



Master 2 RSD
Réseaux et Systèmes Distribués

QoS dans les
réseaux IP
(Partie 4)

Dr Souheila Bouam

Maître de conférences A
Université Batna2
Département Informatique

Souheila,bouam@univ-batna2.dz

- Rappels
- Définition et besoins de la QoS
- Paramètres de la QoS
- Applications Multimédia
- Routage Multicast
- **Contrôle de trafic et Qualité de service (QoS)**
- Réseaux VPN
- Sécurité dans les réseaux informatiques

➤ les ressources d'un réseau sont limitées

↪ contrôle de trafic *sinon* dégradation des performances

➤ un réseau offre des services

↪ tout le monde n'a pas besoin de tous ces services

↪ choix des services à la connexion

➤ ces services sont offerts à des degrés de garantie différents

↪ tout le monde n'a pas besoin des mêmes degrés de garantie

↪ il y aura des priorités à gérer

↪ gestion de la Qualité de Service (QoS: Quality of Service)

Contrôle de trafic (1)

- **Contrôle de congestion**

- **la congestion: charge du réseau > capacité des ressources du réseau**

- ✓ file d'attente des paquets à router saturée → des paquets sont perdus

- ✓ augmenter capacité file d'attente

- ↪ paquets plus longtemps en attente

- ↪ temps d'attente d'ACK expiré (plusieurs fois)

- ↪ renvoi du même paquet

- ↪ empire la situation, réseau saturé: **Congestion**

- ✓ processeurs lents

- ↪ traitement des files d'attente lent: **Congestion**

- ✓ lignes à faible bande passante: **Congestion**

Contrôle de trafic (2)

- **métriques de contrôle**

- **taux de perte**
- **longueur moyenne des files d'attente**
- **taux des retransmissions causées par une expiration de délai**
- **délai de bout en bout**
 - ✓ si en augmentation → début de congestion

- **solutions**

- **augmenter capacités ressources**
- **diminuer charge réseau (ex: délestage intelligent)**

Contrôle de trafic (3)

- **Couche Transport**

- utilisation de fenêtres de congestion (gestion n^{bre} d'octets à émettre)
- stratégies de d'acquittement/retransmission
- gestion des délais d'expiration

- **Couche Réseau**

- stratégie des files d'attente
- politique de délestage
- algorithme de routage utilisé
- gestion des TTL

- **Couche Liaison**

- stratégie d'acquittement/ de retransmission
- stratégie de contrôle de flux

- **Propriétés d'un réseau**
- **Débit (throughput) \approx bande passante**
- **Délai (delay) : de bout en bout**
- **Taux de perte (Packet Loss): taux de paquets perdus**
- **Gigue (Jitter) : différence entre délai Max et délai Min**
- **Niveau sécurité: confidentialité, disponibilité, intégrité, authentification,...**
 - **QoS (Quality of Service): Qualité de Service**
- **Contrat de garantie, essentiellement, des propriétés précédentes pour une communication**
- **Les besoins diffèrent selon le type d'application (temps réel: délai limité, sensible à l'écoute: sécurité, ...)**

Qualité de Service (1)

- Différents niveaux d'exigence de QoS

Exemple: exigences: haute, moyenne, faible

Application	Taux de perte	Délai	Gigue	Bande passante
Courrier électronique	haute	faible	faible	faible
Transfert de fichiers	haute	faible	faible	moyenne
Audio Streaming	faible	faible	haute	moyenne
VoD	faible	faible	haute	haute
Téléphonie	moyen	haute	haute	moyenne
Vidéoconférence	faible	haute	haute	haute

- **Techniques de gestion de la QoS**
 - **grandes variétés de travaux dans le domaine**
 - **aucune ne fournit seule une QoS efficace et fiable de façon optimale**
 - **peuvent se situer à différents niveaux du système en couche**
 - **peuvent se combiner entre elles**

Techniques de gestion de la QoS (1)

- réservation en excès

- solution simpliste
- fournir assez d'espace tampon et de bande passante au niveau des routeurs
- solution efficace mais coûteuse

Ex: Téléphonie: rare de décrocher le téléphone et de ne pas avoir de tonalité

- mise en tampon

- au niveau du récepteur
- n'améliore pas le débit et le taux de perte
- améliore la gigue
- efficace pour l'audio à la demande et la VoD

Techniques de gestion de la QoS (2)

- **canalisation du trafic (*traffic shaping*)**

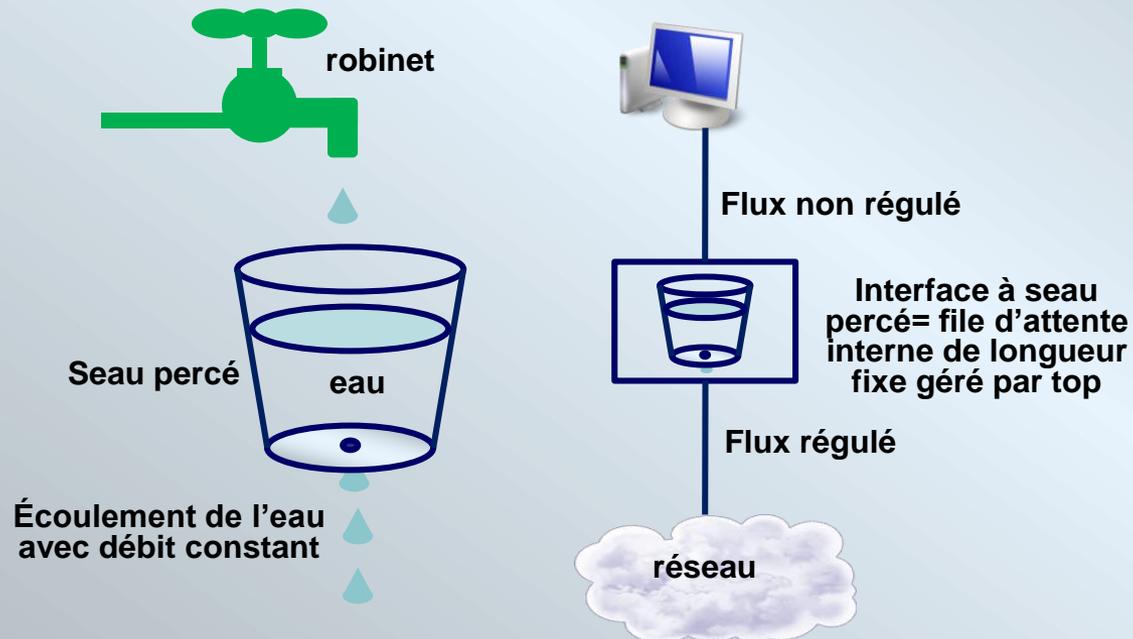
- trafic émis à intervalles irréguliers → congestion
- contrat entre le client et l'opérateur qui gère le réseau
- contrat de niveau de service (*Service Level Agreement: SLA*)
- client: « mon trafic est de type X, possible de le transporter? »
- si **Oui**, tant que le client respecte le contrat, l'opérateur assure la livraison
- surveiller si le client respecte ses engagements: stratégie de surveillance du trafic (*Traffic Policing*)

Ex: *transmission audio et vidéo en temps réel*

Techniques de gestion de la QoS (3)

- **algorithme du seau percé (*Leaky Bucket*)**

- contrôler l'écoulement des paquets sur un réseau par top horloge
- l'excédent est rejeté
- contrôlé au niveau de l'interface matérielle ou par interface de l'OS



Techniques de gestion de la QoS (4)

- **algorithme du seau à jetons (*Token Bucket*)**
 - **alternative au leaky bucket jugé trop rigide (non adaptable)**
 - **algorithme plus souple, évite le rejet de paquets**
 - **seau contient des jetons générés par une horloge (1 jeton/ ΔT secondes)**
 - **pour émettre un paquet, il doit disposer d'un jeton et le détruire**
 - **permet d'envoyer des données en rafales**
 - **implémenté au niveau du client ou des routeurs**
 - **Pour obtenir un trafic plus fluide: placer un seau percé à la suite d'un seau à jetons**

Techniques de gestion de la QoS (5)

- **Réservation de ressources (ressources reservation)**
 - **permet de réserver:**
 - **bande passante:**
 - **tampons mémoire**
 - **cycles processeur**
 - **exige que les données soient transmises sur le même chemin**
 - **les tampons risquent d'être sous-exploités**
 - **les processeurs risquent de passer par des périodes de surcharges (activité non équilibrée entre cycles de repos et cycles d'activité)**

Techniques de gestion de la QoS (6)

- **Contrôle d'admission (admission control)**

- lorsqu'un flux se présente, on doit décider en fonction des capacités et des engagements pris vis-à-vis d'autres flux si on le rejette ou on l'**admet**
- négociation d'admission entre émetteur-récepteur-routeurs
 - ex:** flux vidéo admis après avoir accepté de réduire ses besoins en bande passante (vidéo en 30imges/s accepte 25imges/s)
- les paramètres négociables constituent la "**spécification de flux** "
- les routeurs examinent et modifient la spécification de flux le long du chemin

* Pour avoir une idée de ce que peut contenir une spécification de flux: RFC 2210 et 2211

Techniques de gestion de la QoS (7)

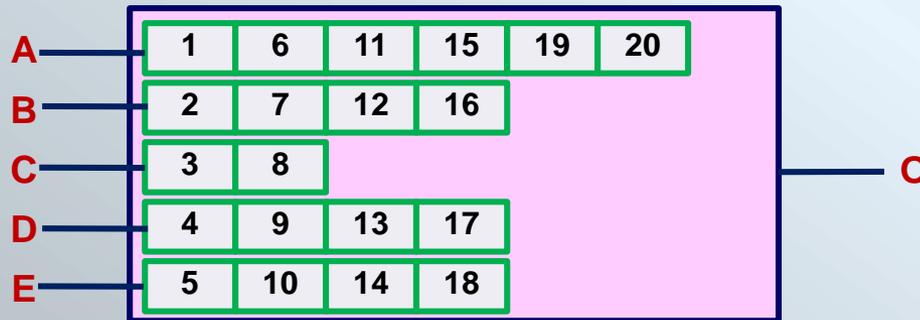
- mécanismes d'ordonnancement (*Scheduling*)

- si traitement des paquets dans l'ordre d'arrivée:

- ↳ ressources peuvent être monopolisées par les émetteurs 'zélés'

- Algorithme d'attente équitable (*Fair queueing*)

- routeurs disposent de files d'attente distinctes pour chaque flux et chaque sortie, traite plusieurs paquets en même temps, partie par partie



Un routeur avec 5 paquets en attente de transmission pour la ligne O, à chaque Top horloge le même nombre d'octets sera envoyés de chaque paquets.

l'ordre d'envoi sera : C, B, D, E, A

inconvenients:

- ✓ attribue plus de bande passante aux hôtes qui expédient de grands paquets qu'à ceux qui envoient des petits
- ✓ accorde à tous les hôtes la même priorité

Techniques de gestion de la QoS (8)

➤ **inconvenients** de l'algorithme *Fair Queueing*:

- ✓ attribue plus de bande passante aux hôtes qui expédient de grands paquets qu'à ceux qui envoient des petits
- ✓ accorde à tous les hôtes la même priorité

➤ **Solution:**

➤ algorithme d'attente équitable pondérée (***Weighted Fair Queueing***)

➤ améliorations du *Fair Queueing* pour plus de qualité de service

➤ le même algorithme que le précédent avec un nombre d'octets à

envoyer à chaque Top horloge qui diffère suivant la priorité du flux:

priorité  ⇒ nombre octets à envoyer 

Techniques de gestion de la QoS (9)

- **Service minimum : Best Effort**

- pas de garantie spécifique
- le réseau fera de son mieux pour délivrer les paquets à destination dans les meilleures conditions possibles
- pas de différenciation de niveaux de priorités
- pas d'allocation préalable des ressources
- implémente en général une politique FIFO au niveau des files

Ex: service utilisé sur Internet: Tous les flux sont pareils au niveau des routeurs

Techniques de gestion de la QoS (10)

- Services intégrés: intserv (IETF RFC 2205 à 2210)
 - RSVP (*Ressource reSerVation Protocol*)
 - pour l'unicast et le multicast
 - utilisé pour faire de la réservation (ne s'occupe pas de l'envoi des données)
 - réserve les ressources tout au long du chemin du flux à transmettre
 - ex:**
 - ❖ dans une diffusion multicast: les récepteurs d'un groupe envoient un message de réservation de ressources le long de l'arbre recouvrant. Le message est diffusé au moyen de RPF.
 - ❖ chaque routeur concerné mémorise les ressources réservées
 - ❖ cas où il n'y a pas assez de ressources : notification d'erreur à la source
 - *inconvénient*
 - ✓ mécanisme complexe (combine protocole de réservation (ex RSVP), algo d'ordonnancement, mécanismes de signalisation, ...)
 - ✓ demande changements conséquents dans l'existant

Techniques de gestion de la QoS (10)

- **Services Différenciés: diffserv (IETF RFC 2474 et 2475)**
 - pour remédier à la complexité de l'implémentation des services intégrés
 - ↩ les services différenciés sont plus faciles à implémenter
 - QoS par classe et non pas par flux
 - ↩ flux de la même classe bénéficient du même niveau de QoS
 - un domaine (FAI, opérateur de téléphonie, ...) définit un ensemble de classes de services
 - la QoS offerte aux paquets d'un client est celle mentionnée dans son contrat
 - les prix à payer pour les différentes classes diffèrent
 - différence: gigue, délai, priorité en cas de congestion...

Services Différenciés (1)

➤ Classe de service EF (*Expedited Forwarding*)

✓ Classe EF: transmission accélérée: RFC 3246

✓ implémenter deux files d'attente au niveau des routeurs

1^{ère} : pour les paquets ordinaires

2^{ème}: pour les paquets accélérés EF

+ un algorithme d'ordonnancement tel que WFQ

Ex: *charge= 10% trafic classe EF + 90% trafic ordinaire

20% BP dédié à la classe EF

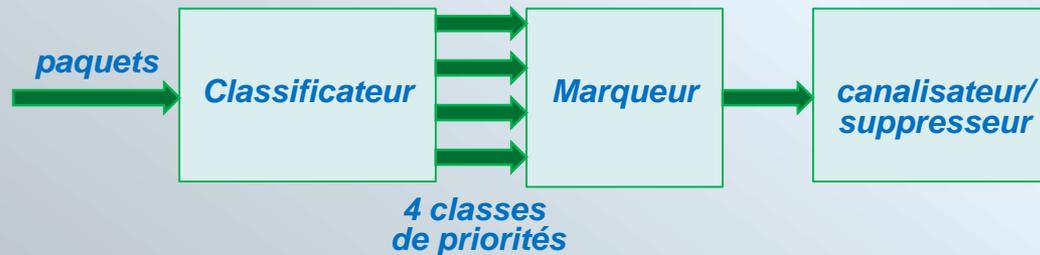
*extraire un paquet urgent (EF) chaque 3 paquets ordinaires

Services Différenciés (2)

➤ Classe de service AF (**A**ssured **F**orwarding)

- ✓ Classe AF: transmission garantie: RFC 2597
- ✓ spécifie 4 classes de priorités (au niveau émetteur ou routeur d'accès)
- ✓ défini 3 types de probabilités de suppression de paquets en cas de congestion: *faible, moyenne et haute*

↻ 12 classes de services



- ✓ marquage: utilisation du champs ToS de l'entête IP
- ✓ canalisation/suppression: retarder ou éliminer quelques paquets en implémentant un scheduler (algo d'ordonnancement)

Techniques de gestion de la QoS (11)

➤ Conclusion

- ✓ les données à transmettre sont de plus en plus variées et demandent de plus en plus de ressources
- ✓ les utilisateurs demandent de plus en plus de QoS
- ✓ QoS constitue un domaine de recherche très riche
- ✓ la plupart des solutions reste très difficiles à implémenter
- ✓ nécessité d'adapter les solutions à l'infrastructure