

# Etude comparative d'approches de convergence Fixe-Mobile dans un réseau optique

Nora IZRI

`nora.izri@prism.uvsq.fr`

Laboratoire PRISM, Université de Versailles

*8<sup>ème</sup>* Atelier d'Évaluation de Performances

3 Juin 2008

# Plan

- 1 Introduction
  - Réseau optique
  - Multiplexage en longueurs d'onde
  - Types des longueurs d'onde
- 2 Principe de Convergence Fixe-Mobile
  - Niveaux de CFM
  - Approches de CFM
- 3 Simulation du réseau
  - Éléments du Simulateur
  - Mécanismes de transmission
- 4 Modèle analytique
  - Problème analysé
  - Modélisation de la file d'attente
  - Analyse numérique
- 5 Conclusion

# Contexte de travail

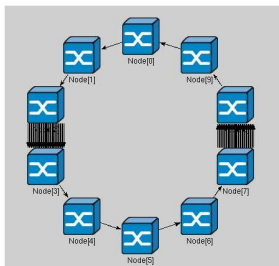
- Hauts débits
- Allocation des ressources dynamiques
  - Réduire les coûts d'investissements et d'exploitation



Réseaux de recherche actuels

# Réseau optique

- Topologie du réseau en anneau  $\Rightarrow$  sécurité en cas de panne.
- Caractéristiques : Nombre de noeuds ( $N$ ), nombre de longueurs d'onde ( $W$ ), nombre de fibres, ...
- Le trafic est sous forme de trame SDH (container optique) de taille fixe ( $K$ )
- Système en temps discret.



# Multiplexage en longueurs d'onde

- WDM permet d'augmenter la capacité de transmission des réseaux métropolitains et régionaux.
- Groupage de trafic + une technologie WDM
  - ⇒ optimiser les transmissions et minimiser les coûts
  - ⇒ Techniques de multiplexage WDM/Temporel.

# Affectation des longueurs d'onde

Une longueur d'onde est identifiée par : un numéro, un flag, et un type.

Deux approches d'affectation sont possibles :

## Approche statique

Les longueurs sont réparties par configuration

## Approche dynamique

Les longueurs d'onde sont reconfigurées à chaque tour d'anneau au niveau de chaque noeud, en fonction du trafic circulant dans l'anneau.

# Modes de connexion

## Transit

- Les trames sont relayées.
- Utilisé principalement pour les demandes ayant des contraintes temporelles dures.

## Sortie

- Réception des paquets locaux
- Les paquets sont transmis à la couche supérieure.

## Agrégation

- Amélioration du taux de remplissage des trames.
- Nécessite un passage en électronique pour l'extraction (décapsulation) des petits paquets, puis la mise en file d'attente.

## Définitions :

- T : nombre de longueurs en Transit
- A : nombre de longueurs en Agrégation
- L : nombre de longueurs en sortie (local au noeud).

## Condition :

$$T + A + L = W$$



# CFM (Convergence Fixe-Mobile)

## Couche applicative

IMS, UNIK, TWIN, TIPHON,...

## Couche liaison de données

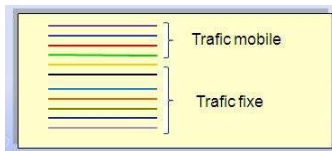
MPLS (T-MPLS), Ethernet (Provider Backbone Transport), ...

## Couche physique

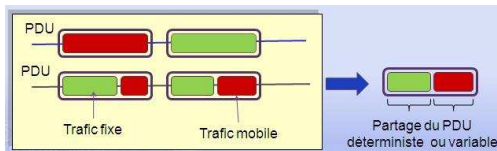
Technologie optique, les différents opérateurs, garantie de QoS.

# Approches de CFM

## 1 Approche statique



## 2 Approche mixte



## Scénarios de CFM (1/2)

### Scénario 1 : Affectation en dur

- W1 : nombre de longueurs pour le monde fixe
- W2 : nombre de longueurs pour le monde mobile

### Scénario 2 : Trafics mixtes sur une longueur

Trames par type de réseau (fixe et mobile) sur une même longueur

## Scénarios de CFM (2/2)

### Scénario 3 : Trames mixtes

Une trame contient des paquets venant du fixe et du mobile.

### Scénario 4 :

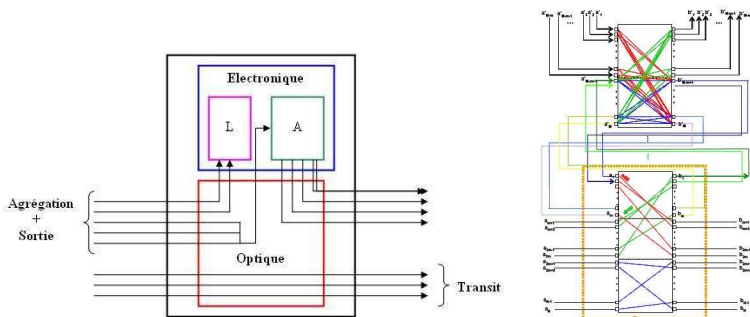
- W1 : nombre de longueurs pour le fixe
- W2 : nombre de longueurs pour le mobile
- W3 : trames mixtes
- W4 : trames par type de réseau sur une même longueur

Noeud :

Un identifiant

$(N - 1) * 4$  files d'attente pour l'émission.

Une file d'attente pour l'extraction des petits paquets lors d'une agrégation.



# Problèmes de dimensionnement

## Problème 1

Assigner les longueurs d'onde suivant leurs types, de manière à **minimiser** le coût global du réseau ; en prenant en compte l'équilibrage des charges au niveau de chaque noeud ?

## Problème 2

Ayant une connaissance du profil de trafic entrant au niveau du noeud, comment **calculer** le nombre de containers optiques nécessaires ?

# Mécanismes de transmission

## Aléatoire

Envoi en opportunisme  $\Rightarrow$  Problème de famine pour certaines stations de l'anneau.

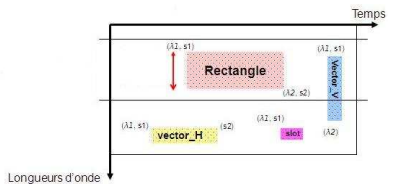
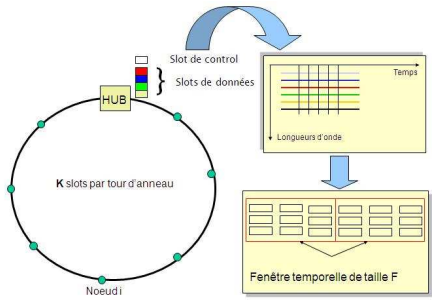
## Token Ring

Utilisation d'un jeton circulaire.

## Mécanisme centralisé

Utilisation d'un HUB qui permettra d'affecter des slots à chaque noeud voulant transmettre du trafic  $\Rightarrow$  Allouer des multi-segments à chaque tour d'anneau.

# Mécanisme centralisé





## Paramètres de simulation

### Etant donné :

- Un nombre de noeuds disposés en anneau
- Un nombre de longueurs d'onde
- Un trafic à transmettre

### Paramètres :

- Taux moyen de paquets en agrégation
- Nombre moyen de couleurs affectées par type
- Utilisation opportuniste
  - Taux de perte + détection de famine
- Utilisation centralisée
  - Taux de satisfaction des requêtes
  - Taux d'utilisation des slots alloués

# Problématique

Un passage en transit  $\rightarrow T1$

Un passage via le mécanisme d'agrégation :

- Extraction des paquets + mise dans la file  $\rightarrow T2$
- Sortir de la file d'attente  $\rightarrow T3$



$T1$  et  $T2$  sont constants, avec :  $T1 < T2$  et  $T3 \geq 0$

$T3$  est aléatoire et dépend de la file d'attente.

## Description de la file

- Les arrivées sont en Batch
- Chaque Batch est de taille comprise entre 0 et K
- La description de la file d'attente pour le modèle des arrivées lors de l'agrégation est notée :

**Batch / D / Z** ; avec :

$D = 1$  (le service est déterministe)

$Z =$  nombre de serveurs

# Equations d'évolution (1/2)

## Définitions

- $X_n$  : Nombre de paquets dans la file
- $A_n$  : Arrivées durant le slot  $n$
- $K$  : taille du container optique (fixe)
- $C$  : nombre de couleurs
- $z = KC$  : nombre de serveurs
- $out_n = \min(z, X_n)$  : Taille du Batch de sortie

## Suppositions

- Taille du Buffer est infinie
- $A_n$  et  $X_n$  sont indépendants.

## Equations d'évolution (2/2)

Arrivée après service

$$X_n = (X_{n-1} - z)^+ + A_n$$

Arrivée avant service

$$X_n = (X_{n-1} - z + A_n)^+$$

## Equations d'évolution (2/2)

Arrivée après service

$$X_n = (X_{n-1} - z)^+ + A_n$$

Arrivée avant service

$$X_n = (X_{n-1} - z + A_n)^+$$

- Etude faite sur le premier modèle en calculant l'espérance du nombre de paquets dans la file.

## Régime stationnaire

Etant donné l'équation d'évolution :

$$X_n = (X_{n-1} - z)^+ + A_n \dots\dots(1)$$

En régime stationnaire :

$$E[X] = E[(X - z)^+] + E[A] \dots\dots(2)$$

X : limite stationnaire de  $X_n$

A : limite stationnaire de  $A_n$

$$\begin{aligned} E[(X - z)^+] &= E(X) - E(out) \\ \Rightarrow E[A] &= E[out] \dots\dots(3) \end{aligned}$$

## Calcul de $E(X)$

- Elever au carré la formule (1) + calcul d'espérance :

$$E[X^2] = E[((X - z)^+)^2] + E[A^2] - 2E[(X - z)^+].E[A] \dots(4)$$

↓

$$E[((X - z)^+)^2] = E[X^2] - 2zE[X] + 2zE[out] - E[out^2] \dots(5)$$



# Résultat

## Formule de type Polacek-Kinchine

$$E[X] = \frac{E[A^2] - E[Out^2] + 2E[A](z - E[A])}{2(z - E[A])}$$

Ou :

A : limite stationnaire de la taille du batch des arrivées

Out : limite stationnaire de la taille du Batch de sorties.

- Dimensionnement de la file d'attente  $\Rightarrow$  Formule de type Polacek-Kinchine.
- Travaux en cours :
  - Comparaison des différents mécanismes d'allocation de slots
  - Comparaison des scénarios de CFM
  - Evaluation de l'impact de la taille de la file dans le réseau  $\Rightarrow$  Simulation du réseau.
  - Etude de la distribution stationnaire des files grâce à un outil de simulation de chaînes de Markov  $\Rightarrow$  Permet de calculer les probabilités de l'espace d'état.

**Merci pour votre attention.**

