

# Compte rendu du Cours 4 – ITQoS

## Description et régulation de trafic

### Contrôle de débit

## 1. Objectif du cours

Ce cours aborde la **description** et la **régulation du trafic** dans les réseaux afin d'assurer la **Qualité de Service (QoS)**. La régulation vise à contrôler le débit d'un flux de données, à éviter la congestion du réseau et à garantir un partage équitable des ressources.

## 2. Description et modélisation du trafic

### 2.1 Paramètres de description

Pour caractériser un trafic, on utilise plusieurs paramètres :

- **Débit moyen** : taux de transfert moyen des données.
- **Débit de crête** : valeur maximale instantanée du débit.
- **Périodes d'activité et d'inactivité**.
- **Délai inter-paquet** (espacement entre les paquets).
- **Variabilité et sporadicité** du trafic.

Ces caractéristiques permettent de prédire la QoS et d'évaluer les besoins en ressources réseau.

### 2.2 Échelles d'observation

Le trafic peut être observé à différentes échelles :

- Long terme : *provisioning* des ressources globales.
- Niveau session ou connexion.
- Niveau des rafales (*bursts*) et des paquets.

### 2.3 Types de modèles de trafic

- **Modèle fluide** : considère le trafic comme un flux continu de bits. *Avantage* : modèle simple pour étudier les débits moyens et la taille des rafales.
- **Modèle discret** : prend en compte les paquets et leur taille. *Avantage* : plus réaliste.

## 2.4 Nature du modèle

- **Modèle déterministe** : décrit la quantité exacte de données envoyées.
- **Modèle stochastique** : décrit la probabilité d'envoi des paquets.

Exemples de modèles stochastiques :

- **Modèles markoviens** : Poisson, ON/OFF exponentiel.
- **Modèles à mémoire longue** : basés sur la distribution de Pareto.

## 3. Régulation du trafic

### 3.1 Principe général

La régulation consiste à modifier la forme du trafic émis afin qu'il respecte certaines contraintes. On applique un **régulateur (ou polisseur)** à l'entrée du réseau pour obtenir une **forme maîtrisée du trafic** :

$$A'(t) = \text{trafic régulé}, \quad A(t) = \text{trafic d'origine}$$

Le trafic le plus simple à réguler est le **CBR (Constant Bit Rate)** :

$$A(t) \leq \rho t$$

Cependant, cette contrainte est trop stricte pour certains flux.

### 3.2 Tolérance à la rafale (burstiness)

Pour plus de flexibilité, on introduit un paramètre de tolérance  $\sigma$  :

$$A(t) \leq \sigma + \rho t$$

où :

- $\rho$  : débit moyen maximal autorisé,
- $\sigma$  : taille maximale de la rafale (*burst size*).

## 4. Mécanismes de régulation

### 4.1 Le mécanisme du Leaky Bucket (panier percé)

**Principe :**

- Les jetons (permissions d'envoi) arrivent dans un seau à un taux constant  $\rho$ .
- Le seau a une capacité maximale  $\sigma$ .
- Chaque paquet envoyé consomme un jeton.
- Si le seau est vide, les paquets sont mis en attente ou rejetés.

**Equation :**

$$A(t) \leq \sigma + \rho t$$

**Avantages :**

- Contrôle simple du débit moyen.
- Implémentation facile (seulement deux paramètres).
- Protection du réseau contre les flux agressifs.

## 4.2 Exemple d'algorithme de mise en œuvre

- À chaque arrivée de paquet de taille  $L$  :

$$X' = X + L - \rho(now - LAT)$$

où  $X$  est le niveau du seau et  $LAT$  le temps de la dernière transmission autorisée.  
Si  $X' > \sigma$ , le paquet attend  $(X' - \sigma)/\rho$ .

## 5. Le mécanisme du Token Bucket

Le **Token Bucket** (ou double régulateur) ajoute une contrainte sur le **débit de crête**  $p$ .

$$A(t) \leq \min(pt, \sigma + \rho t)$$

### 5.1 Paramètres du modèle

- $\rho$  : débit moyen (taux d'arrivée des jetons),
- $\sigma$  : capacité du seau,
- $p$  : débit de crête.

### 5.2 Grandeurs caractéristiques

- MBS (Maximum Burst Size) :

$$MBS = \frac{p\sigma}{p - \rho}$$

- MBD (Maximum Burst Duration) :

$$MBD = \frac{\sigma}{p - \rho}$$

## 6. Conclusion

Le **Token Bucket** et le **Leaky Bucket** sont deux outils essentiels pour le contrôle de débit et la régulation du trafic. Ils permettent :

- d'assurer la conformité du flux à un profil donné,
- de limiter la congestion,
- et de garantir la Qualité de Service (QoS).

Leur simplicité d'implémentation et d'ajustement (deux ou trois paramètres) en fait des solutions privilégiées dans les routeurs et commutateurs modernes.