

Lothaire CIRIL

## Principes de QoS et Activation sur le réseau régional Lothaire

La bande passante ne suffit pas

---

  
 Lille, 18 novembre 2003

Alexandre SIMON  
Cellule Réseau du CIRIL
Alexandre.Simon@ciril.fr  
Reseau@ciril.fr

Lothaire Plan

- Introduction
- Principes de QoS
  - Gestion des files
  - Détection de la congestion
- Activation de la QoS sur Lothaire
  - QoS pour le transport de la voix (ToIP)
  - QoS pour l'adaptation de débit Ethernet sur ADSL
- Mesures de performances et validation de la QoS
- Conclusion

---

18 novembre 2003
JRes2003 - Principes de QoS et Activation sur Lothaire
2

Lothaire Introduction

- Ce que je NE traite PAS ici
  - les généralités sur la QoS
  - les points de détails et spécifications des mécanismes de QoS (RFC, implémentations, ...)
  - les différences entre les modèles : IntServ et DiffServ
  - la QoS de niveau 2 : 802.1Q ...
- Ce que je traite ici
  - une étude pour un déploiement **réel** de QoS
    - étude, observation, activation et validation
  - la vision **QoS Cisco** et plus particulièrement l'approche **CBWFQ+LLQ** selon le modèle **DiffServ**
  - la QoS de niveau 3

---

18 novembre 2003
JRes2003 - Principes de QoS et Activation sur Lothaire
3

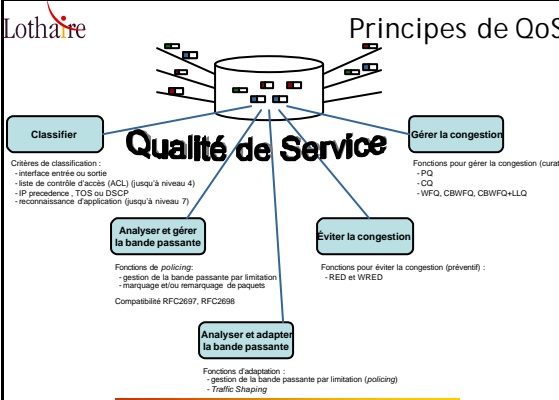
Lothaire Plan

- Introduction
- Principes de QoS
  - Gestion des files
  - Détection de la congestion
- Activation de la QoS sur Lothaire
  - QoS pour le transport de la voix (ToIP)
  - QoS pour l'adaptation de débit Ethernet sur ADSL
- Mesures de performances et validation de la QoS
- Conclusion

---

18 novembre 2003
JRes2003 - Principes de QoS et Activation sur Lothaire
4

Lothaire Principes de QoS



**Qualité de Service**

**Classifier**

Critères de classification :

- interface entrée ou sortie
- liste de contrôle d'accès (ACL) (jusqu'à niveau 4)
- IP précedence, TOS ou DSCP
- reconnaissance d'application (jusqu'à niveau 7)

**Gérer la congestion**

Fonctions pour gérer la congestion (curatif) :

- PQ
- CQ
- WFQ, CBWFQ, CBWFQ+LLQ

**Éviter la congestion**

Fonctions pour éviter la congestion (préventif) :

- RED et WRED

**Analyser et gérer la bande passante**

Fonctions de policing :

- gestion de la bande passante par limitation
- marquage et/ou remariquage de paquets

Compatibilité RFC2697, RFC2998

**Analyser et adapter la bande passante**

Fonctions d'adaptation :

- gestion de la bande passante par limitation (policing)
- Traffic Shaping

---

18 novembre 2003
JRes2003 - Principes de QoS et Activation sur Lothaire
5

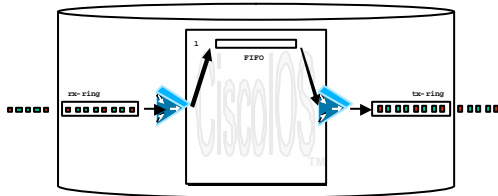
Lothaire Principes de QoS :: Gestion des files

- Gestion de la QoS Cisco
  - FIFO : First In, First Out
  - PQ : Priority Queuing
  - CQ : Custom Queuing
  - WFQ : Weighted Fair Queuing
  - CBWFQ : Class-Based Weighted Fair Queuing
  - CBWFQ+LLQ : CBWFQ + Low Latency Queuing
- !!! RAPPEL IMPORTANT !!!
  - si pas de congestion détectée
    - pas d'activation des mécanismes de QoS
    - gestion "normale" en FIFO

---

18 novembre 2003
JRes2003 - Principes de QoS et Activation sur Lothaire
6

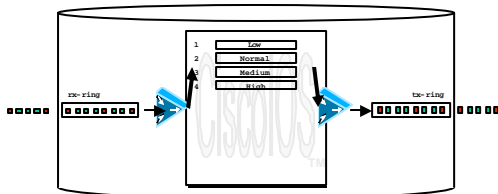
- Gestion de la QoS
  - FIFO



- Gestion de la QoS
  - FIFO

Nombre de files	1 seule file pour une interface de sortie
Ordonnancement en entrée	ordonnancement FIFO <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ tous les paquets arrivent dans la même file</li> </ul>
Service des files en sortie	service FIFO <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ premier arrivé = premier servi</li> </ul>
Avantages	simple, rapide et peu coûteux au niveau CPU
Inconvénients	pas vraiment de priorités sur les paquets : pas de QoS problème de trains de paquets : ex. FTP vs telnet
Remarques	si aucune QoS activée : fonctionnement par défaut de tout type d'interface (sauf interface série : <i>Serial</i> )

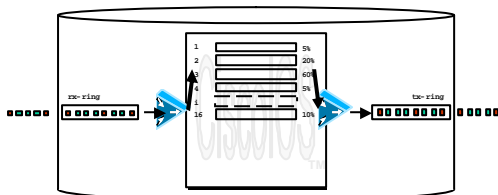
- Gestion de la QoS
  - PQ - Priority Queuing



- Gestion de la QoS
  - PQ - Priority Queuing

Nombre de files	4 files pour une interface de sortie
Ordonnancement en entrée	ordonnancement statique
Service des files en sortie	service en sortie avec priorités absolues, selon l'algorithme : <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ tant que paquets dans "High" -&gt; router, sinon file p-1</li> <li>♦ tant que paquets dans "Medium" -&gt; router, sinon file p-1</li> <li>♦ tant que paquets dans "Normal" -&gt; router, sinon file p-1</li> <li>♦ router le paquet dans la file "Low", puis réitérer.</li> </ul>
Avantages	simple, rapide et peu coûteux au niveau CPU priorités absolues
Inconvénients	ordonnancement statique les priorités absolues peuvent causer des problèmes de congestions artificiels = famine (ex. trop de paquets passent dans "High") seulement 4 niveaux de priorité

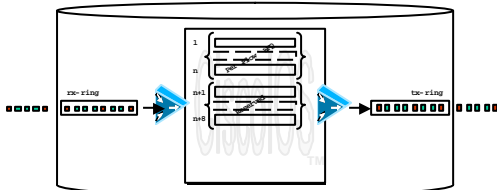
- Gestion de la QoS
  - CQ - Custom Queuing



- Gestion de la QoS
  - CQ - Custom Queuing

Nombre de files	16 files pour une interface de sortie
Ordonnancement en entrée	ordonnancement statique
Service des files en sortie	service en sortie avec priorités dynamiques relatives calculées sur une demande de garantie de bande passante : <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ file 1 = 5% de la bande passante en sortie</li> <li>♦ file 2 = 20% de la bande passante en sortie</li> <li>♦ ...</li> </ul>
Avantages	simple, rapide priorités relatives en fonction d'une demande de bande passante
Inconvénients	ordonnancement statique commence à devenir coûteux au niveau CPU comment bien répartir la bande passante ? seulement 16 niveaux de priorité

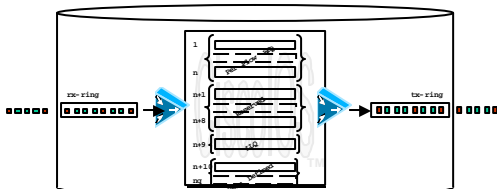
- Gestion de la QoS
  - WFO ou Per-Flow WFO - WeightedFair Queuing



- Gestion de la QoS
  - WFO ou Per-Flow WFO - WeightedFair Queuing

Nombre de files	$n + 8$ files pour une interface de sortie (n fonction de la bande passante)
Ordonnement en entrée	Ordonnement dynamique "Fair + Weighted" : <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Fair = ordonnancement juste des paquets en fonction des flux détectés</li> <li>→ création dynamique d'une file par flux (limitée à n)</li> <li>↳ "to break packet's trains" (ex. ordonnancement juste FTP vs telnet)</li> <li>♦ Weighted = ordonnancement est sensible au champ TOS ou DSCP</li> </ul>
Service des files en sortie	Itération d'un pointeur (octet par octet) sur l'ensemble des files créées dynamiquement puis transfert d'un paquet entier d'une des files ds que le pointeur a itéré sur un paquet complet
Avantages	priorités dynamiques en fonction des flux ordonnancement juste des flux bien souvent, une seule ligne de configuration (fair-queue)
Inconvénients	pas de priorités utilisateurs / pas de priorités absolues coûteux au niveau CPU
Remarques	fonctionnement de base sur interfaces série (Serial)

- Gestion de la QoS
  - CBWFO+LLQ - Class-Based WFO + Low Latency Queuing

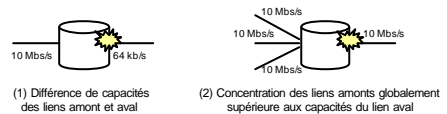


- Gestion de la QoS
  - CBWFO+LLQ - Class-Based WFO + Low Latency Queuing

Nombre de files	$n + 8 + 1 + (nq-n+10)$ files pour une interface de sortie (n fonction de la bande passante)
Ordonnement en entrée	Ordonnement Fair + Weighted + CB + LLQ <ul style="list-style-type: none"> <li>♦ Idem WFO +</li> <li>♦ Class-Based : définition de classes d'application et affectation à une file utilisateur</li> <li>♦ Low Latency Queuing : possibilité de faire du PQ dans le WFO... priorité absolue dans la file LLQ</li> </ul>
Service des files en sortie	Si paquets dans la file LLQ, routage de ces paquets (priorité absolue) Sinon (WFO + CB) Itération d'un pointeur (octet par octet) sur l'ensemble des files créées dynamiquement puis transfert d'un paquet entier d'une des files ds que le pointeur a itéré sur un paquet complet + prise en compte des bandes passantes à garantir (files CB)
Avantages	Idem WFO + priorités utilisateurs et 1 priorité absolue
Inconvénients	très coûteux au niveau CPU pas facile à bien ajuster et à vérifier!

- Introduction
- Principes de QoS
  - Gestion des files
  - Détection de la congestion
- Activation de la QoS sur Lothaire
  - QoS pour le transport de la voix (ToIP)
  - QoS pour l'adaptation de débit Ethernet sur ADSL
- Mesures de performances et validation de la QoS
- Conclusion

- La congestion... quand et pourquoi ?



Lothaire

## Principes de QoS :: Détection de la congestion

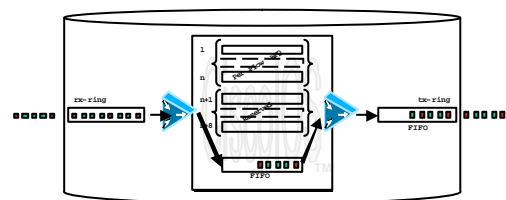
- Fonctionnement des queues Level2 et Level3
  - la gestion de la QoS se passe :
    - dans les queues de niveau 3 de l'OS
      - dépend du mécanisme de QoS choisi (FIFO, PQ, CQ, CBWFQ)
    - dans les queues de niveau 2 du **tx-ring**
      - configurables par interfaces physiques, sous-interfaces logiques ou par VC ATM au travers du paramètres **tx-ring-limit**
  - Buffer **tx-ring**
    - fonctionne en mode FIFO (la QoS est appliquée dans l'OS)
    - en cas de débordement, c'est lui qui indique qu'il y a congestion : "Back pressure to L3 processor system (IOS)"

18 novembre 2003 JRes2003 - Principes de QoS et Activation sur Lothaire 19

Lothaire

## Principes de QoS :: Détection de la congestion

- Fonctionnement des queues Level2 et Level3
  - tx-ring-limit non atteint: pas de congestion

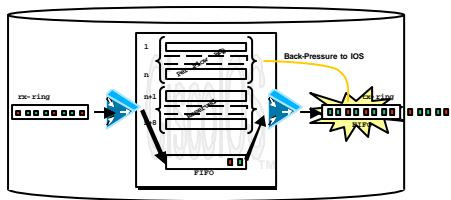


18 novembre 2003 JRes2003 - Principes de QoS et Activation sur Lothaire 20

Lothaire

## Principes de QoS :: Détection de la congestion

- Fonctionnement des queues Level2 et Level3
  - tx-ring-limit atteint: congestion

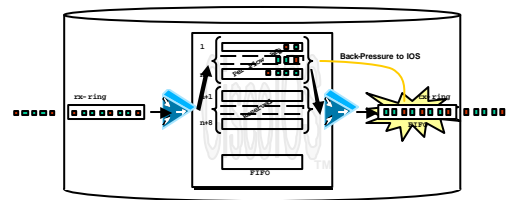


18 novembre 2003 JRes2003 - Principes de QoS et Activation sur Lothaire 21

Lothaire

## Principes de QoS :: Détection de la congestion

- Fonctionnement des queues Level2 et Level3
  - tx-ring-limit atteint: congestion activation de la QoS

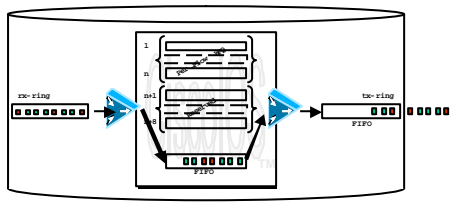


18 novembre 2003 JRes2003 - Principes de QoS et Activation sur Lothaire 22

Lothaire

## Principes de QoS :: Détection de la congestion

- Fonctionnement des queues Level2 et Level3
  - tx-ring-limit non atteint: pas de congestion, rebasculer en mode "normal"



18 novembre 2003 JRes2003 - Principes de QoS et Activation sur Lothaire 23

Lothaire

## Principes de QoS :: Détection de la congestion

- Fonctionnement des queues Level2 et Level3
  - Buffer **tx-ring**
    - la configuration du **tx-ring-limit** est primordiale pour l'activation de la QoS
    - recommandations assez floues et impacts peu documentés
  - tx-ring-limit ++ : enclenchement QoS le plus tard
    - recommandé pour les trafics type données
    - non-recommandé pour les trafics voix, car création de RTT et gigue
  - tx-ring-limit -- : enclenchement QoS le plus tôt
    - recommandé pour les liens à très hauts débits
    - augmentation de la charge CPU

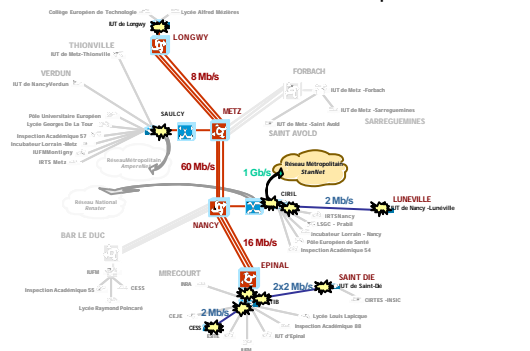
18 novembre 2003 JRes2003 - Principes de QoS et Activation sur Lothaire 24

- Introduction
- Principes de QoS
  - Gestion des files
  - Détection de la congestion
- **Activation de la QoS sur Lothaire**
  - **QoS pour le transport de la voix (ToIP)**
  - QoS pour l'adaptation de débit Ethernet sur ADSL
- Mesures de performances et validation de la QoS
- Conclusion

- Le projet en quelques points
  - projet téléphonique pour l'Université Henri Poincaré
  - remplacement total d'un parc de PABX sur l'ensemble du territoire Lorrain, soit 22 auto-commutateurs
  - téléphonie sur IP (ToIP) à ne pas confondre avec VoIP :
    - téléphonie "classique" en interne entre le poste et le PABX
    - interconnexion IP des PABX entre-eux
  - présence de PABX sur
    - le MAN StanNet : débits de 100 Mb/s à 1 Gb/s
    - le WAN Lothaire : débits de 2 Mb/s à 80 Mb/s

- L'étude
  - mesurer les performances du réseau (RTT, gigue, paquets perdus)
    - à t-on réellement besoin de QoS?
    - si oui, que doit-on activer et avec quels paramètres ?
  - évaluer les prérequis téléphoniques (RTT, gigue, type de codec, ...)
  - mettre en place les mécanismes choisis
  - re-mesurer les performances du réseau
    - mesures quantitatives : RTT, gigue, paquets perdus
    - mesures qualitatives : la téléphonie est-elle correcte ?
  - généraliser la mise en place de la QoS
  - passer en production
- Mesures préalables sur StanNet et Lothaire
  - sur le WAN Lothaire
    - activation *obligatoire* de la QoS du fait du routage et des liaisons "bas débits"
  - sur le MAN StanNet
    - activation secondaire car réseau Gigabit Ethernet commuté
    - la QoS de niveau 2 ne règle peut-être pas les problèmes en cas de congestion

- Choix d'une politique de QoS
  - mécanisme le plus adapté à la ToIP : CBWFQ + LLO
- Activation CBWFQ + LLO
  - définition de 2 classes d'application
    - UHP-voice-class : IP precedence + @IP
    - defaultclass : le reste
  - attachement des mécanismes de QoS aux classes
    - LLO : pour UHP-voice-class
    - Per-Flow WFQ : pour default-class
  - paramètres de QoS
    - LLO : paramètre *bandwidth* fonction du nombre de voix sur chaque site
      - $bandwidth = nb\ voix * budget\ 1\ voix$
    - Per-Flow WFQ : aucun paramétrage, tout est dynamique
  - *tx-ring-limit* = 3
    - valeur minimale pour activer la QoS au plus tôt



- Introduction
- Principes de QoS
  - Gestion des files
  - Détection de la congestion
- **Activation de la QoS sur Lothaire**
  - QoS pour le transport de la voix (ToIP)
  - **QoS pour l'adaptation de débit Ethernet sur ADSL**
- Mesures de performances et validation de la QoS
- Conclusion

## Lothaire QoS sur Lothaire :: Adaptation de débit Ethernet sur ADSL

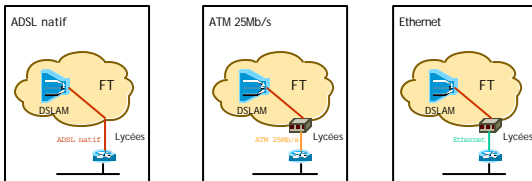
- Le projet en quelques points
  - projet e-LorraineHD : projet mené par la région Lorraine pour la connexion Internet de tous les lycées de la région
  - Le CIRIL dans ce projet
    - assure la connectivité niveau 3 (plan d'adressage, configuration, design de la collecte, ...)
    - administre et supervise tous les liens
    - héberge le point de concentration et les serveurs

## Lothaire QoS sur Lothaire :: Adaptation de débit Ethernet sur ADSL

- Le transport des flux sur e-LorraineHD assuré par FT
  - 184 lycées en ADSL (0,5- 1 et 2 Mb/s) avec modem ADSL/Ethernet
  - 9 lycées en LS
  - (+ 10 lycées en Numéris non gérés par le CIRIL)
- Implémentation de la QoS sur
  - LS
    - classique : CBWFQ + LLQ
  - ADSL
    - utilisation de modem ADSL/Ethernet --> Traffic shaping
    - Traffic shaping + CBWFQ + LLQ

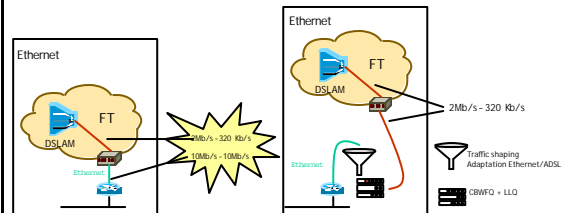
## Lothaire QoS sur Lothaire :: Adaptation de débit Ethernet sur ADSL

- QoS sur ADSL avec modem ADSL/Ethernet
  - rappel des offres FT côté clients
    - ADSL natif
    - ATM 25Mb/s
    - Ethernet 10Mb/s



## Lothaire QoS sur Lothaire :: Adaptation de débit Ethernet sur ADSL

- QoS sur ADSL avec modem ADSL/Ethernet
  - différence de débit Ethernet 10Mb/s - ADSL --> Loi de l'entonnoir (par AS)



## Lothaire QoS sur Lothaire :: Adaptation de débit Ethernet sur ADSL

- QoS sur ADSL avec modem ADSL/Ethernet
  - différence de débit Ethernet 10Mb/s - ADSL --> Loi de l'entonnoir (par AS)
  - Idées :
    - adapter le plus tôt possible le débit Ethernet au débit ADSL
    - maîtriser le plus tôt possible les paquets qui doivent être dropped (i.e. ne pas laisser l'ISP *dropper* pour vous!)
    - puis, utiliser les mécanismes classiques de QoS
  - Conclusion :
    - d'une manière *détournée* nous simulons le fonctionnement de l'ADSL natif (mais ce n'est que de la simulation)
    - performance acceptable, **mais** solution technologique non souhaitable !

## Lothaire Plan

- Introduction
- Principes de QoS
  - Gestion des files
  - Détection de la congestion
- Activation de la QoS sur Lothaire
  - QoS pour le transport de la voix (ToIP)
  - QoS pour l'adaptation de débit Ethernet sur ADSL
- Mesures de performances et validation de la QoS
- Conclusion

Lothaire

## Mesures de performances et validation de la QoS

- Approche
  - ne rien activer sans mesurer au préalable
  - ne rien laisser activé sans validation des avantages / inconvénients
  - prouver que l'activation apporte un plus significatif
  - l'activation de QoS n'est rien! (max. 10 lignes de conf)
  - savoir mesurer et démontrer **pratiquement** les apports de l'activation EST le véritable problème
- Exemple de mesures
  - utilisation de routeurs "sondes", avec l'utilisation de la fonctionnalité SAA (Service Assurance Agent) de l'IOS
  - créer et simuler les scénarios "au pire"
    - avec ou sans QoS
    - avec ou sans congestion
    - création de points de congestion

18 novembre 2003 JRes2003 - Principes de QoS et Activation sur Lothaire 37

Lothaire

## Mesures de performances et validation de la QoS

- Présentation des mesures

Congestion  
Pas d'activation de la QoS : mode FIFO

Congestion  
Activation de la QoS : mode PerFlow WFO + LLQ

18 novembre 2003 JRes2003 - Principes de QoS et Activation sur Lothaire 38

Lothaire

## Mesures de performances et validation de la QoS

### RTT

18 novembre 2003 JRes2003 - Principes de QoS et Activation sur Lothaire 39

Lothaire

## Mesures de performances et validation de la QoS

### Gigue Aller

18 novembre 2003 JRes2003 - Principes de QoS et Activation sur Lothaire 40

Lothaire

## Plan

- Introduction
- Principes de QoS
  - Gestion des files
  - Détection de la congestion
- Activation de la QoS sur Lothaire
  - QoS pour le transport de la voix (ToIP)
  - QoS pour l'adaptation de débit Ethernet sur ADSL
- Mesures de performances et validation de la QoS
- Conclusion

18 novembre 2003 JRes2003 - Principes de QoS et Activation sur Lothaire 41

Lothaire

## Conclusion

- Étude réalisée
  - pendant 4 mois pour être la plus complète possible
    - comparatif des solutions, mises en place, tests et validations et synthèse d'expérience (<-- cette présentation!)
  - aujourd'hui avec cette présentation et l'expérience acquise
    - choix d'un mécanisme : plus simple en s'appuyant sur un comparatif clair et synthétique
    - mise en œuvre : simple (quelques lignes dans une conf.)
    - validation : plus simple car méthodologie et outils connus
- "La bande passante ne suffit pas"
  - c'est vrai!
  - la taille des "tuyaux" n'empêche pas les micro-congestions dans les routeurs
  - de "gros tuyaux" en central n'empêchent pas les congestions sur les sites en extrémités
  - plus on en donne aux utilisateurs, plus ils en prennent...

18 novembre 2003 JRes2003 - Principes de QoS et Activation sur Lothaire 42

- Sur Lothaire
  - L'étude réalisée est un PLUS pour la téléphonie, mais également pour les applications *data*.
- Sur e-LorraineHD en ADSL
  - L'utilisation du *traffic shaper* dans le cas de modem ADSL/Ethernet est **fondamentale**  
--> utilisation optimale des liens ADSL
  - Proposer un service réel de bonne qualité aux lycées

Utiliser tous les aspects des mécanismes de QoS pour faire de l'Internet Haut Débit (sur les sites et les particuliers) **une réalité**

