

Cours 2

INGÉNIERIE DE TRAFIC ET QoS

1

Support de QoS

- Rappel : Paramètres de QoS
 - Gigue, perte, débit,
 - délai (non contrôlable e2e)
 - Comment contrôler un délai de bout-en-bout d'un paquet/flot ?
 - La création de mécanismes d'amélioration (par exemple augmentation de bande passante) ou de priorités n'est pas suffisante
 - :
 - + paramétrage
 - + calcul, mesure et prédition des garanties
 - :
- Ingénierie de trafic

2

Ingénierie de Trafic dans les Réseaux

- L'ingénierie du trafic englobe les **mesures**, la **prévision**, la **planification**, le **dimensionnement** et le **contrôle** de la **qualité**. Elle vise à assurer pour les services des objectifs en matière de **capacité d'écoulement** du trafic.
La capacité d'écoulement du trafic est l'un des principaux facteurs de la qualité de service (**ITU**).

3

Ingénierie de Trafic dans les Réseaux

- L'ingénierie du trafic concerne l'optimisation des performances du réseau. C'est l'application de **principes scientifiques** et technologiques aux mesure, modélisation, caractérisation et **contrôle du trafic** afin d'atteindre des objectifs de **performance**.
L'ingénierie de trafic a pour objectif de rendre **efficace** et **fiable** le fonctionnement du réseau et en même temps d'**optimiser l'utilisation** de ces ressources et la performance du trafic. (**IETF**)

4

Ingénierie de Trafic dans les Réseaux

- Ingénierie de trafic =
 - Gestion de trafic
 - + gestion des ressources
- Gestion de trafic =
 - Contrôle du trafic au niveau des nœuds.
 - Exemple : ordonnancement, conditionnement
 - + Contrôle de l'accès aux ressources
 - Exemple : contrôle d'admission, choix de chemin
- Gestion des ressources =
 - Planification, dimensionnement et contrôle du routage

5

Ingénierie de Trafic dans les Réseaux

- Intègre :
 - Les besoins en terme de trafic
 - Les niveaux de performance requis
 - QoS niveau paquet, flot, connexion
 - Les algorithmes pour la gestion de trafic et des ressources
 - Liens et chemins
 - Nœuds (routeurs/commutateurs)
- Base conceptuelle agnostique
- Implémentations suivant les technologies

6

Questions générales adressées

- Comment dimensionner les ressources du réseau ?
- Peut-on appréhender la demande et la modéliser, i.e., le trafic ?
- Sait-on garantir des performances aux utilisateurs (applications, services) ?
- Peut-on s'engager sur des niveaux de services (SLA: Service Level Agreement) ?

7

Objectifs et enjeux

- Assurer des propriétés aux mécanismes de contrôle de trafic
 - « **Predictability** », éviter une **variabilité** trop importante du service (**Besoin**)
 - Facteur d'échelle (« **Scalability** »)
 - Repérer et maintenir les **compromis**
 - Stabilité vs. Convergence rapide¹
 - Predictability vs. efficacité
 - Efficacité (et/ou Fiabilité) vs. Complexité
 - **Equité**²

8

Objectifs et enjeux

1



9

Équité

2

- **Une propriété souhaitée dans tout système de partage, e.g. lien de transmission, réseau, mémoire partagée, etc.**
- **Plusieurs types d'équité possible, souvent l'équité max-min**
- **Équité max-min :**
 - Parmi toutes les allocations possibles, c'est celle qui maximise le minimum
 - Les ressources **résiduelles** sont partagées de manière égale à ceux qui les **demandent**
 - autrement dit : l'augmentation de ceux qui demandent plus ne doit pas diminuer ceux qui demandent moins

10

Équité

- Algorithme/réalisation :

- Comment trouver l'Allocation max-min ?
 - Voir DM et TME
- Les protocoles et les mécanismes actuels permettent-ils d'atteindre l'équité max-min ?
 - Voir prochains cours

11

Équité

- Mesure :

- Indice de l'équité

$$\frac{\left(\sum_i Z_i \right)^2}{n \sum_i Z_i^2}, \quad Z_i = \frac{X_i}{Y_i}$$

- Y_i correspond à l'Allocation max-min ou autre
- Si $Y_i = Y$ alors

$$\frac{\left(\sum_i X_i \right)^2}{n \sum_i X_i^2}$$

0 $\xleftarrow{-\text{équitable}}$ $\xrightarrow{+\text{équitable}}$ 1

12

Invariants des architectures de QoS

- Méthodes pour le calcul de bornes de QoS
- Bout-en-bout
- **Hypothèses** sur le trafic
- Conditionnement du trafic pour satisfaire les **contraintes de calcul**
- **Bornes** de trafic de bout-en-bout
 - Bornes déterministes
 - Bornes statistiques
- “Outils”

13

Invariants des architectures de QoS

- Outils :
 - Modèles de trafic (source de trafic)
 - Polissage des sources (« Source **Policing** »)
 - **Spécification de trafic**
 - Marquage (« Tagging »)
 - Contrôle de priorité
 - Contrôle d'admission
 - **Ordonnancement** et gestion de buffer
 - Contrôle de Congestion

14

Invariants des architectures de QoS

Services/QoS

Premium

GS, EF, GBR, rt-VBR, ...

Better than Best effort

AF, CL, ABR, nrt-VBR, non-GBR,

...

Best-Effort

UBR, BE, DB, ...

Invariants/Outils

Spécification de trafic

Conditionnement

Ordonnancement

Calcul de bornes

Contrôle d'admission

Gestion de buffer

Contrôle de congestion

15

Invariants des architectures de QoS

Services/QoS

Premium

**Gain en performance
ou niveau de garantie
quantifié**

Better than Best effort

AF, CL, ABR, nrt-VBR, non-GBR

**Gain en performance
ou niveau de garantie
non quantifié**

Best Effort
UBR, BE, DB, ...

Invariants/Outils

Spécification de trafic

Conditionnement

Ordonnancement

Calcul de bornes

Contrôle d'admission

Gestion de buffer

Contrôle de congestion

16

Invariants des architectures de QoS

Services/QoS

Approche/Type

Premium
Guaranteed, GBR, RTT,...

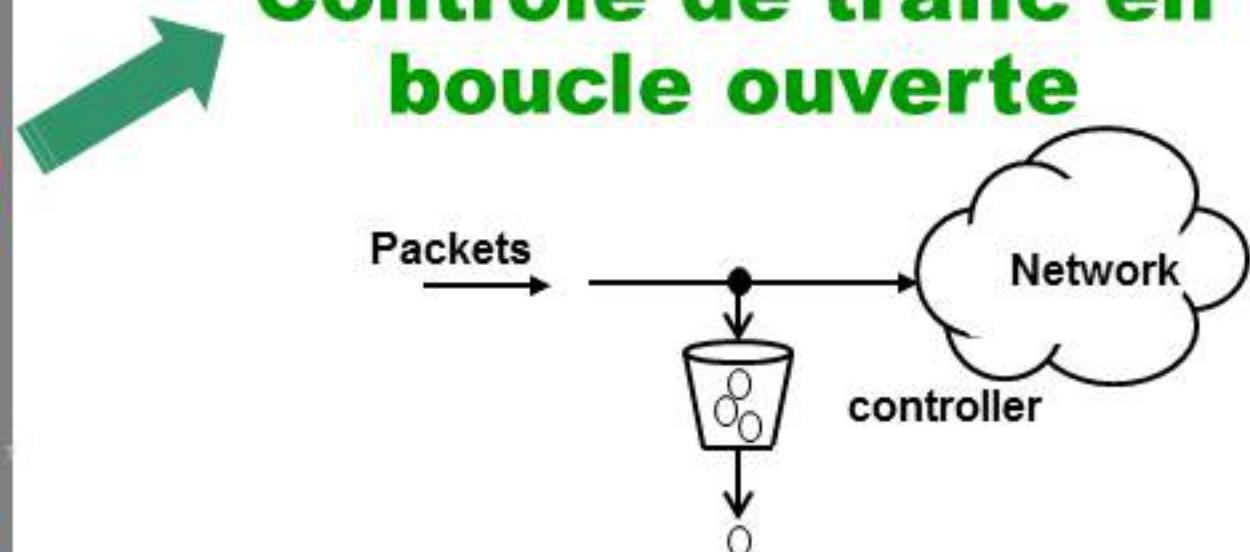
Gain en performance ou niveau de garantie quantifié

Better than Best effort
AF, CL, ABR, nrt-VBR, non-GBR,

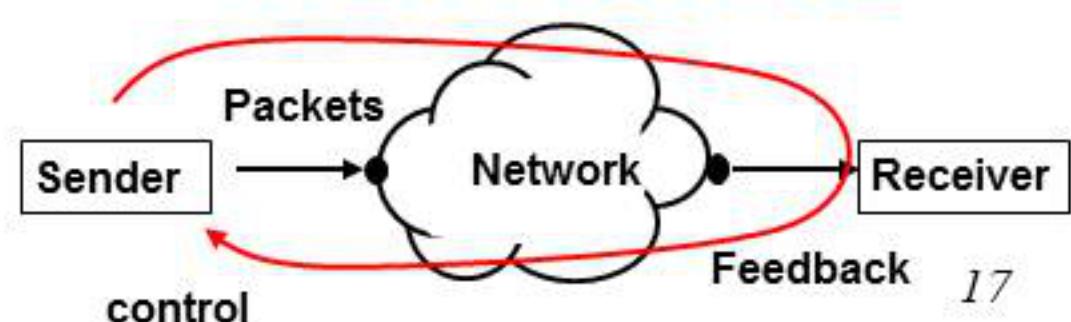
Gain en performance ou niveau de garantie non quantifié

Best Effort
UBR, BE, DB, ...

Contrôle de trafic en boucle ouverte



Contrôle de trafic en boucle fermée



17

Problème 1 à résoudre

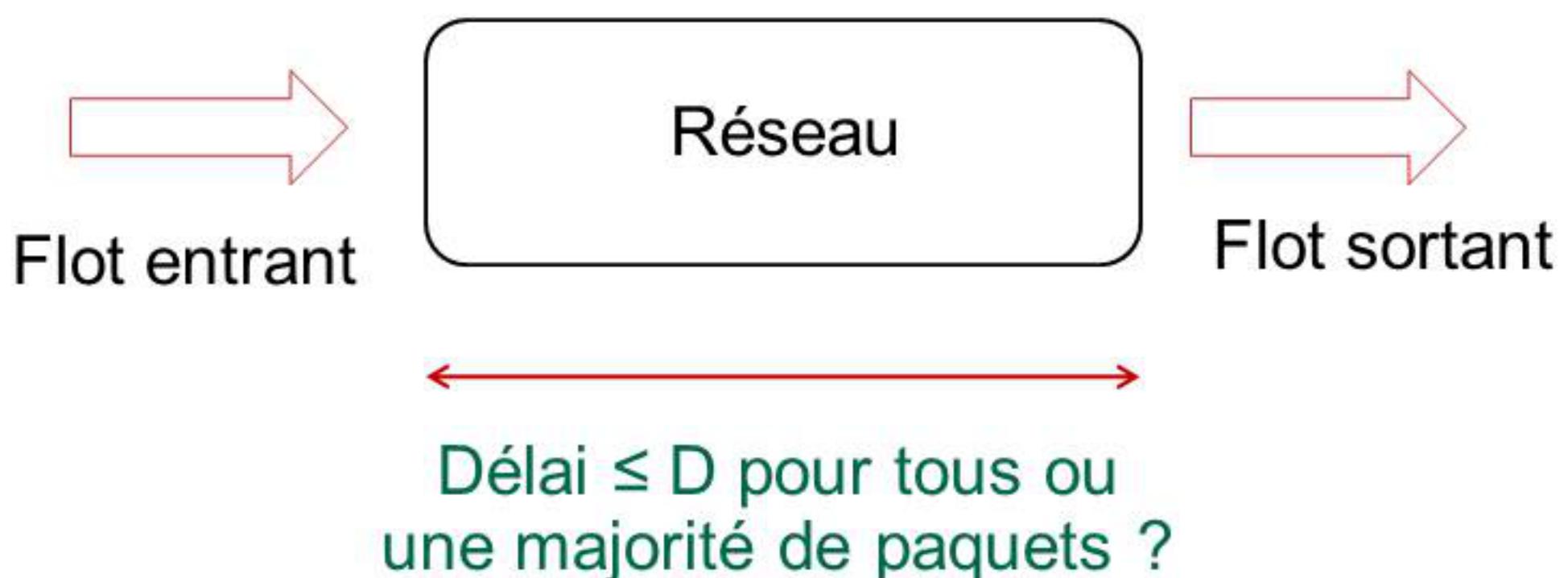
- Assurer une bonne qualité mais sans garanties quantifiées



18

Problème 2 à résoudre

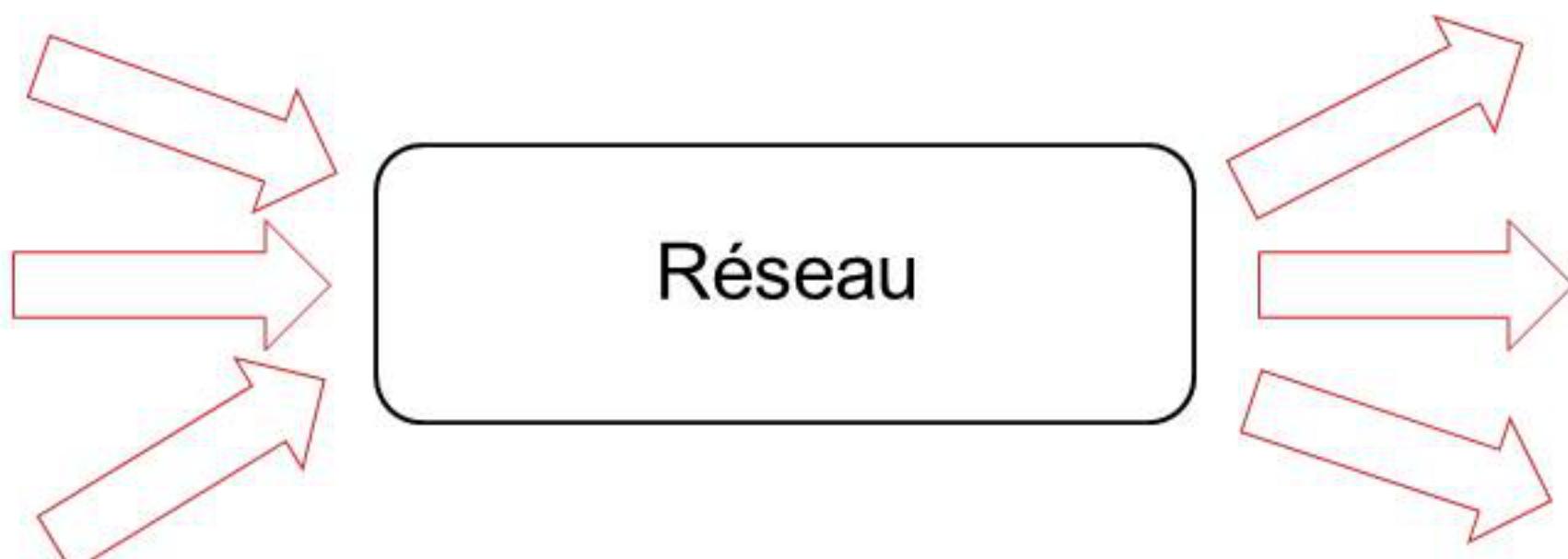
- Offrir des garanties quantifiées (numériques)



19

Problème 3 à résoudre

- Offrir des garanties quantifiées et non quantifiées dans un réseau **intégrant tous les services**
 - Crédit d'une architecture de QoS
 - Exemple : En utilisant DiffServ



20