

Cours 4

DESCRIPTION ET RÉGULATION DE TRAFIC. CONTRÔLE DE DÉBIT

144

Description et régulation de trafic

- Outils pour le contrôle en boucle ouverte
- Nécessaire si on veut offrir des garanties
- Dimensionnement offline ou online
- Connaître la **forme du trafic** (ses paramètres) permet de préparer les **ressources réseaux** et **conditions** exacts qui sont nécessaires afin de satisfaire ses **besoins en qualité**
- Comment obtenir la forme du trafic ?
 - Observer et estimer, ou
 - Remettre en forme, limiter (Diapo 153)

145

Modèles de trafic

- Description de trafic
 - Variabilité, sporadicité, comportement moyen/extrême, distribution
 - Débit moyen
 - Débit crête
 - Période d'activité / d'inactivité
 - Délai inter-paquet (espacement)
- Prédiction de QoS
 - Evaluation des besoins, et/ou ressources

146

Modèles de trafic

- Différentes échelles d'observation
 - Long terme : “Provisioning”
 - Sessions / connexions
 - Rafales (périodes d'activité)
 - Paquets
- Quels sont les modèles les plus adaptés ?
 - Description fidèle
 - Maîtrise du contrôle

147

Modèles de trafic

- Deux types de modèles :
- (1) **Modèle fluide** :
 - Ne voit pas les paquets
 - Suppose que la transmission et l'écoulement du trafic se fait bit par bit
 - Intérêt :
 - Modèle plus simple
 - Permet de focaliser sur les autres paramètres du trafic, e.g. La taille des rafales, débit moyen

148

Modèles de trafic

- (2) **Modèle discret** :
 - Prend en compte les paquets
 - Intérêt :
 - Modèle plus fidèle à la réalité
 - Obtenu généralement par simple extension du modèle fluide
- **Exemple : Trafic CBR**
 - **Modèle fluide** : Débit
 - **Modèle discret** : Débit + Taille des paquets

149

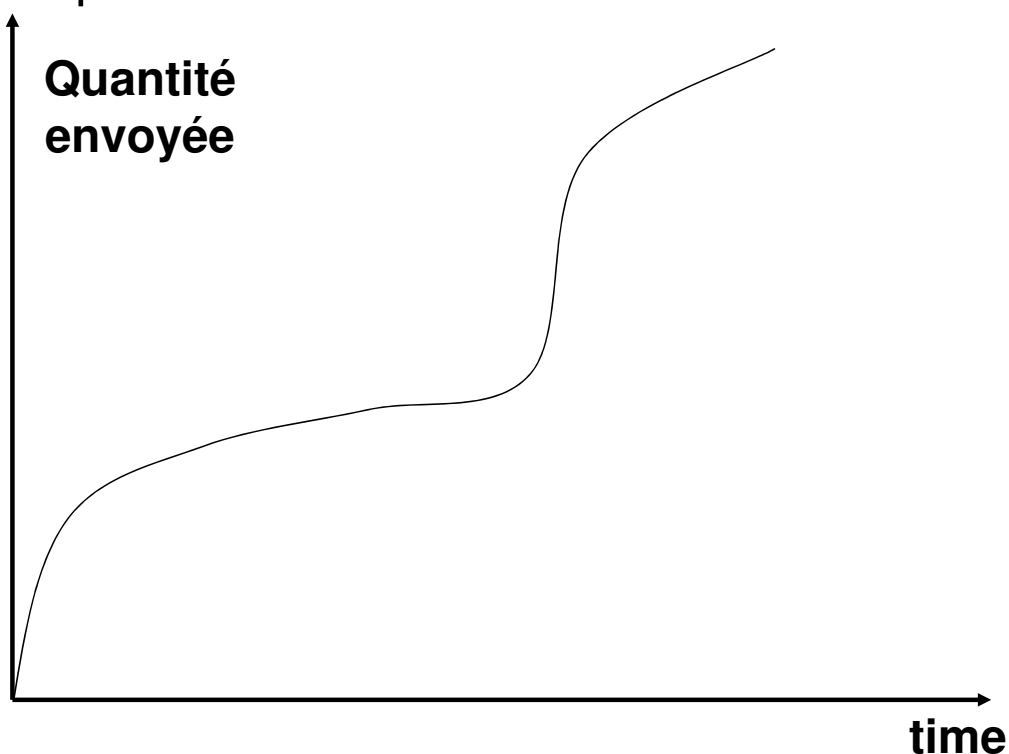
Modèles de trafic

- Deux types de modèles :
- **Modèle déterministe**
 - Décrit la quantité de donnée envoyée par la source de trafic
- **Modèle stochastique :**
 - Décrit la probabilité de la quantité de donnée envoyée par la source de trafic

150

Modèles de trafic

- Exemple de modèle déterministe :



151

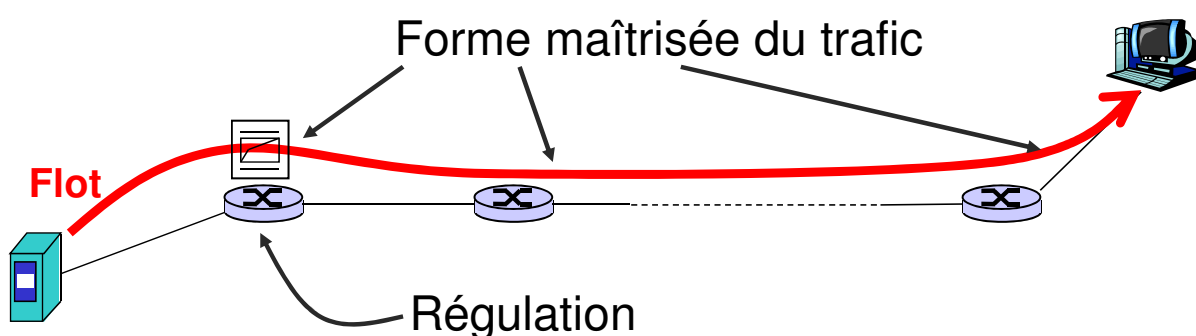
Modèles de trafic

- Plusieurs types de modèles stochastiques :
- Modèles Markoviens
 - Suppose que les instants d'envoi des paquets par la source de trafic sont indépendants
 - **Poisson**
 - **ON/OFF exponentielle**
 - ...
- Modèles à mémoire longue
 - Suppose que les instants d'envoi des paquets par la source de trafic sont fortement corrélés
 - Généralement basé sur la distribution Pareto

152

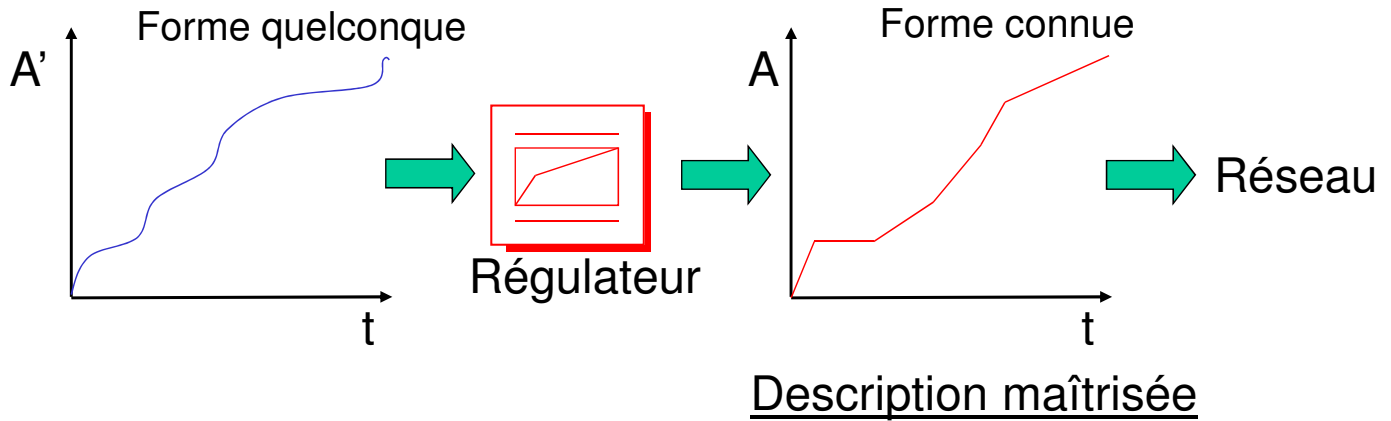
Trafic régulé

- Une autre approche :
 - Utilisation de **régulateur** (ou polisseur)
- Concept :
 - Trafic régulé à l'entrée du réseau



153

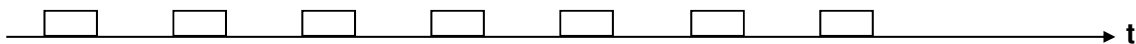
Trafic régulé



154

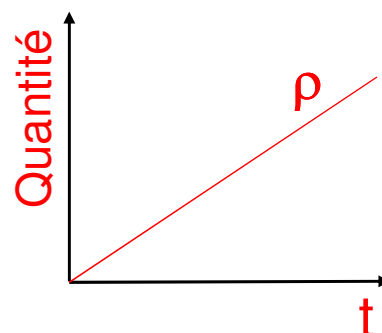
Régulation de trafic

- Le trafic le plus simple à décrire et le plus maîtrisable est le trafic CBR :
 - Débit constant (= débit moyen = débit instantané)



- Idée : Forcer le trafic à suivre cette forme
- Ou limiter le trafic à cette forme

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



155

Régulation de trafic

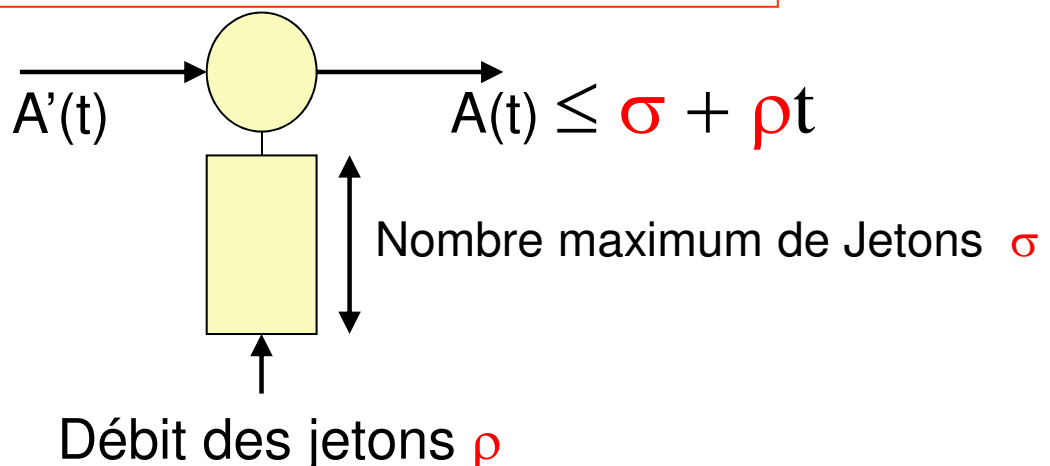
- $A(t) \leq \rho.t$
- Peut être trop contraignant et/ou ne correspond pas au besoin de l'application
 - Notamment pour certaines applications rigides
- **Solution** : Rajouter une tolérance autorisant ponctuellement le dépassement de $\rho.t$
- $\rightarrow A(t) \leq \sigma + \rho t$
- σ est le paramètre de sporadicité « burstiness »
- ρ est une borne supérieure du **débit moyen**

156

Régulation de trafic

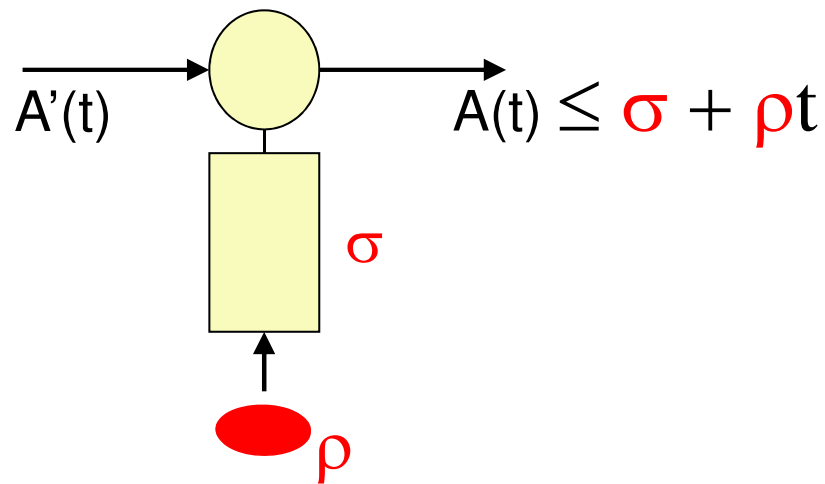
- Mécanisme : “Leaky Bucket” (Panier percé) appelé aussi “Token Bucket” (seau à jetons)
 - ρ taux d'arrivée de jetons, et σ capacité du panier

Jeton : permission d'émission



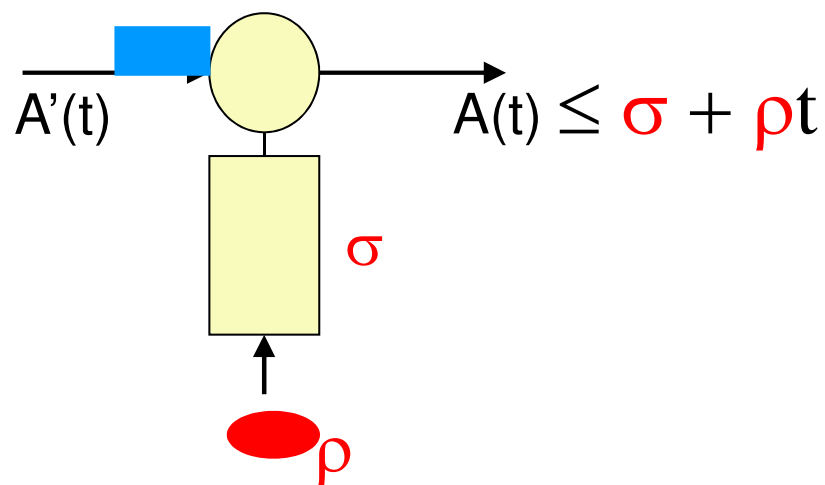
157

Leaky Bucket



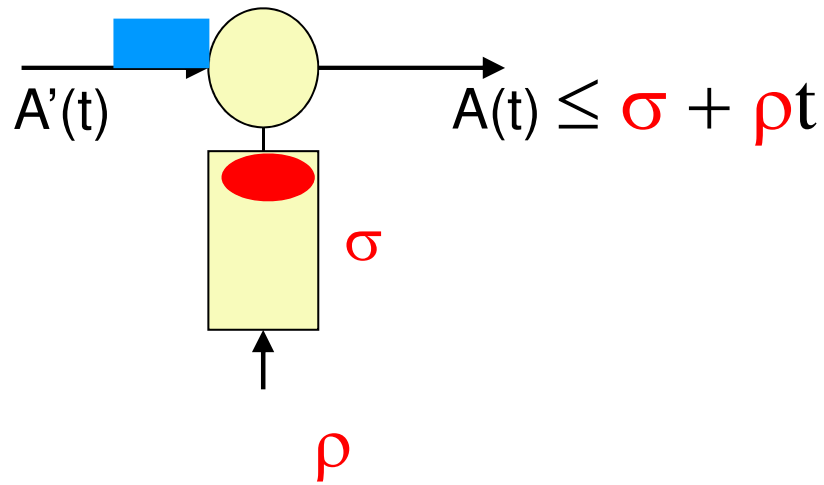
158

Leaky Bucket



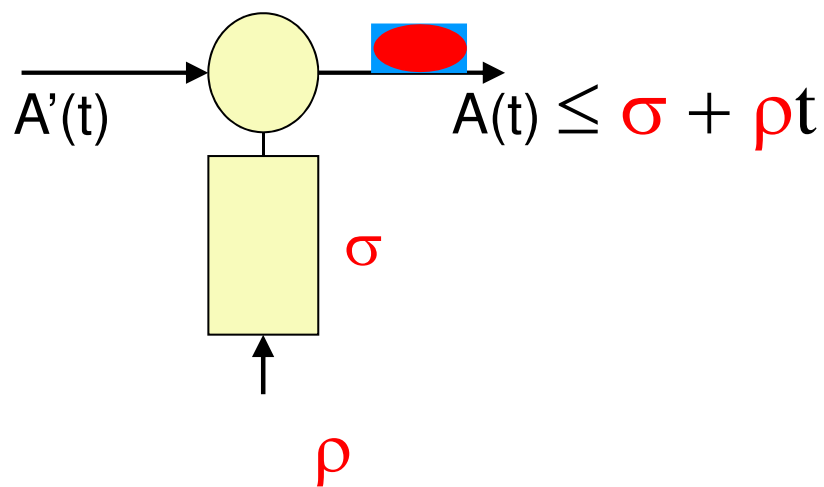
159

Leaky Bucket



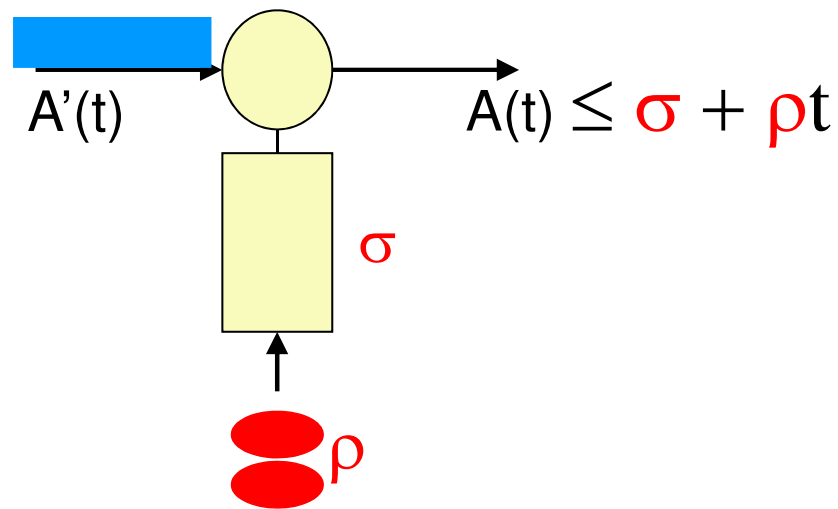
160

Leaky Bucket



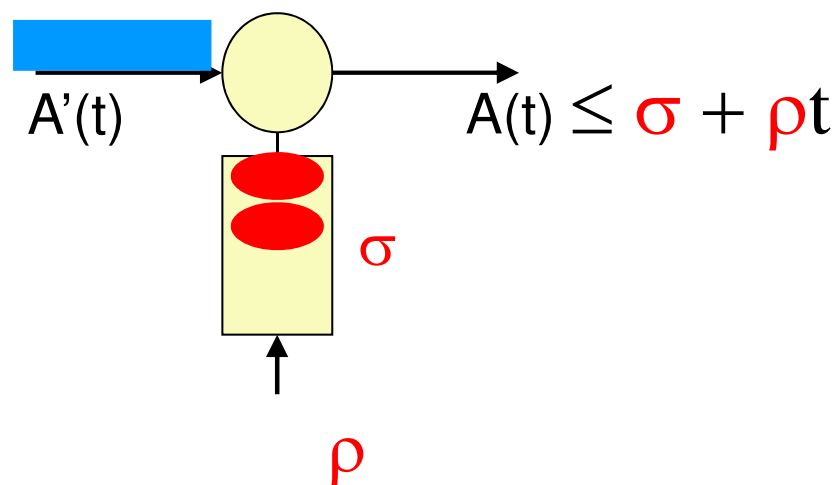
161

Leaky Bucket



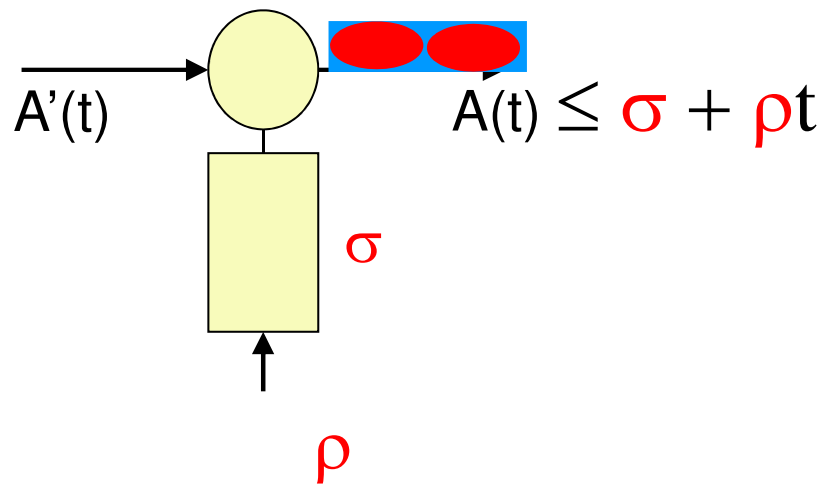
162

Leaky Bucket



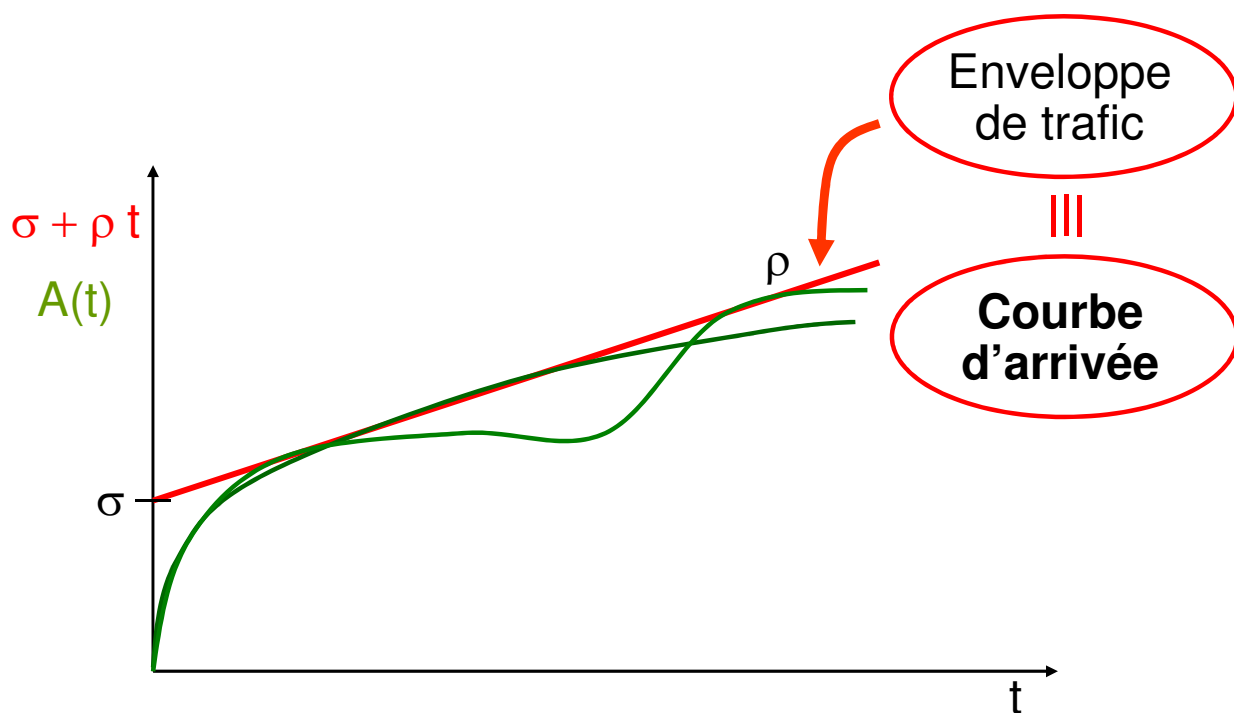
163

Leaky Bucket



164

Leaky Bucket



165

Leaky Bucket

- Une **courbe d'arrivée** α est une fonction qui contraint la source, i.e. la quantité de trafic $A(t_1, t_2)$ délivrée par la source dans l'intervalle (t_1, t_2) :

$$\begin{aligned} A(t_1, t_2) &\leq \sigma + \rho(t_2 - t_1) \\ &\leq \alpha(t_2 - t_1) \end{aligned}$$

166

Leaky Bucket

- Un mécanisme puissant déployé dans les routeurs d'accès/de bord
- Permet aussi de protéger le réseau des flots envoyant avec un débit excessif
 - Seul les flots excessifs/agressifs sont pénalisés
 - Les autres flots ne sont pas impactés
- Contrôle le débit moyen ou le débit crête (maximal)
 - Selon la taille du seau $\sigma > 0$ ou $\sigma = 0$

167

Leaky Bucket

- Forme du trafic maximal est connu
→ Prédiction du trafic (quantités reçues)
- Algorithme simple
 - → implantation simple
 - → bon compromis efficacité vs. simplicité
- Facile à configurer
 - (deux paramètres)

168

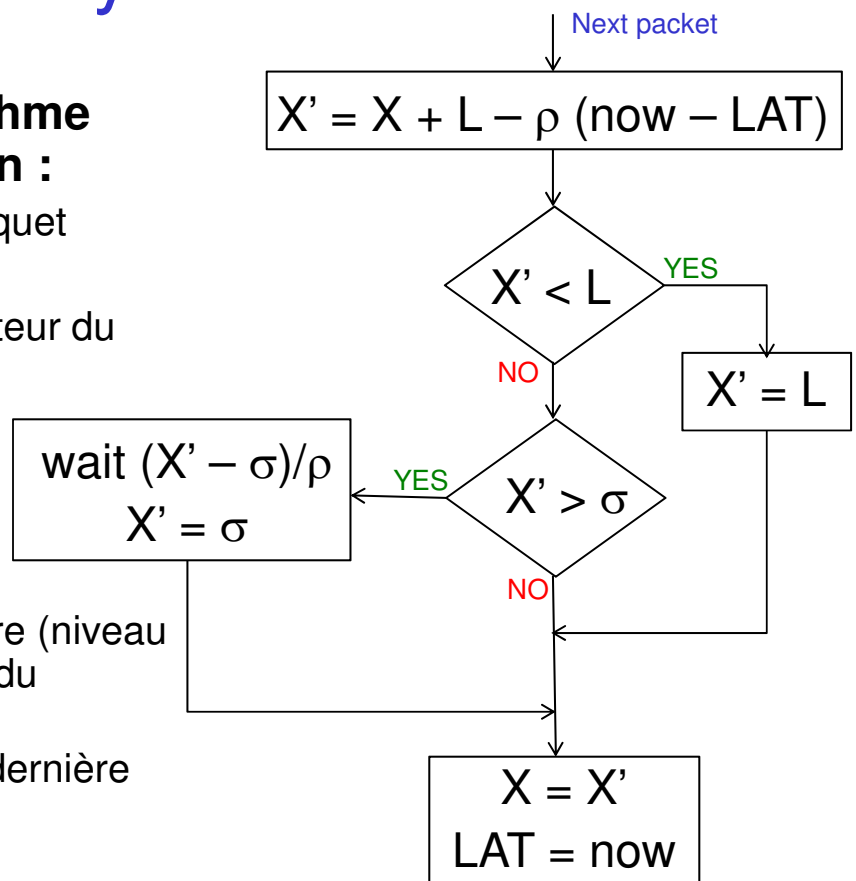
Leaky Bucket

- **Exemple d'algorithme pour l'implantation :**

- L : Longueur du paquet

- X : Valeur du compteur du seau

- X': Variable auxiliaire (niveau du seau à l'arrivée du paquet)
- LAT : Temps de la dernière autorisation

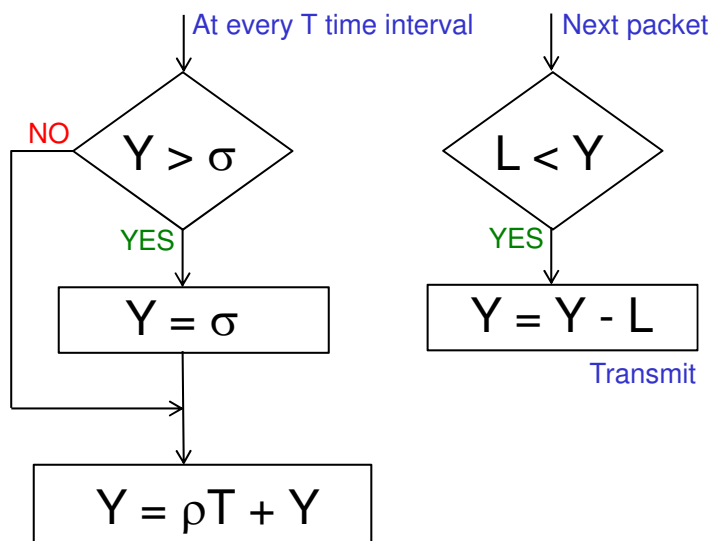


Transmit 169

Leaky Bucket

Autre exemple d'algorithme pour l'implantation :

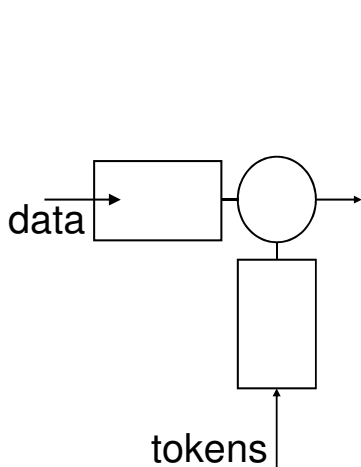
- L : Longueur du paquet
- T : Période de génération de jetons
- Y : Nombre de jetons consommables dans une période T
- Remarques :
 - Algorithme plus simple, mais
 - Moins précis : Problème de granularité lié au choix de la période T de mise à jour
 - T impose un débit maximum (voir diapo 175)



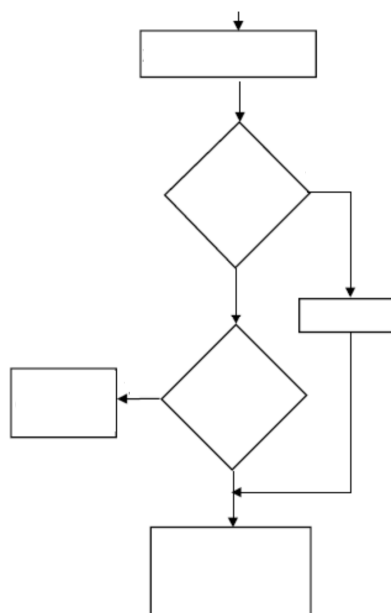
170

Régulation de trafic

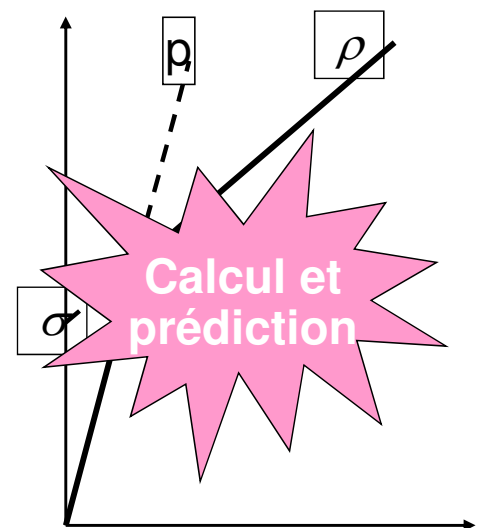
- Leaky Bucket
 - Plusieurs représentations :



Représentation
schématique du
"Seau" à jetons



Algorithme

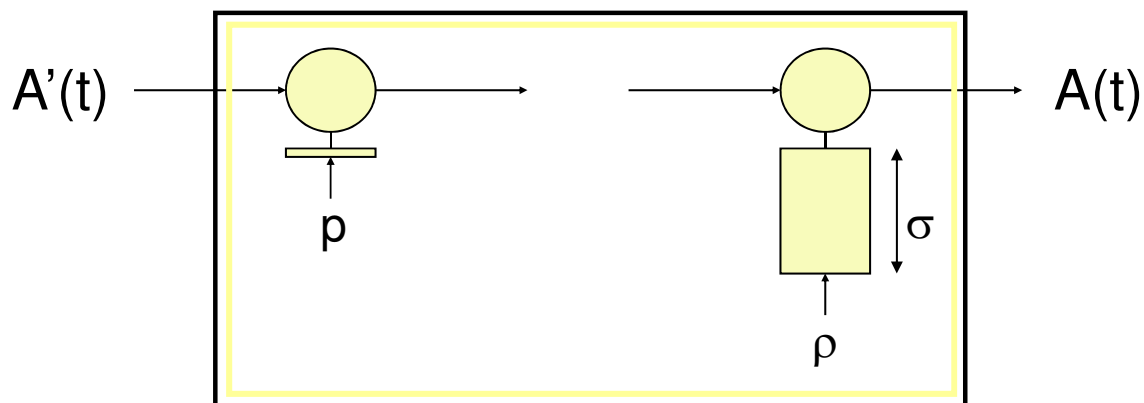


Graphe

171

Régulation de trafic

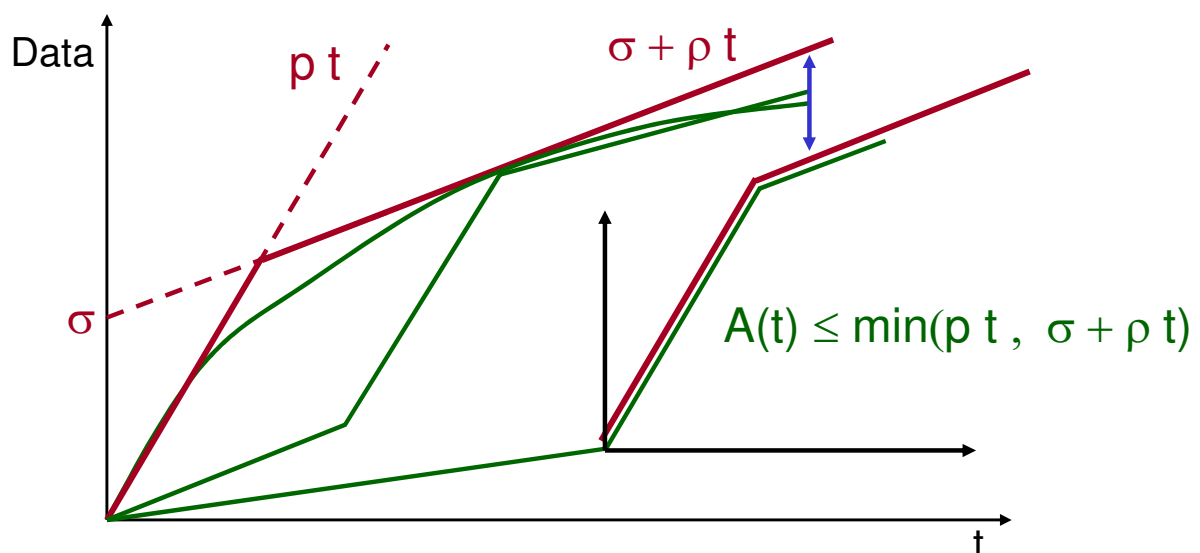
- **Token Bucket** (appelé aussi : Dual token bucket)
- Ajout d'un régulateur au **débit crête (p)** :
 - limiter le débit
 - tenir compte de la capacité maximale du lien



172

Régulation de trafic

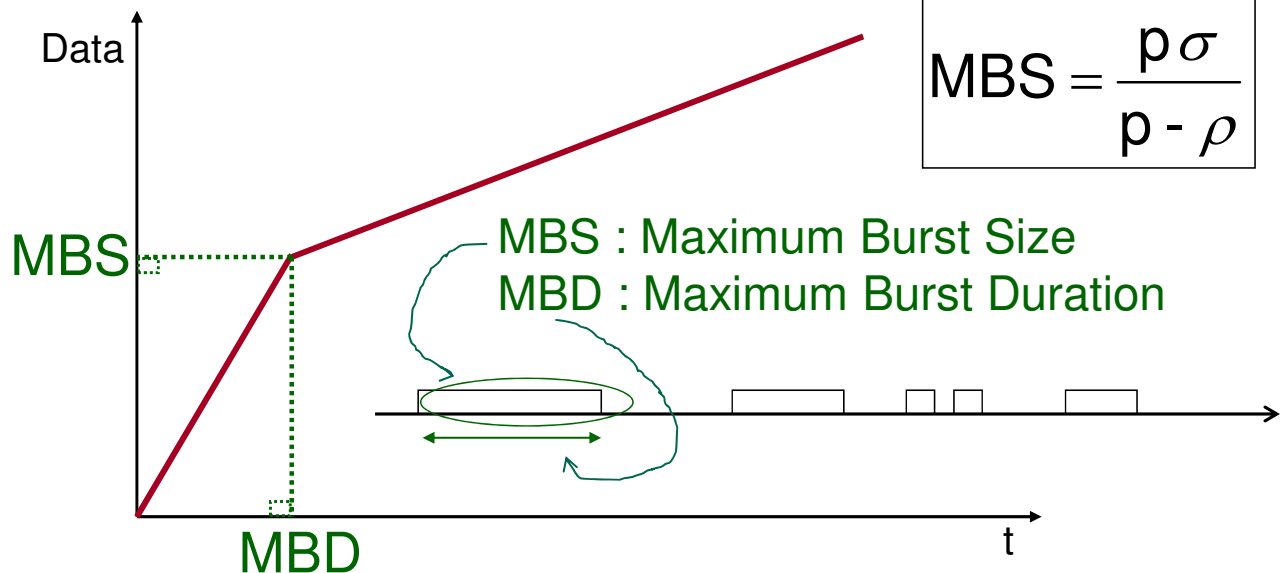
- Token Bucket
 - 3 exemples en vert de $A(t)$



173

Régulation de trafic

Token Bucket



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

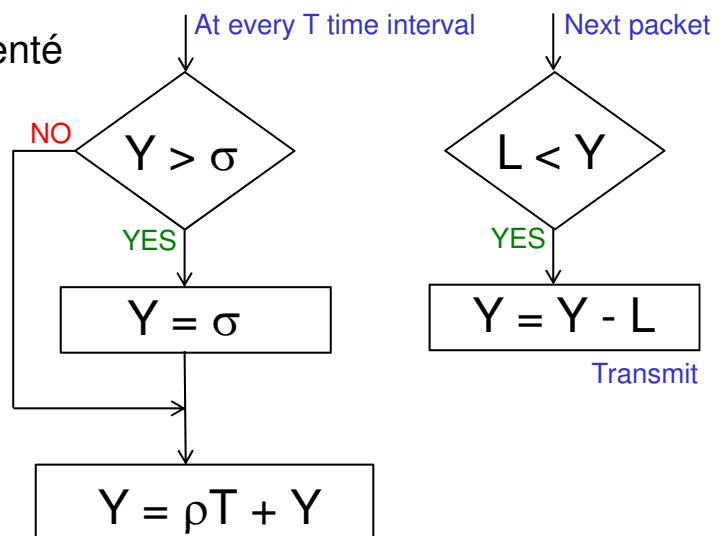
$$\text{MBS} = \frac{\rho \sigma}{\rho - \rho}$$

174

Token Bucket

Autre exemple d'algorithme pour l'implantation :

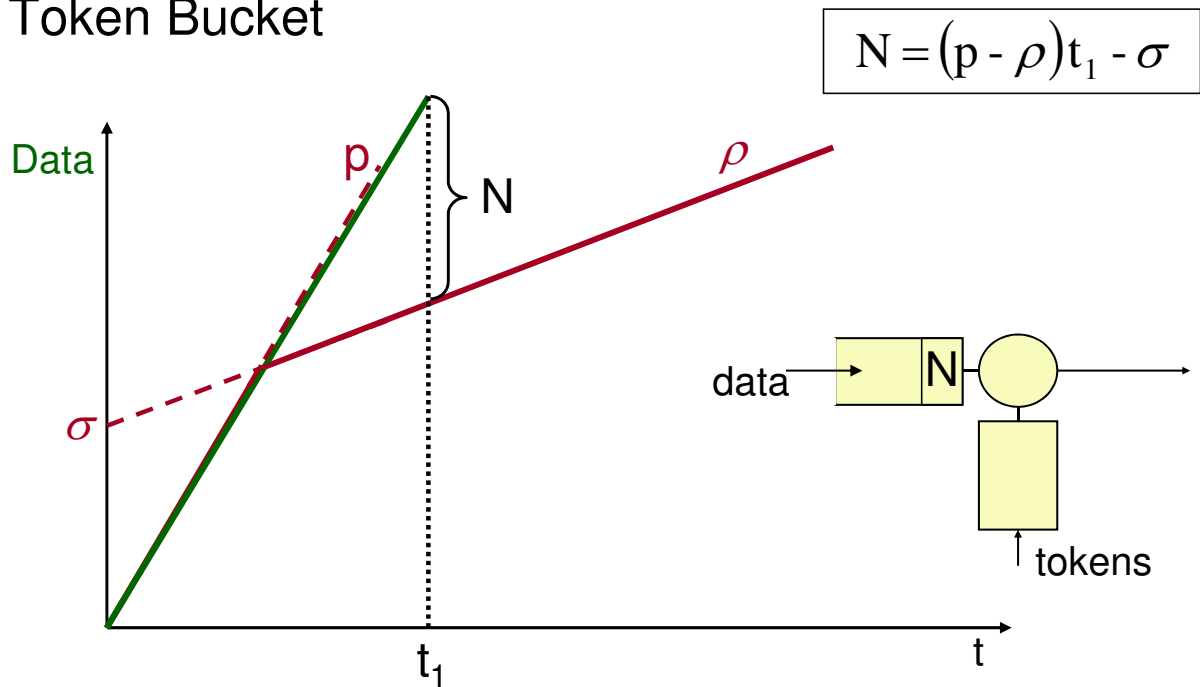
- En réalité l'algorithme présenté [diapo 170](#) impose aussi un débit crête car : $T = \text{MBD}$
 $\rho = \rho + (\sigma / T)$
- Même problème de granularité



175

Régulation de trafic

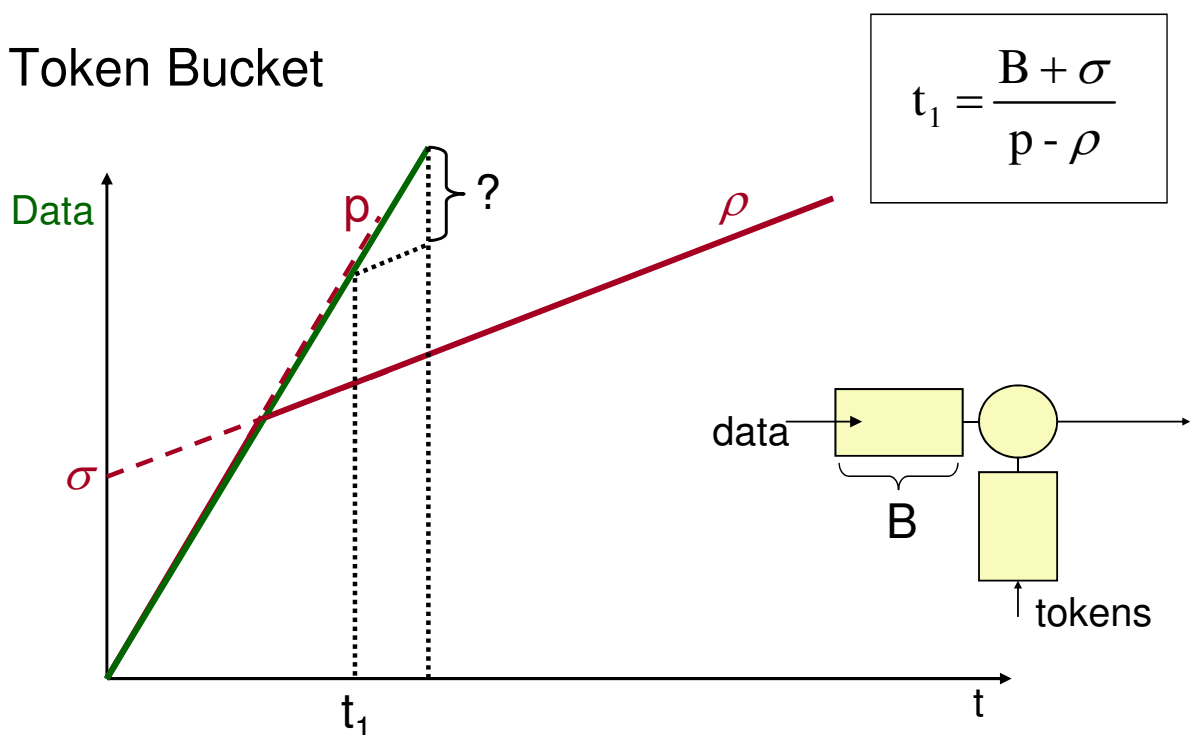
- Token Bucket



176

Régulation de trafic

- Token Bucket



177

Régulation de trafic

- Token Bucket – Modèle discret
 - La taille des paquets est variable :
 - Un jeton = un octet (ou un bit)
 - Un paquet de taille S requiert S jetons

