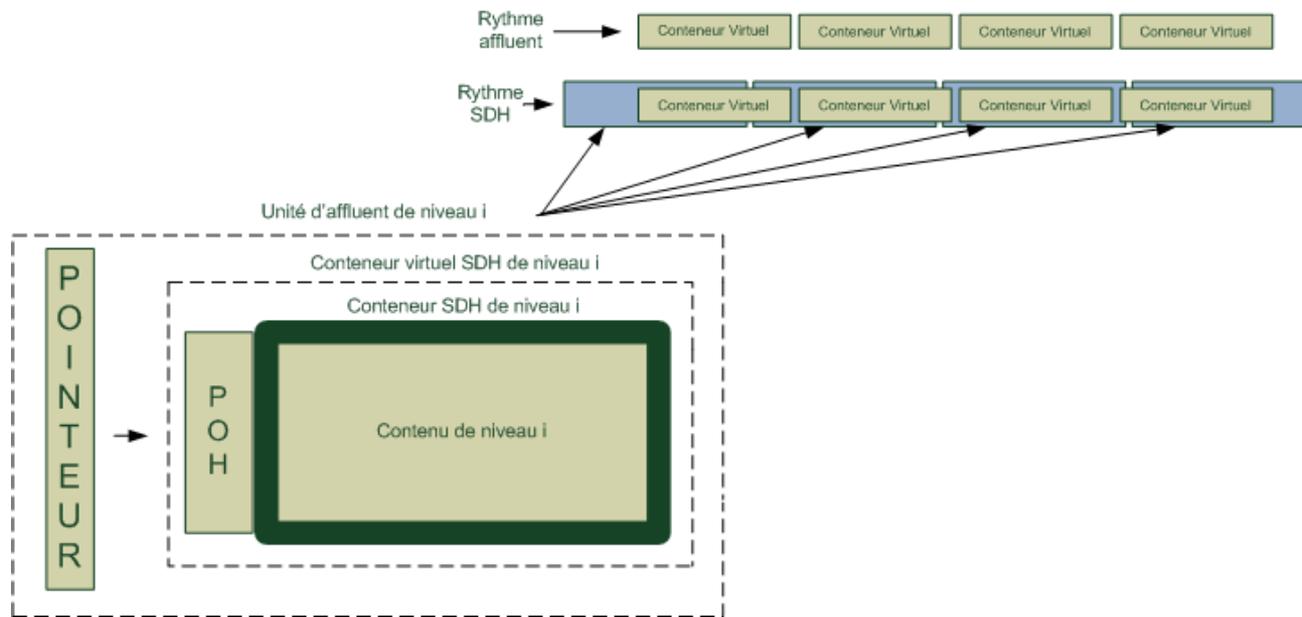
## Multiplexage de niveau inférieur



# SDH, du conteneur au STM

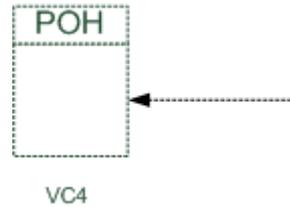
## Multiplexage de niveau inférieur

- ▶ Une unité d'affluent est composé :
  - D'un conteneur virtuel d'ordre n (ordre inférieur)
  - D'un pointeur, pour repérer la position du conteneur virtuel dans une trame SDH.

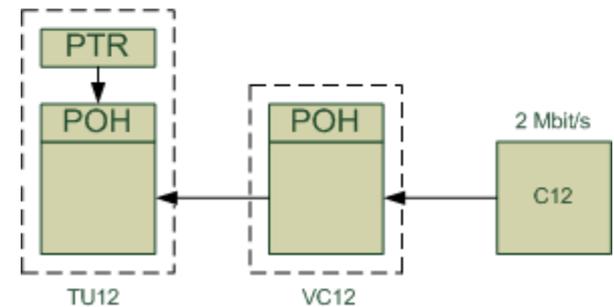
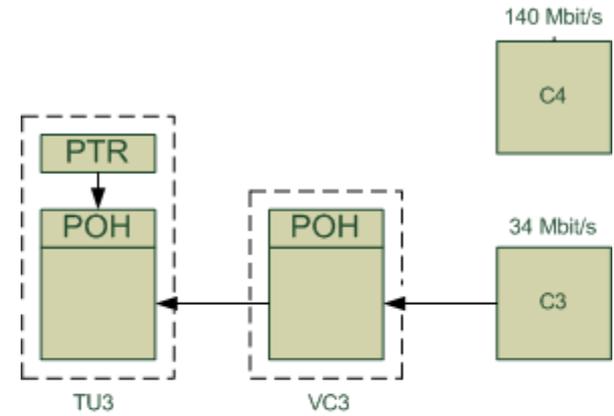


# SDH, du conteneur au STM

## Multiplexage de niveau inférieur



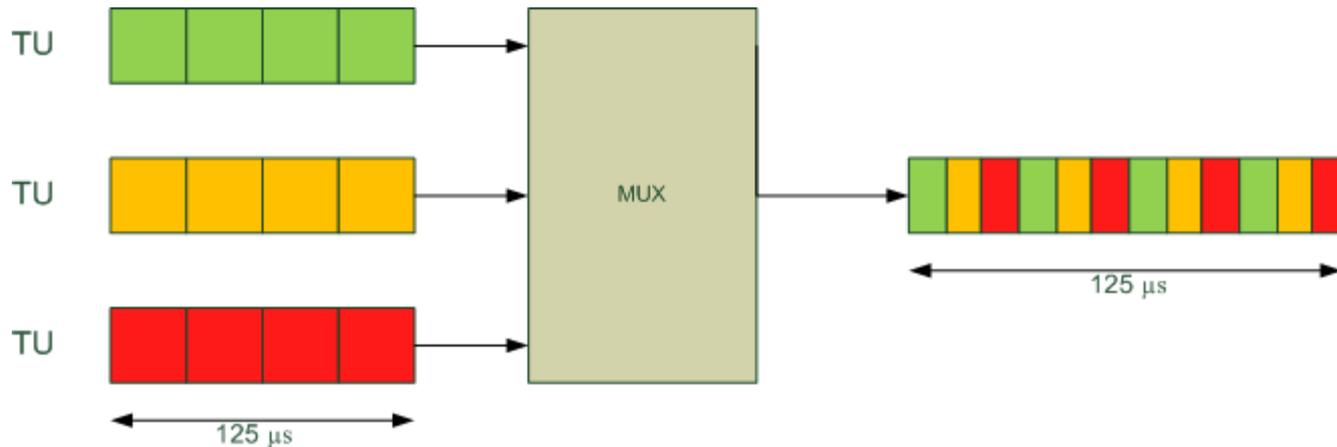
Multiplexage bas débit



# SDH, du conteneur au STM

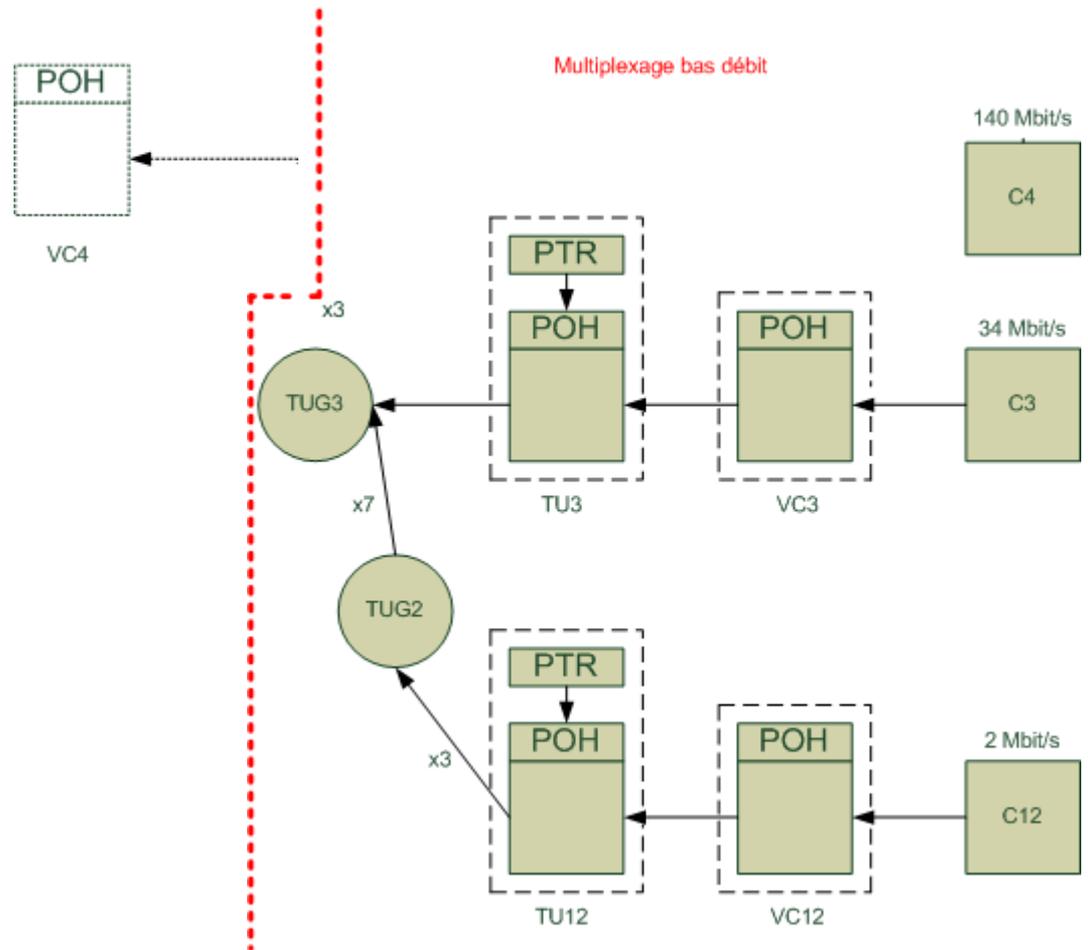
## Multiplexage de niveau inférieur

- ▶ Un groupe d'unités d'affluents (TUG)
  - Multiplexages temporels successifs pour obtenir un VC 4
    - 3 TU12 multiplexés en un TUG-2,
    - 7 TUG-2 multiplexés en un TUG-3
    - 3 TUG-3 donne un VC 4 (unité de base)



# SDH, du conteneur au STM

## Multiplexage de niveau inférieur



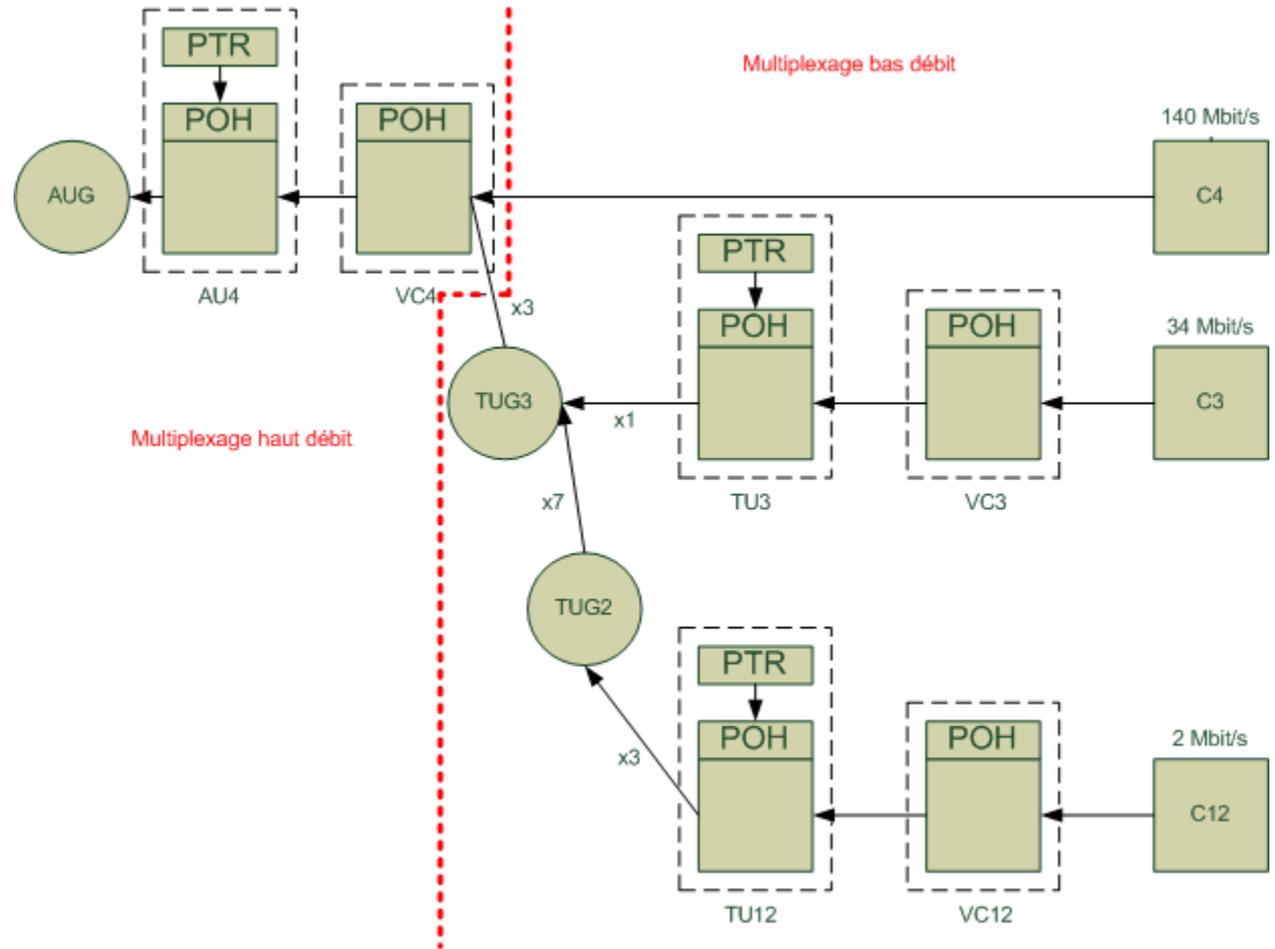
# SDH, du conteneur au STM

## Multiplexage de niveau supérieur

- ▶ Une Unité d'administration est composé (AU)
  - D'un conteneur virtuel d'ordre n (ordre supérieur)
  - D'un pointeur, pour repérer la position de début de conteneur virtuel
- ▶ Un groupe d'unités d'administrations est composés (AUG)
  - Aux USA, 3 AU3 multiplexés en un AUG4 (multiplexage temporel)
  - En Europe, un AUG4 est égal a un AU4
- ▶ Repose sur le même principe que TU et TUG

# SDH, du conteneur au STM

## Multiplexage de niveau supérieur



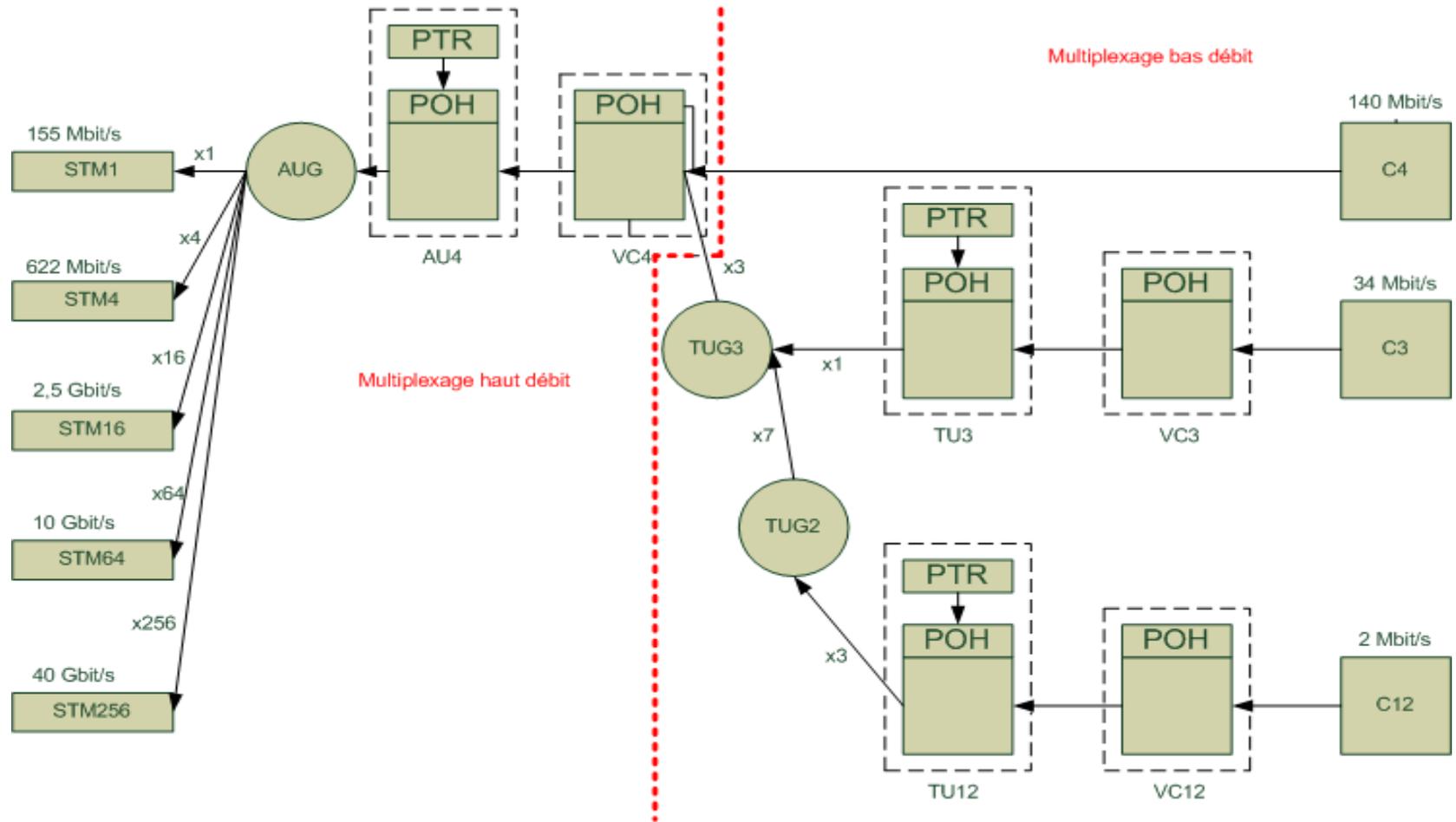
# SDH, du conteneur au STM

## Multiplexage de niveau supérieur

- ▶ A partir de n AUG
  - Ajout d'un RSOH (Regenerator Section Overhead)
  - Ajout d'un MSOH (Multiplex Section Overhead)
- ▶ Toujours à partir de multiplexage temporel
  - On obtient des modules de transport synchrone STM-n
    - STM-4 : 4 AUG4
    - STM-16 : 16 AUG4
    - STM-64 : 64 AUG4
    - STM-256 : 256 AUG4

# SDH, du conteneur au STM

## Multiplexage de niveau supérieur



# Topologies, protection des réseaux SDH

1. Topologies et enjeux
2. Topologie en anneaux
3. Protection des réseaux SDH

# Topologies, protection des réseaux SDH

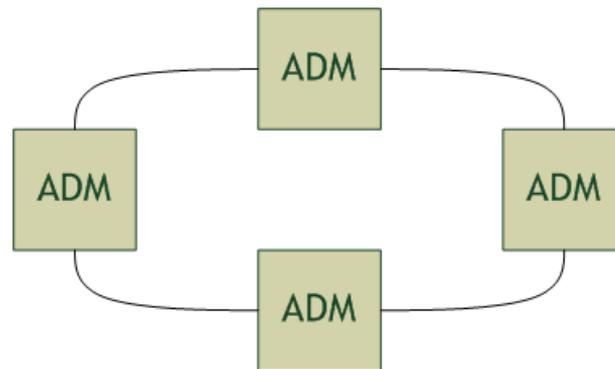
## Topologies et enjeux

- ▶ Prise en compte d'un certain nombre de considérations fondamentales
- ▶ Performances :
  - Respect du débit
  - Respect du synchronisme
  - Assurer le transport dans un temps minimum
- ▶ Protection
  - Palier automatiquement les défaillances
    - Câble coupé, panne électrique, incendie d'un nœud
- ▶ Architectures :
  - Anneau, bus, étoile

# Topologies, protection des réseaux SDH

## Topologie en anneau

- ▶ Réseau en anneau
  - Topologie la plus utilisée en SONET / SDH
    - Mécanisme performant d'auto-cicatrisation (anneau auto-cicatrisants)
    - Délai de rétablissement < 50 ms
    - Topologie de la boucle locale haut débit



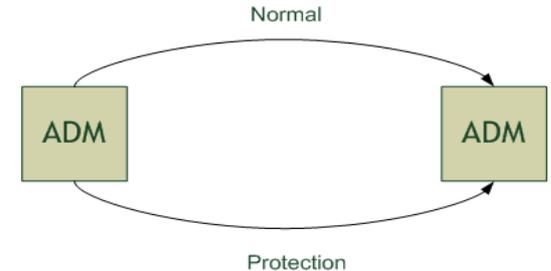
- ▶ Possibilité de topologies mixées...

# Topologies, protection des réseaux SDH

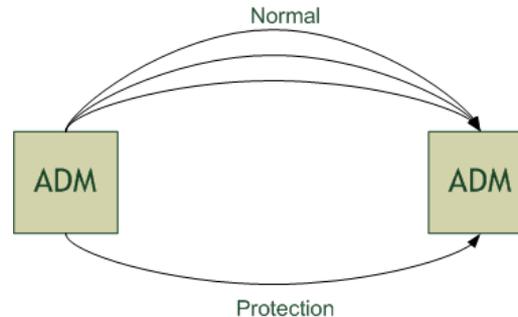
## Protection des réseaux SDH

- ▶ Différents types de protection

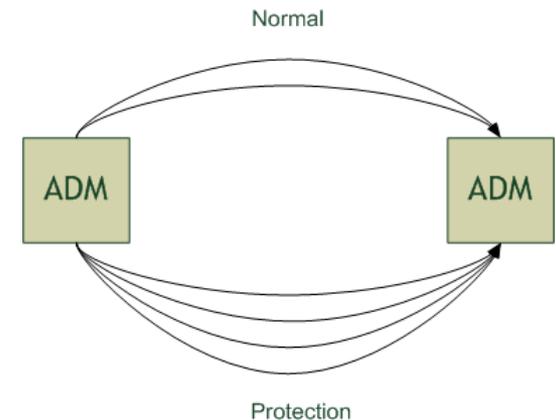
- Protection de type 1 + 1



- Protection de type 1:n



- Protection de type n:m



# Topologies, protection des réseaux SDH

## Protection des réseaux SDH

- ▶ Anneaux auto-cicatrisants divisés en deux catégories
  - Anneaux unidirectionnels (2 fibres)
    - Emission et réception dans le même sens sur la fibre « active »
    - Fibre de protection utilisée :
      - Duplication du trafic
      - Acheminement de trafic non prioritaire
  - Anneaux bidirectionnels (2 fibres)
    - Emission et réception en sens opposé, utilisation des deux fibres de la paire
    - Moitié de la bande passante réservée, pour le reroutage en cas de défaillance
  - Anneaux bidirectionnels (4 fibres)
    - Paire de fibres réservée pour la protection,

# Topologies, protection des réseaux SDH

## Protection des réseaux SDH

- ▶ Deux mécanisme de protection d'anneau
  - La protection de conduit
    - Dupliquer simultanément le trafic
    - Sélectionner le signal de meilleur qualité à la réception
  - La protection de section de multiplexage
    - Basé sur la détection de défaut entre deux multiplexeur
    - le signal est complètement rerouté

# IP over SONET – SDH

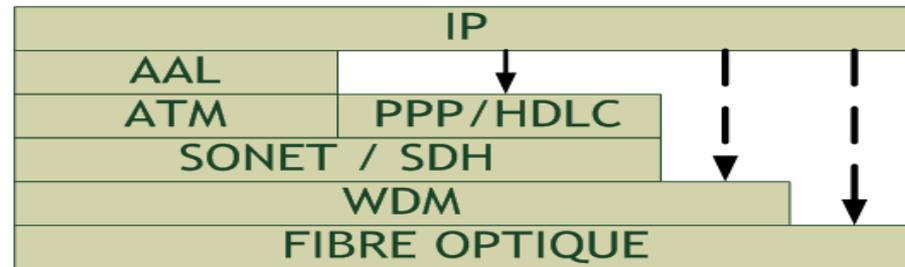
1. POS (Packet Over SONET)

2. SDH NG

# IP over SONET

## POS (Packet Over SONET)

- ▶ POS (Packet Over SONET) / IP Over SONET
- ▶ Plus précisément :
  - IP sur PPP/HDLC sur SONET/ SDH
  - Définis dans la RFC 1619 (IP over SONET)



- ▶ Nécessité de structurer le flot de paquet IP en trame
- ▶ Très utilisé pour l'acheminement des paquets IP à haute vitesse
- ▶ Utilisé dans les liaisons directes entre Gigarouteur

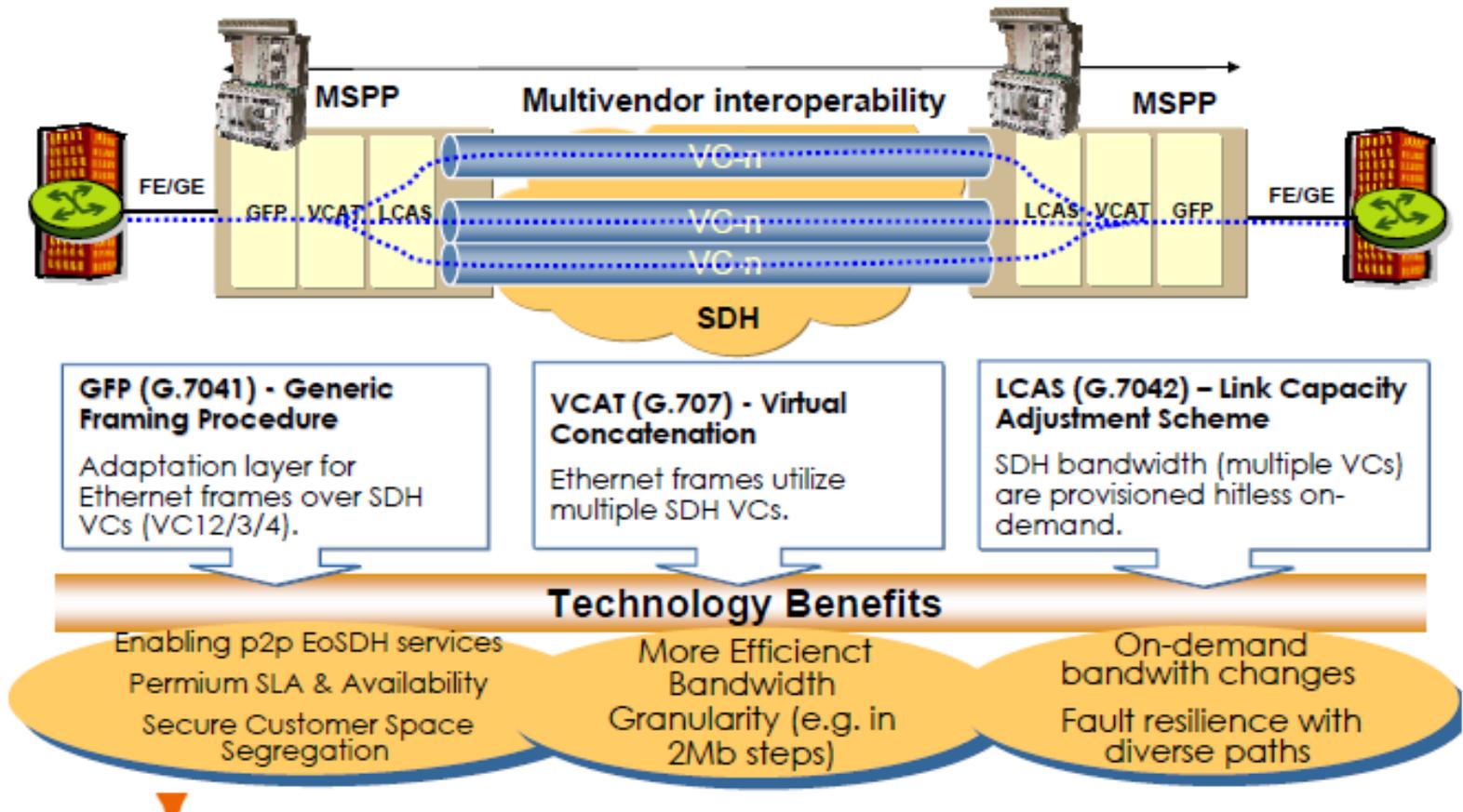
# IP over SONET

## SDH NG

- ▶ SDH Next Generation
- ▶ Adapter un réseau synchrone
  - Pour le transport de service asynchrones
  - Variables en bande passante (débit) dans le WAN (IP, Ethernet)
- ▶ Proposer une alternative à POS et IP/ATM/SDH
  - Conserver les avantages de SDH
  - Conserver l'infrastructure existante
- ▶ Trois mécanismes sous jacent
  - VCAT (Virtual Concatenation)
  - GFP (Generic Frame Protocol)
  - LCAS (Link Capacity Adjustment Scheme)

# IP over SONET

## SDH NG



Source : <http://www.oiforum.com/public/downloads/Alcatel-05.pdf>

# IP over SONET

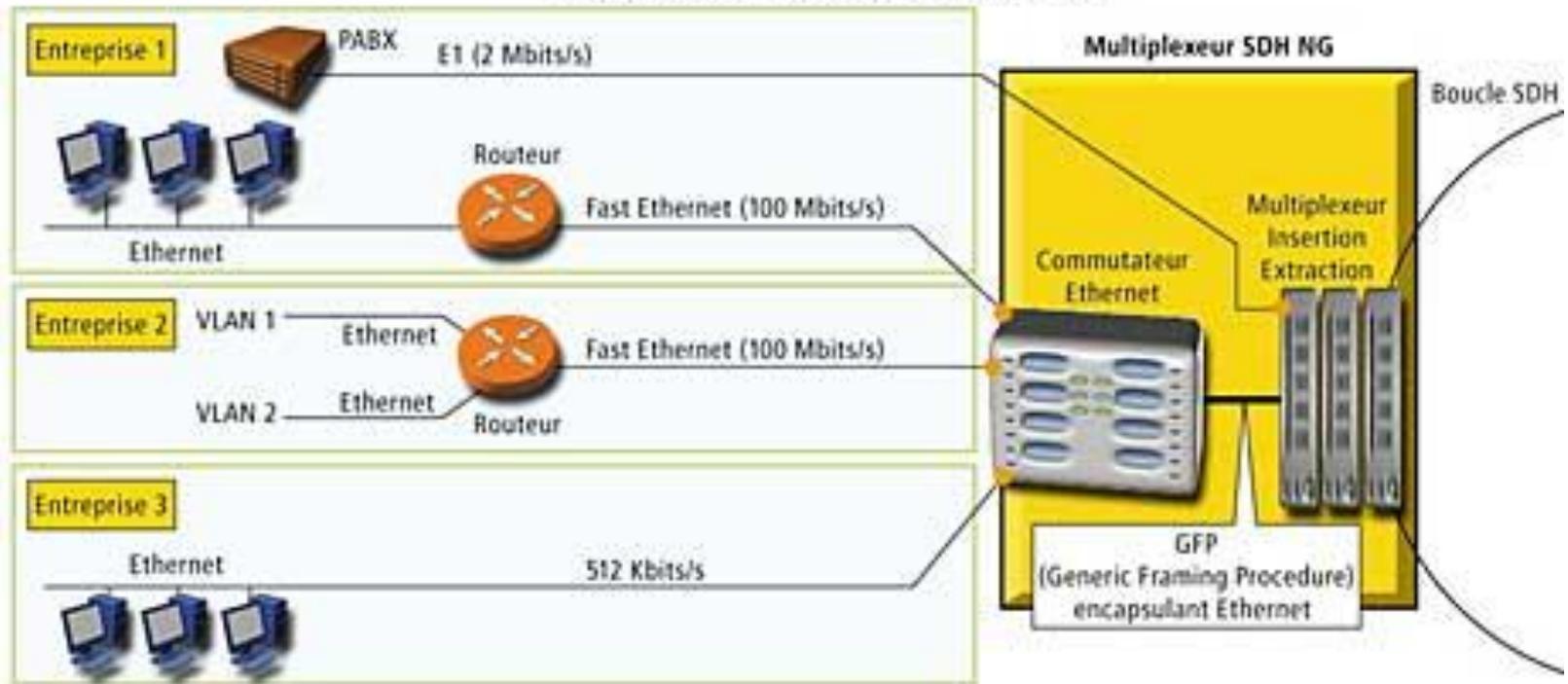
## SDH NG

- ▶ VCAT (Virtual Concatenation)
  - Extension du mécanisme de concaténation de SDH
  - Permet une granularité plus fines
- ▶ GFP (Generic Frame Protocol)
  - Procédure générique de tramage
  - Adaptation du trafic de signaux client de couche supérieure a un réseau de transport
- ▶ LCAS (Link Capacity Adjustment Scheme)
  - Utilise VCAT
  - Permet une bande passante « à la demande »

# IP over SONET

## SDH NG

### Les services Ethernet en SDH NG



Source : <http://www.01net.com/article/197722.html>

# SONET – SDH

Questions / Réponses



# Bibliographie / Webographie

- ▶ <http://www.guill.net/>
  - ▶ <http://z.oumnad.123.fr/RTCP/SDH.pdf>
  - ▶ [http://fr.wikipedia.org/wiki/Hi%C3%A9rarchie\\_num%C3%A9rique\\_synchrone](http://fr.wikipedia.org/wiki/Hi%C3%A9rarchie_num%C3%A9rique_synchrone)
  - ▶ Cours SDH : Alcatel university
  - ▶ Cours Transmission Optique – C. Bernard
- 