

Effets des Régulateurs de Trafic dans les Réseaux en Temps Contraint

Ludovic Thomas
ISAE-SUPAERO

Supervision: Ahlem Mifdaoui, Jean-Yves Le Boudec

ETR2021 – 20-24 Septembre 2021

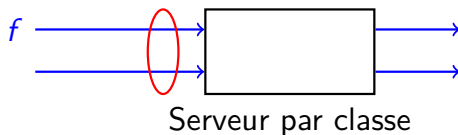
Les réseaux en temps contraint

- IEEE TSN
 - IETF Detnet
- } **Objectifs:**
- Latence bornée
 - Pas de perte par congestion

Les réseaux en temps contraint

- IEEE TSN
 - IETF Detnet
- } **Objectifs:**
- Latence bornée
 - Pas de perte par congestion

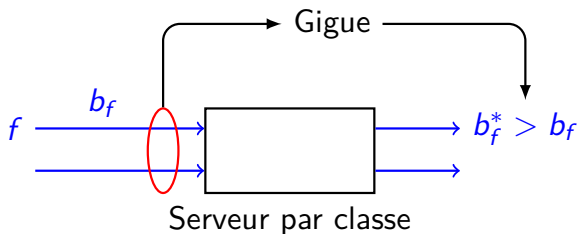
Réseaux FIFO-par-classe



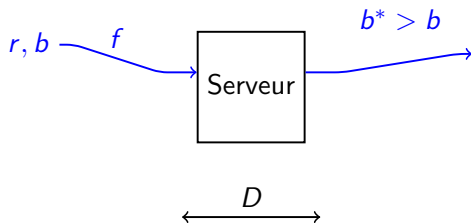
Les réseaux en temps contraint

- IEEE TSN
 - IETF Detnet
- } Objectifs:
- Latence bornée
 - Pas de perte par congestion

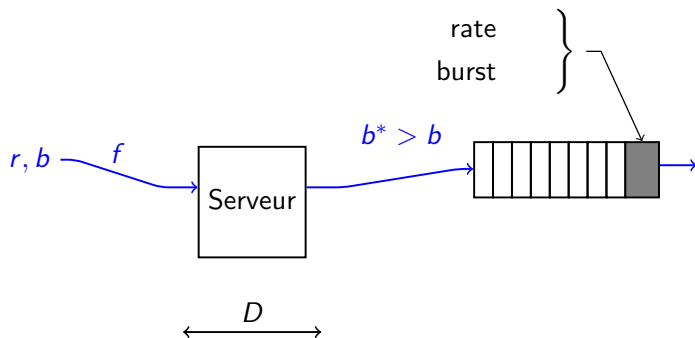
Réseaux FIFO-par-classe



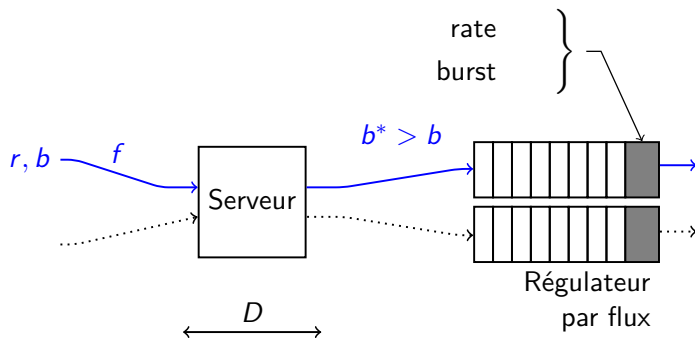
Assurer la stabilité avec des **Régulateurs de Trafic**



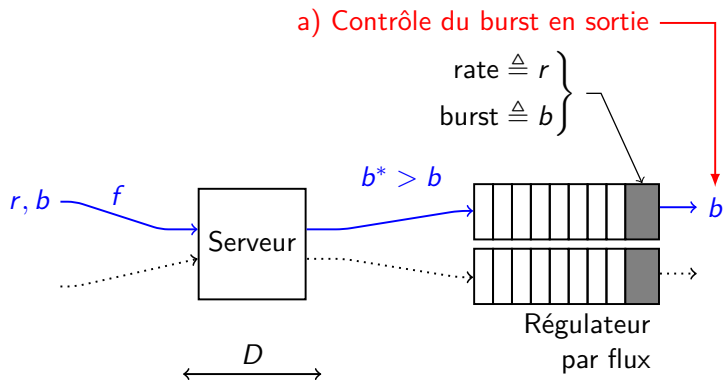
Assurer la stabilité avec des Régulateurs de Trafic



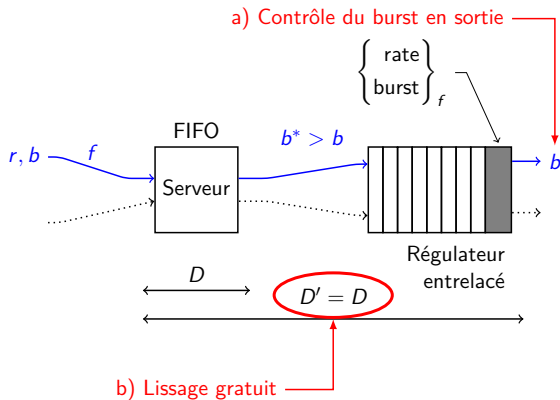
Assurer la stabilité avec des Régulateurs de Trafic



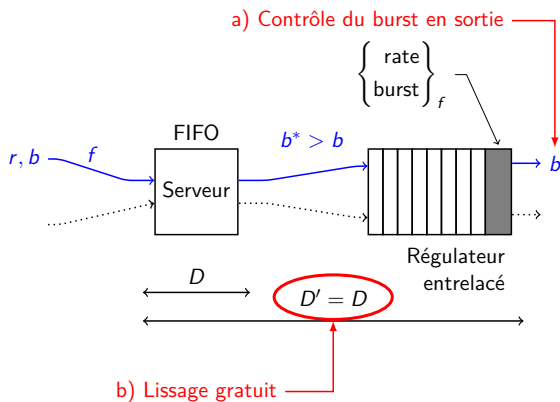
Assurer la stabilité avec des Régulateurs de Trafic



Le régulateur entrelacé



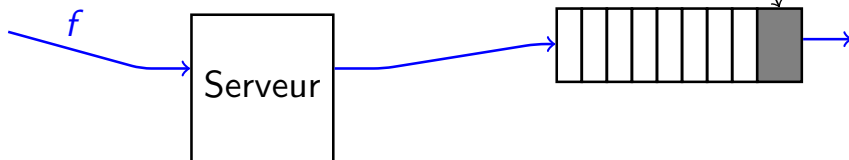
Le régulateur entrelacé



⇒ Un "building block" de IEEE TSN:
Asynchronous Traffic Shaping (ATS).

Les régulateurs mesurent le **temps écoulé**

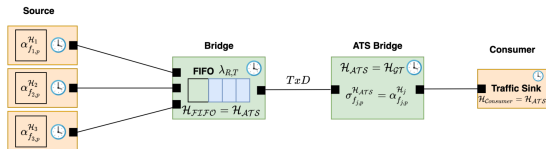
$$\forall t, \text{bits}(t) \leq rt + b \left\{ \begin{array}{l} \text{rate} \triangleq r \\ \text{burst} \triangleq b \end{array} \right\}$$



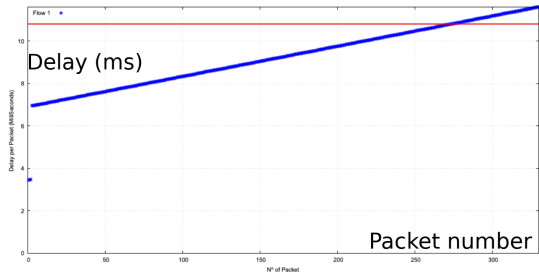
- Fondations théoriques pour comprendre le problème.

Horloges adverses → instabilité du régulateur entrelacé.

Simulations sur ns-3



- 3 sources @ 147 kB/s
- 1 serveur @ 437.5 kB/s
- $\Delta = 1\mu s$, $\rho = 1 + 100\text{ppm}$
- Horloges adverses
- ⇒ ligne rouge: borne de délai en supposant des horloges parfaites, obtenue par calcul réseau.



Guillermo Aguirre (master project)

Solution:

L'adaptation de contrat

Bibliography I



Andrews, M. (2009).

Instability of FIFO in the Permanent Sessions Model at Arbitrarily Small Network Loads.

ACM Trans. Algorithms, 5(3):33:1–33:29.

<http://doi.acm.org/10.1145/1541885.1541894>.



Thomas, L. and Le Boudec, J.-Y. (2020).

On Time Synchronization Issues in Time-Sensitive Networks with Regulators and Nonideal Clocks.

Proceedings of the ACM on Measurement and Analysis of Computing Systems, 4(2):27:1–27:41.

<https://doi.org/10.1145/3392145>.



Thomas, L., Le Boudec, J.-Y., and Mifdaoui, A. (2019).

On Cyclic Dependencies and Regulators in Time-Sensitive Networks.

In *2019 IEEE Real-Time Systems Symposium (RTSS)*, pages 299–311.