

Métrologie de la qualité de service

Philippe Owezarski

LAAS-CNRS
Toulouse, France
owe@laas.fr

- ▶ Introduction à la métrologie / besoins
- ▶ Techniques de mesure - Etat de l'art
- ▶ Paramètres de QoS : micro & macro
- ▶ Caractéristiques du trafic Internet et problèmes de performances
- ▶ Conclusion

Métrologie : définition



- ▶ Littéralement : « science des mesures »
- ▶ A appliquer au monde des réseaux, en général, et de l'Internet, en particulier (qui sert de plus en plus de support à des applications temps réel)
- ▶ Projet METROPOLIS
- ▶ Action spécifique du CNRS sur « La métrologie des réseaux de l'Internet »

- ▶ Explosion de l'Internet (en taille)
 - ▶ Nouveaux services
 - ▶ QoS
 - ▶ ...
-
- Complexité de l'Internet grandissante
 - Plus de contrôle de l'Internet global et de sa QoS

Thèmes d'application



- ▶ Conception des réseaux
- ▶ Ingénierie des trafics / tables de routage
- ▶ Management des réseaux
- ▶ Dimensionnement (liens, VPN, CoS, ...)
- ▶ tarification/ facturation
- ▶ Supervision de la QoS / multi-domaines
- ▶ Optimisation du réseau et des services
- ▶ Validation et calibrage de mécanismes :
 - ▶ QoS (IntServ, DiffServ, IPv6, MPLS, ...)
 - ▶ Ingénierie des trafics (OSPF, MPLS...)

Quels types de mesures ?



- ▶ Active
- ▶ Passive

→ Besoin en synchronisation fort à l'échelle planétaire : GPS

- ▶ Mesures actives
 - ▶ Consiste à émettre des paquets et à observer les résultats (Délai, RTT, Débit, topologie, etc.)
 - ▶ Point de vue utilisateur
 - ▶ Meilleure solution pour évaluer le service offert par un réseau auquel on est connecté
- ▶ Utilisables pour :
 - ▶ mettre en évidence des modifications de QoS, d'états, etc. suspects (à cause d'un vers par ex.)
 - ▶ Pour identifier les faiblesses de la topologie
 - ▶ ...

Quelques outils de mesures actives



- ▶ Ping
- ▶ Traceroute
- ▶ MGEN
- ▶ Etc.

- ▶ Capture les paquets (ou entêtes)
- ▶ Non intrusif
- ▶ Point de vue opérateur / ISP
- ▶ Limitations
 - ▶ Problèmes d'échantillonnage / Limitations technologiques (vitesse des composants, capacité)

- ▶ En ligne
 - ▶ Les paquets sont analysés en temps réel
 - ▶ Analyse sur de longues périodes possible
 - ▶ Mais la complexité des analyses est limitée
- ▶ Hors ligne
 - ▶ Les paquets sont stockés pour analyse ultérieure
 - ▶ Possibilités d'analyse sans limite
 - ▶ Possibilité de corrélérer plusieurs traces
 - ▶ Mais quantité énorme de données à stocker (courtes périodes seulement)

Outils de mesure passive



- ▶ TSTAT
- ▶ NTOP
- ▶ LIBCAP
- ▶ Tcpdump
- ▶ Tcptrace
- ▶ Etc.

- ▶ « Stream »
 - ▶ Débit quasi-constant
 - ▶ Flux A/V par exemple
- ▶ Élastique
 - ▶ Débit s'adapte aux contraintes du réseau
 - ▶ Caractéristique des flux TCP dans l'Internet

Relatifs à un flux TCP ou UDP

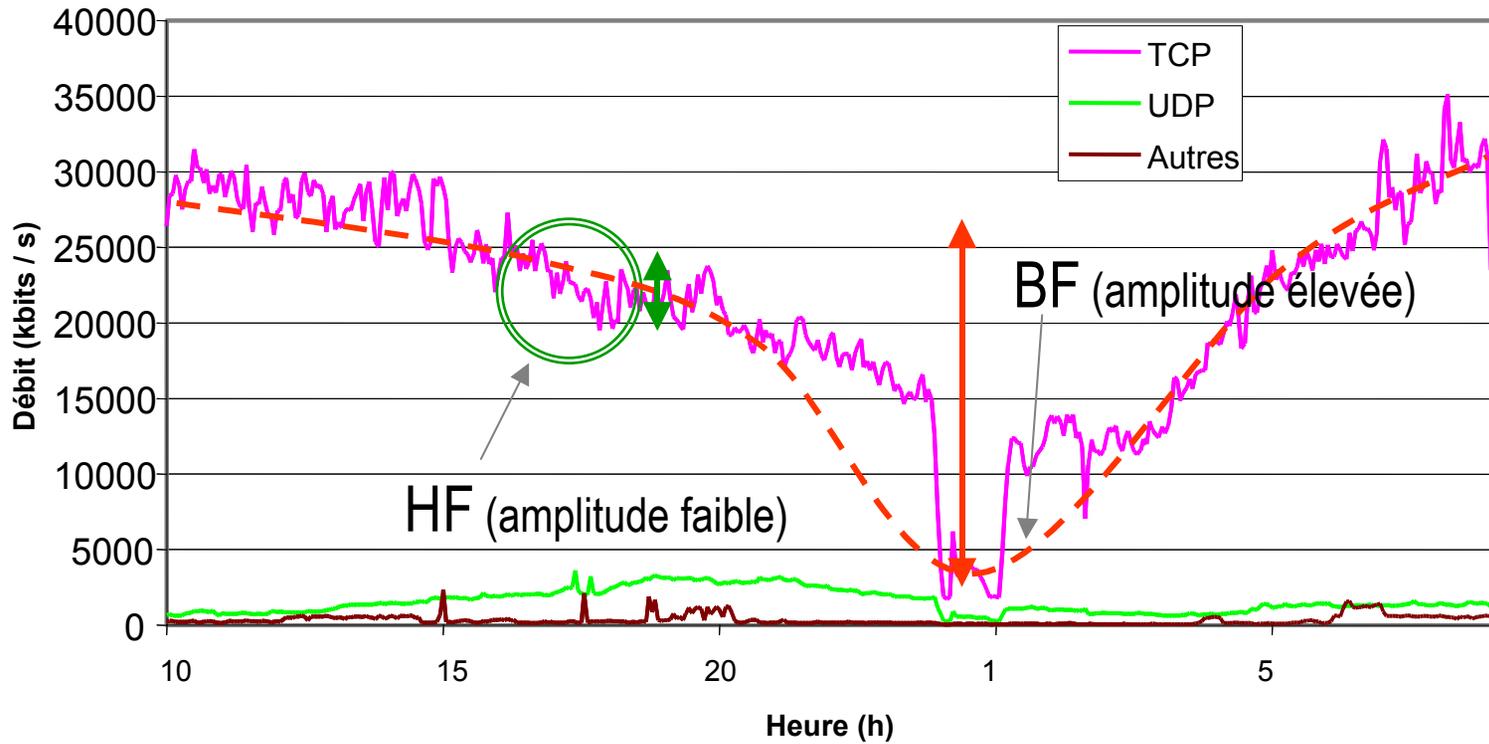
- ▶ Délai
- ▶ Gigue
- ▶ RTT
- ▶ Taux de perte

- ▶ Débit moyen
- ▶ Variabilité

Relatifs à des flux agrégés ayant des caractéristiques différentes

- difficultés à caractériser le trafic avec les mêmes paramètres d'ordre 1 que pour les flux microscopiques
- Débit moyen et variabilité sont insuffisants

Trafic et oscillations



L'Internet est en mutation

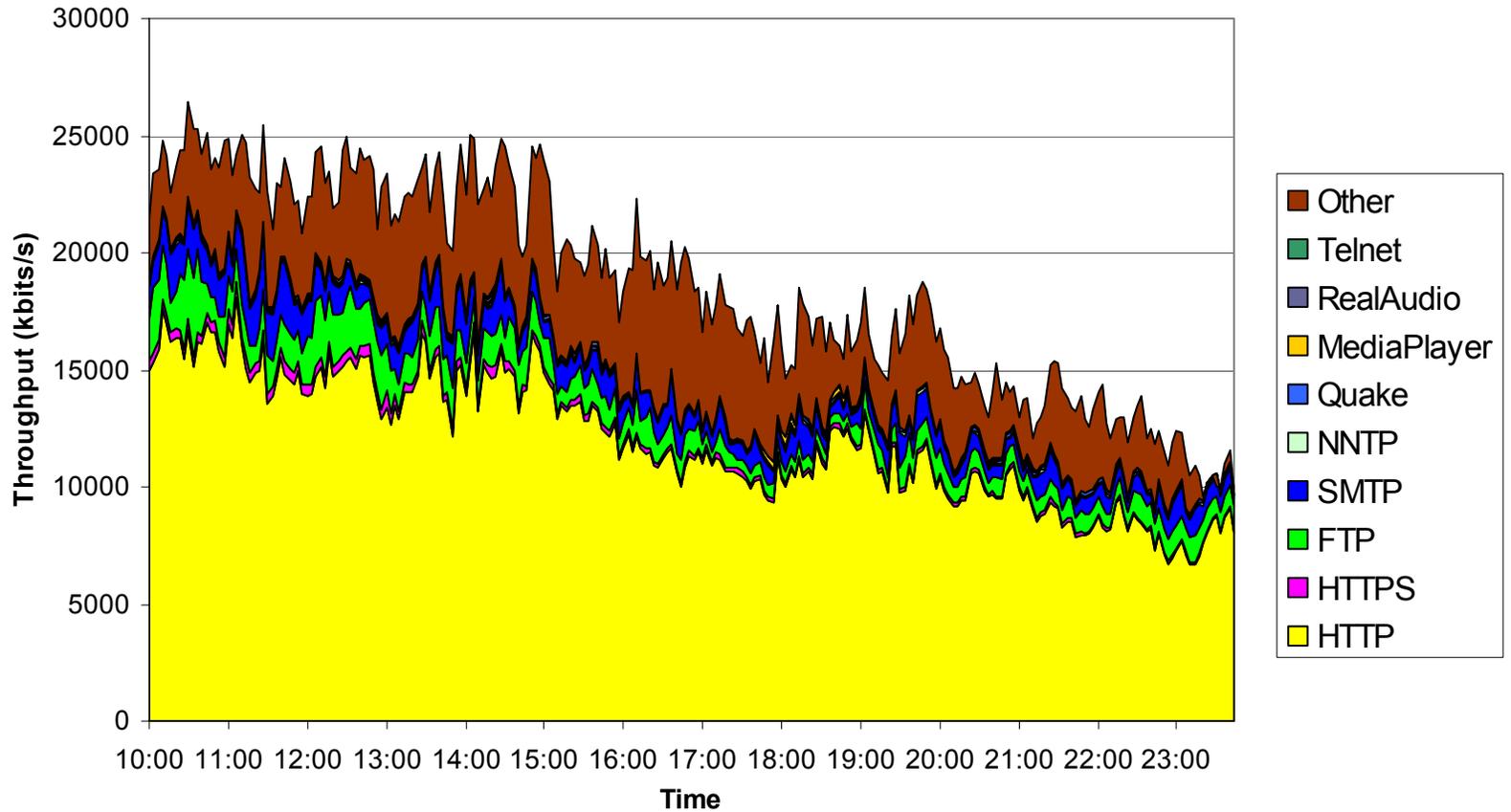


- ▶ Le trafic était presque exclusivement du trafic web
- ▶ Aujourd'hui, la part de trafic P2P ne cesse d'augmenter
 - ▶ mix entre trafic web et P2P, et de plus en plus de streaming

Trafic en mai 2000 (Sprint)



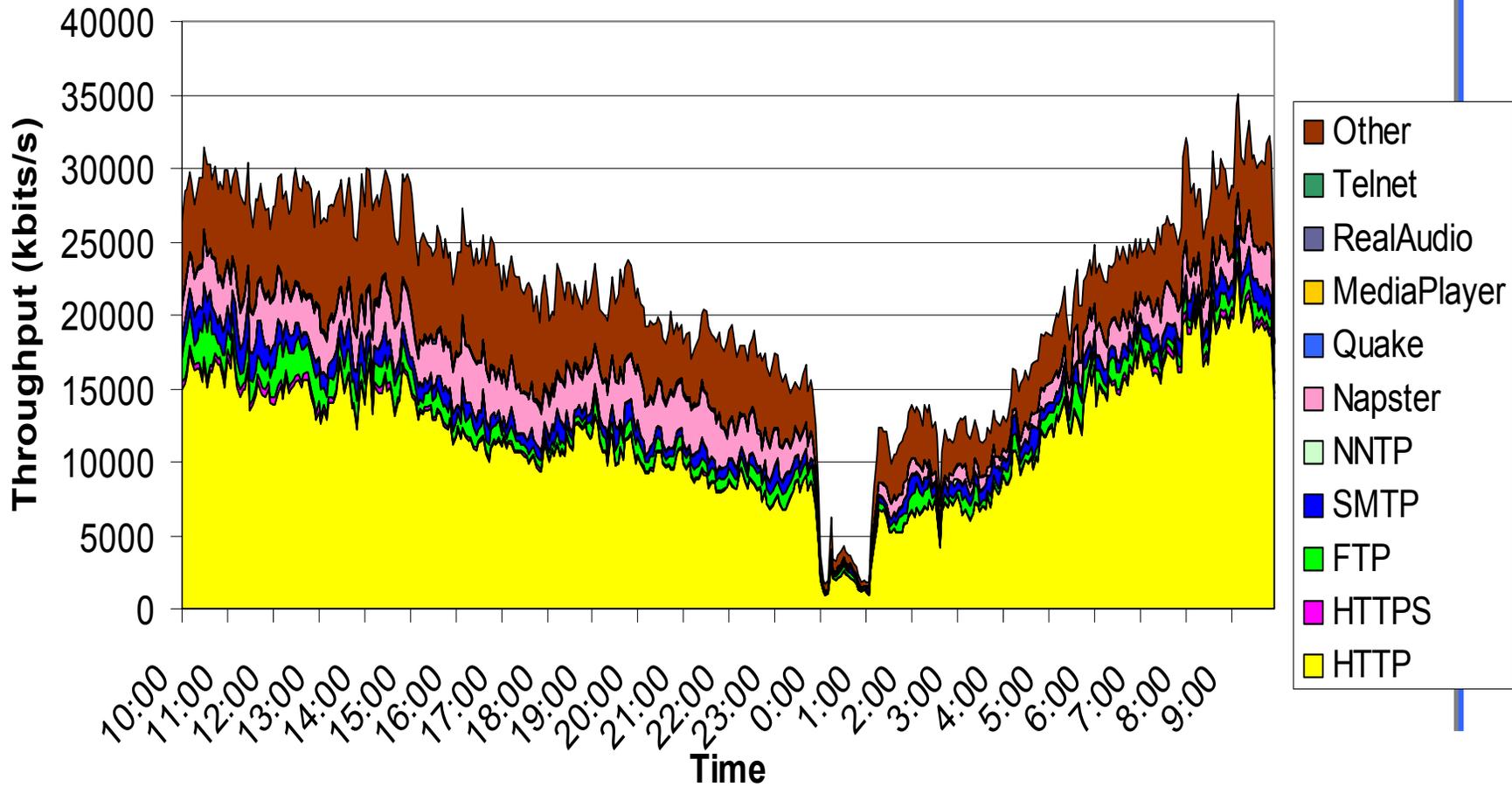
Main TCP applications throughputs



Trafic en août 2000 (Sprint)



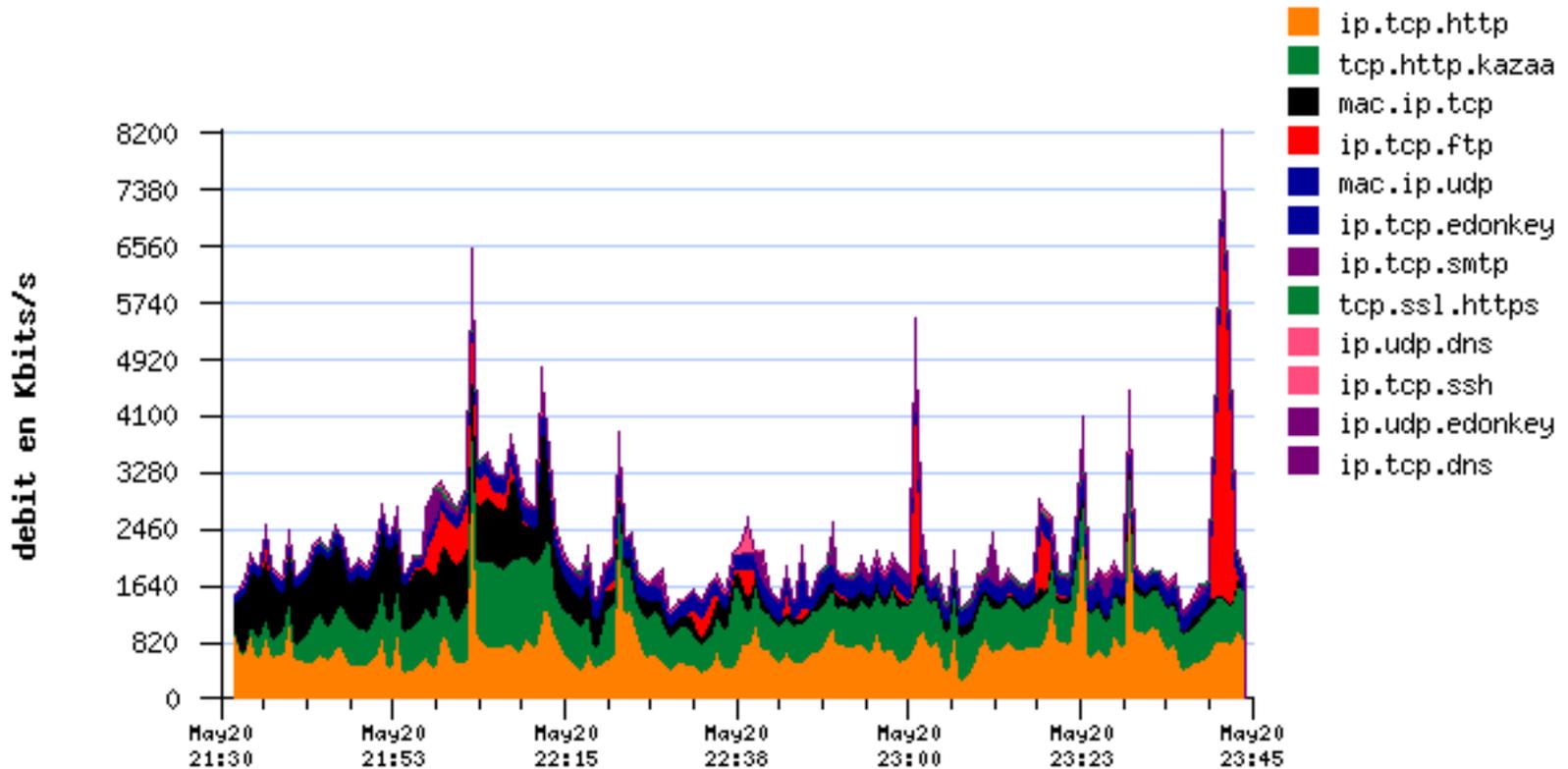
Main TCP applications throughputs



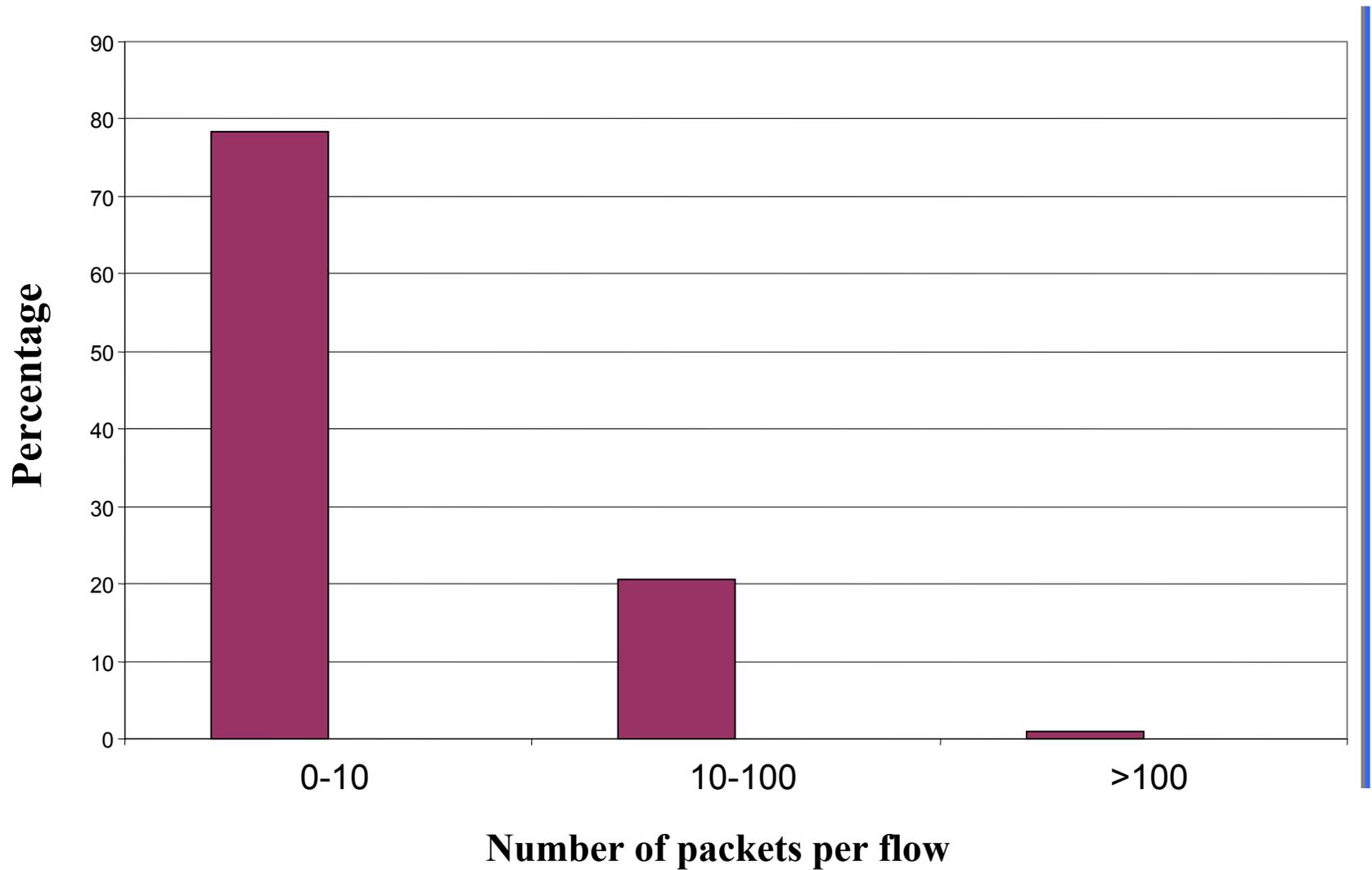
Trafic en mai 2003 (Renater)



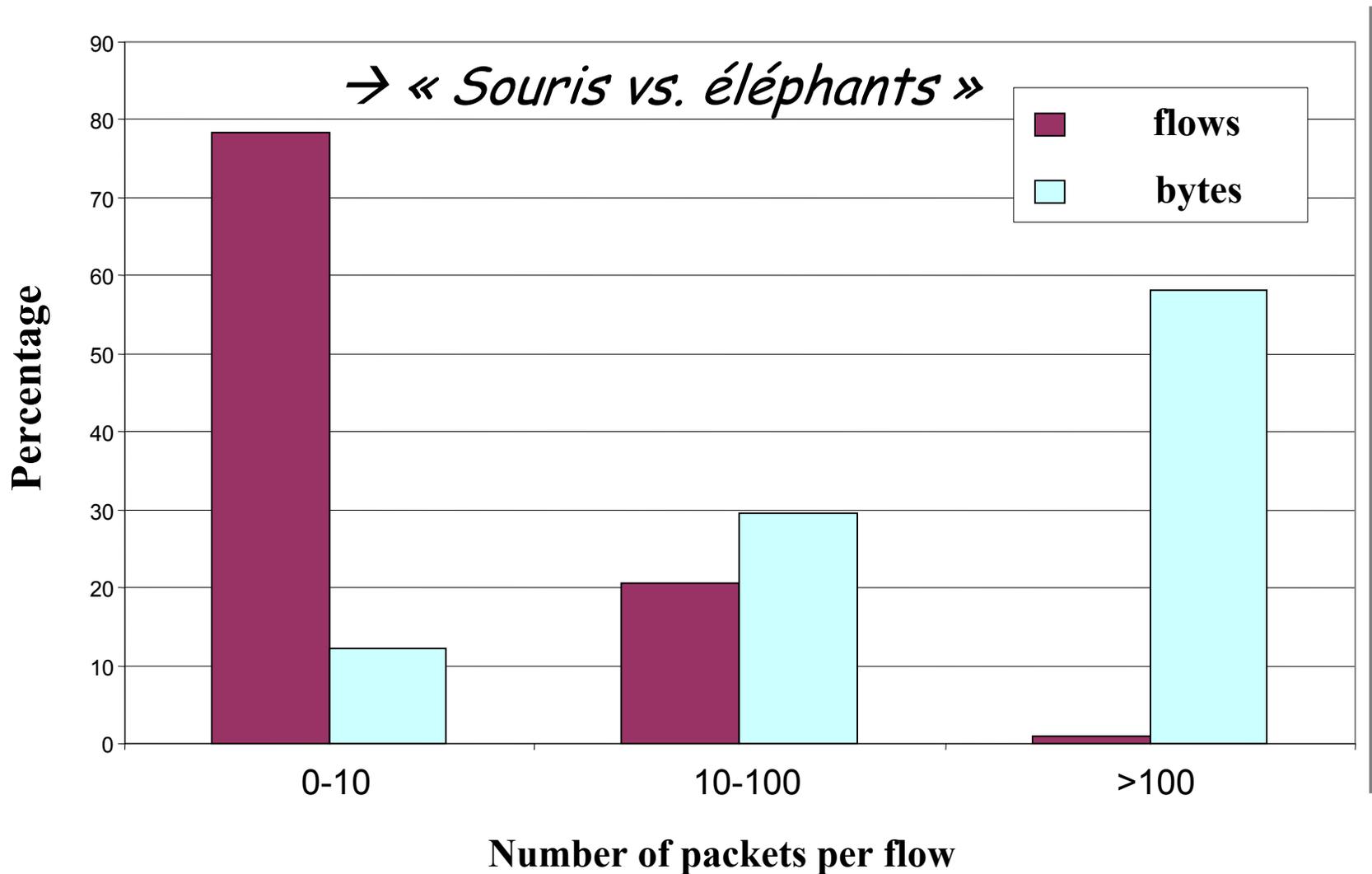
Débit du trafic ip en fonction du protocole



Taille des flux



Taille des flux / bande passante

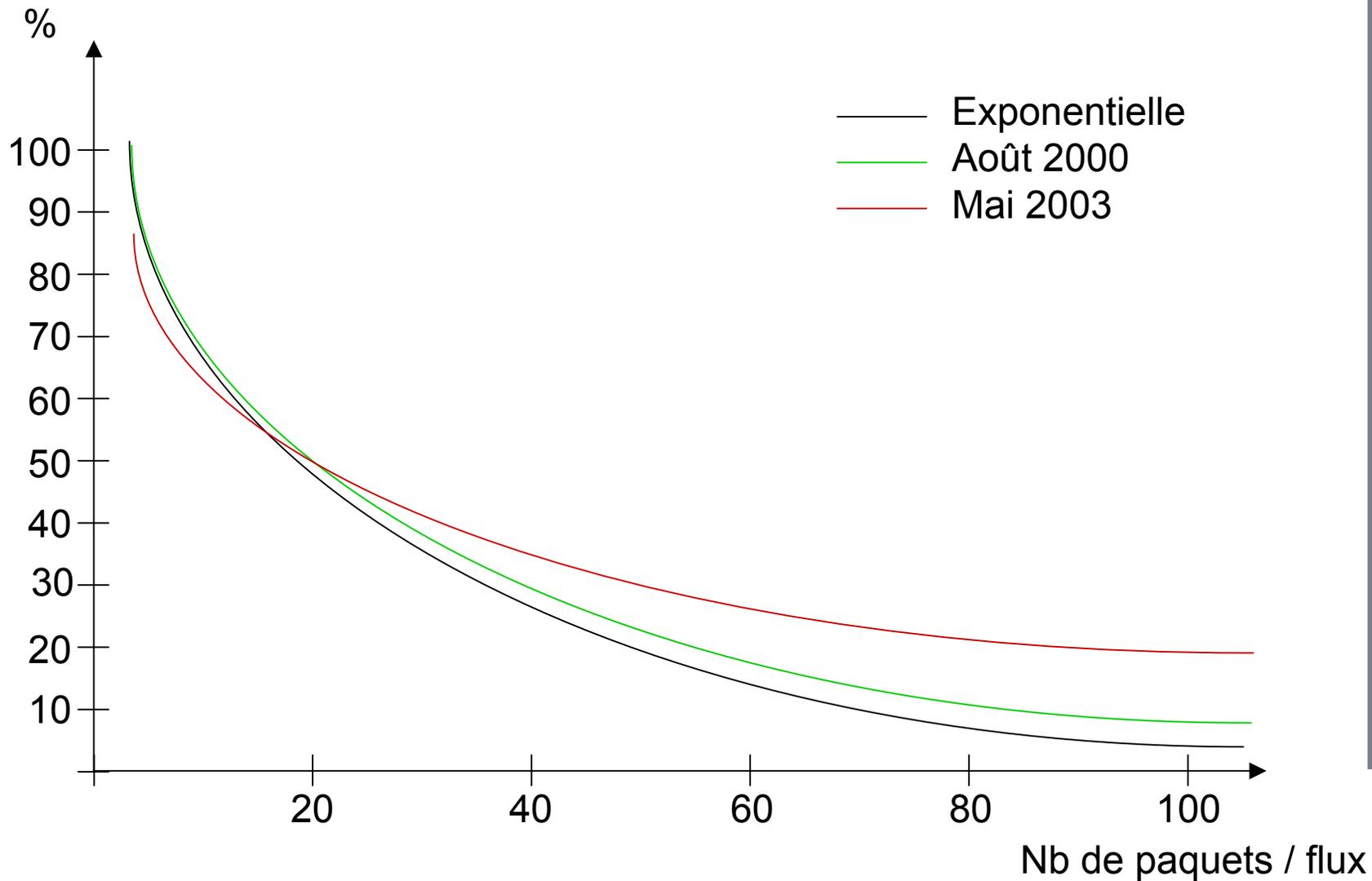


Impact du P2P sur le trafic



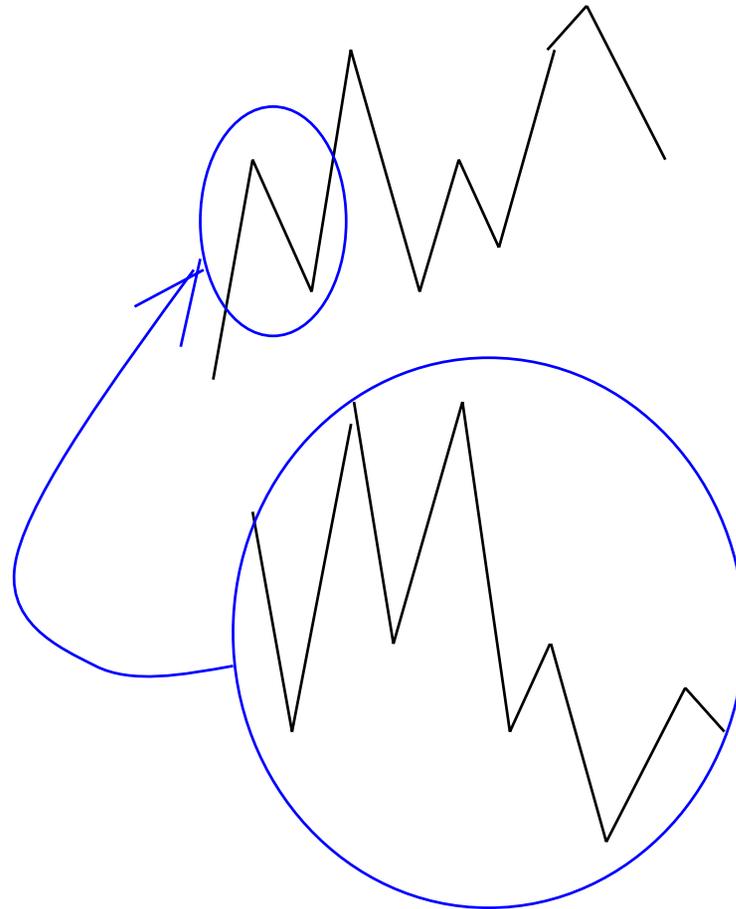
- ▶ Des milliers de souris
 - ▶ Un grand nombre d'éléphants
- Change la distribution des tailles de flux

Distributions des tailles de flux



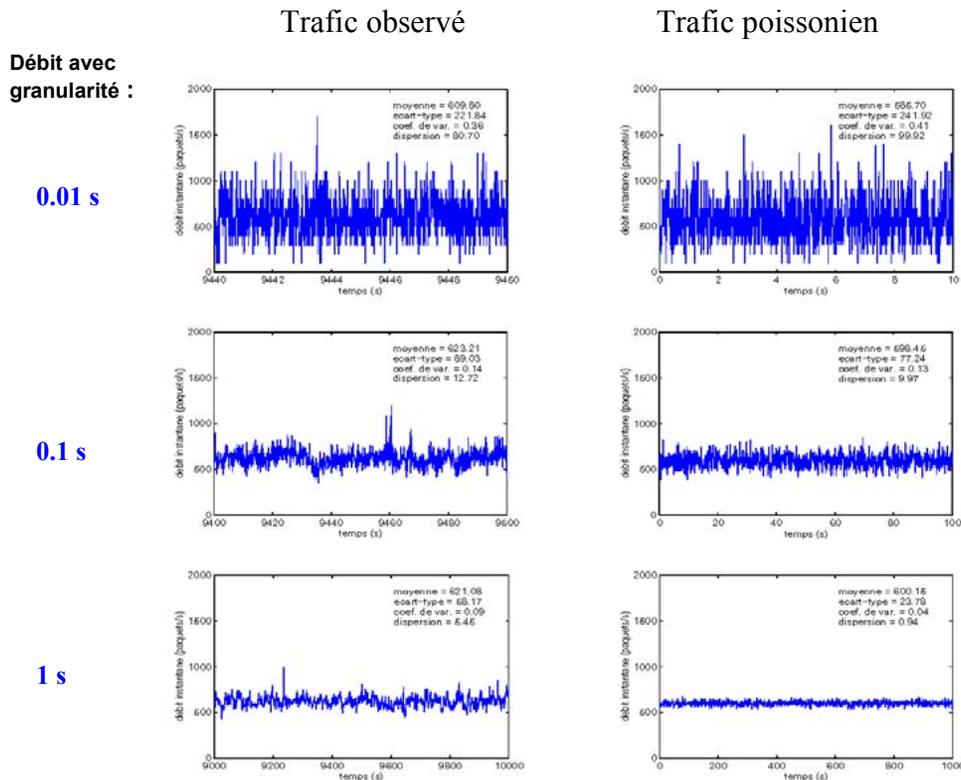
- ▶ Le trafic a des caractéristiques d'**auto-similarité**
- ▶ Dues à:
 - ▶ Distributions à queues lourdes des tailles de flux
 - ▶ Contrôle de congestion à la mode TCP
 - ▶ Routeurs
 - ▶ Comportements humains et des applications

Auto-similarité



Caractérisation du trafic

► Présence d'oscillations dans le trafic Internet

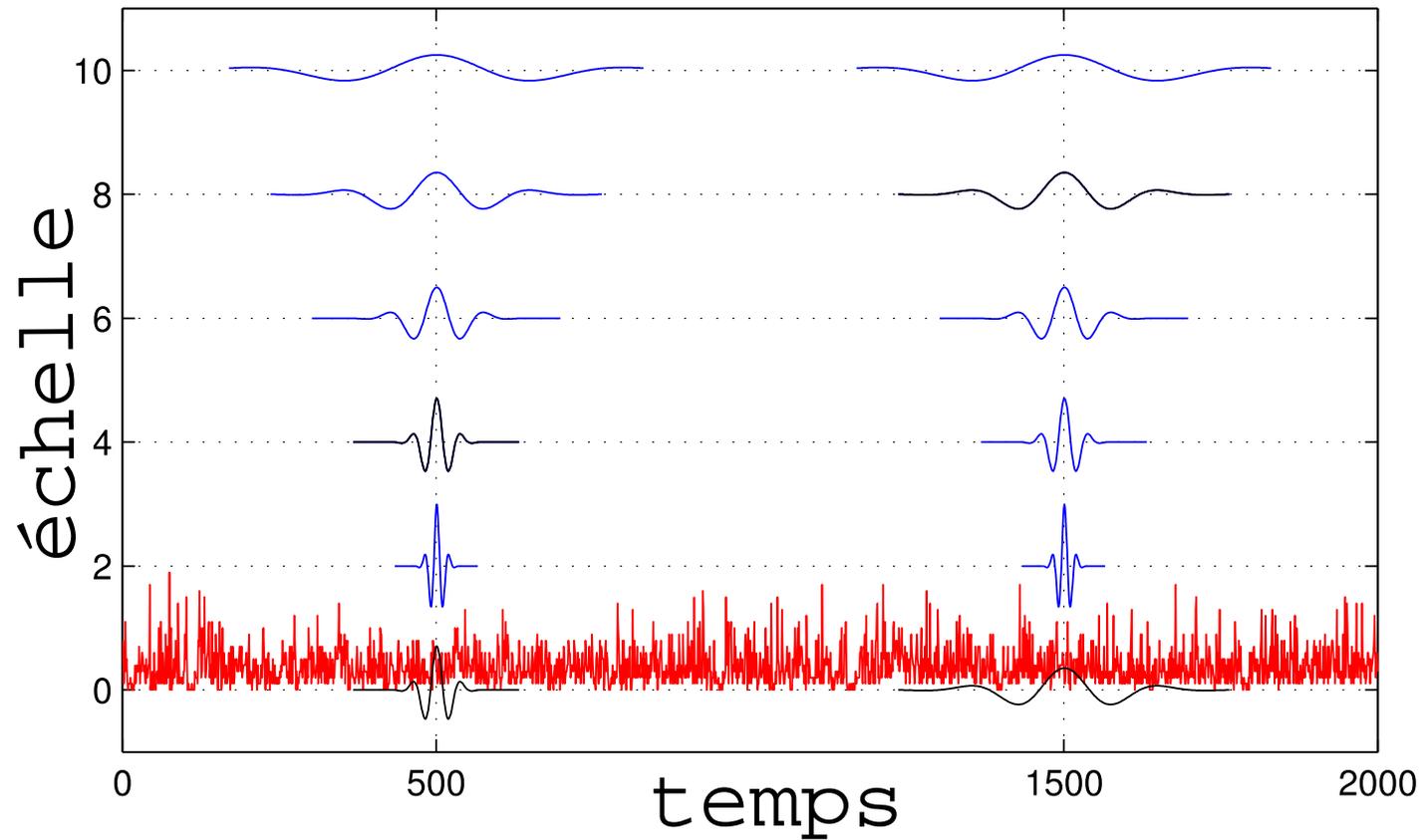


► Le trafic a des caractéristiques de dépendance longue

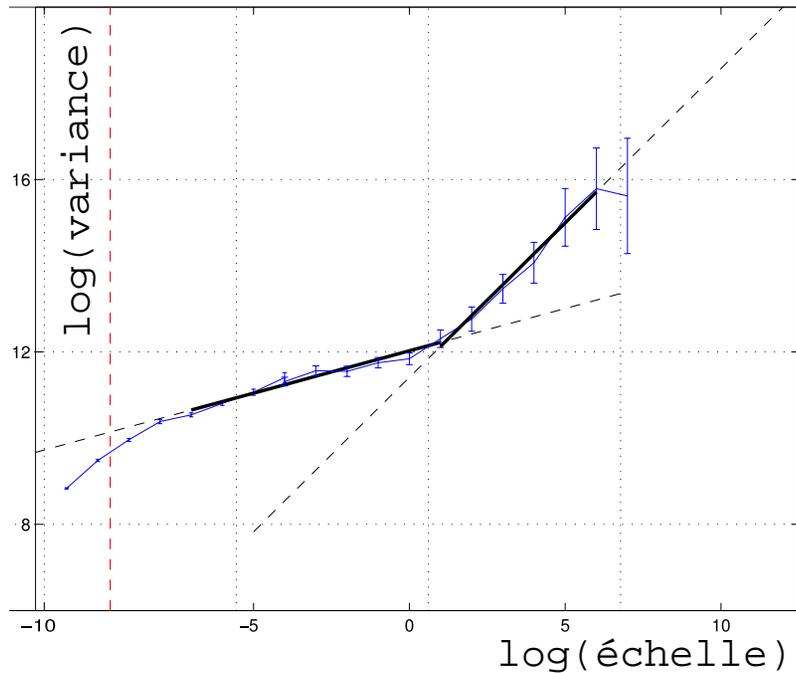
- ▶ Les processus auto-similaires sont des processus LRD (la réciproque est fausse)
- ▶ La LRD s'évalue à partir de la courbe de variance en fonction de l'échelle de temps
- ▶ Quantitativement, la caractéristique d'un processus auto-similaire est la valeur du facteur de Hurst (loi de puissance marquée dans un diagramme $LRD = f(\text{échelle})$)

- ▶ Des outils basés sur des méthodes semi-paramétriques (issues du traitement du signal) existent :
 - ▶ Périodogramme
 - ▶ Basés sur une analyse spectrale
 - ▶ Basés sur une analyse par ondelettes
(→ LDestimate)

Décomposition en ondelettes

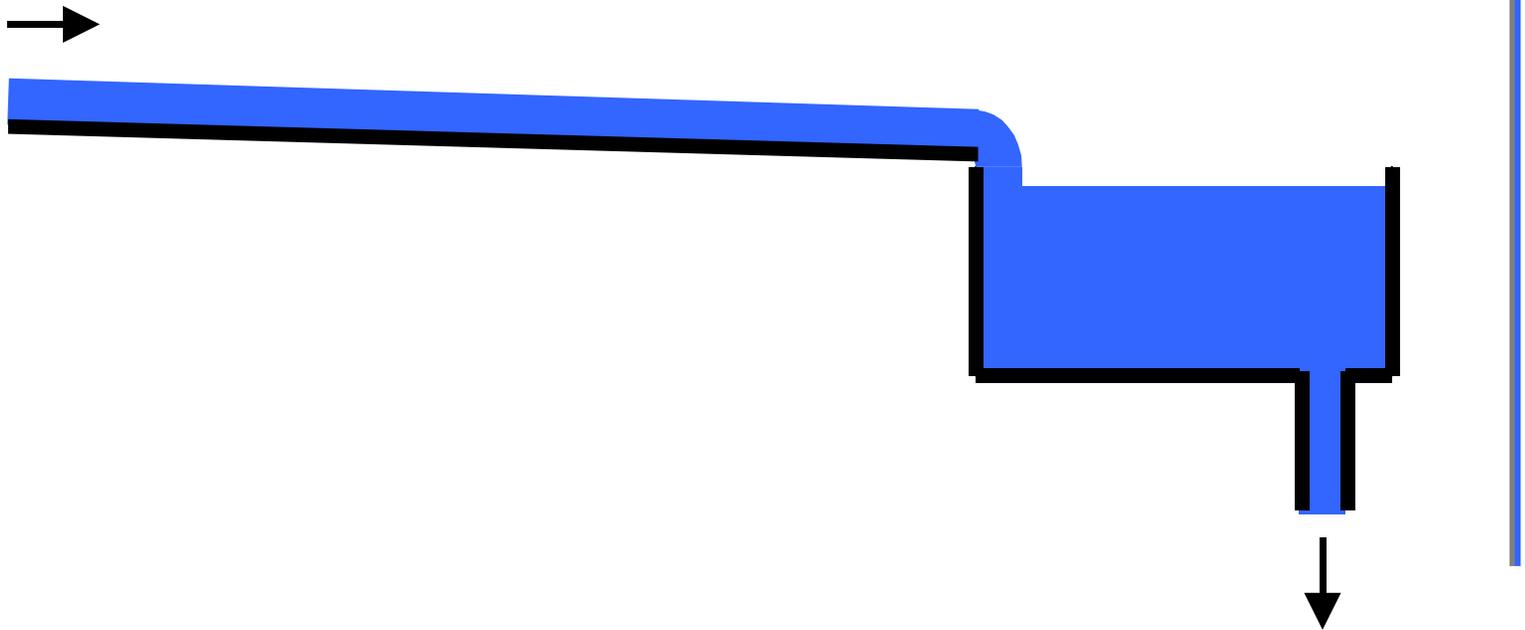


Quantifier l'invariance d'échelle

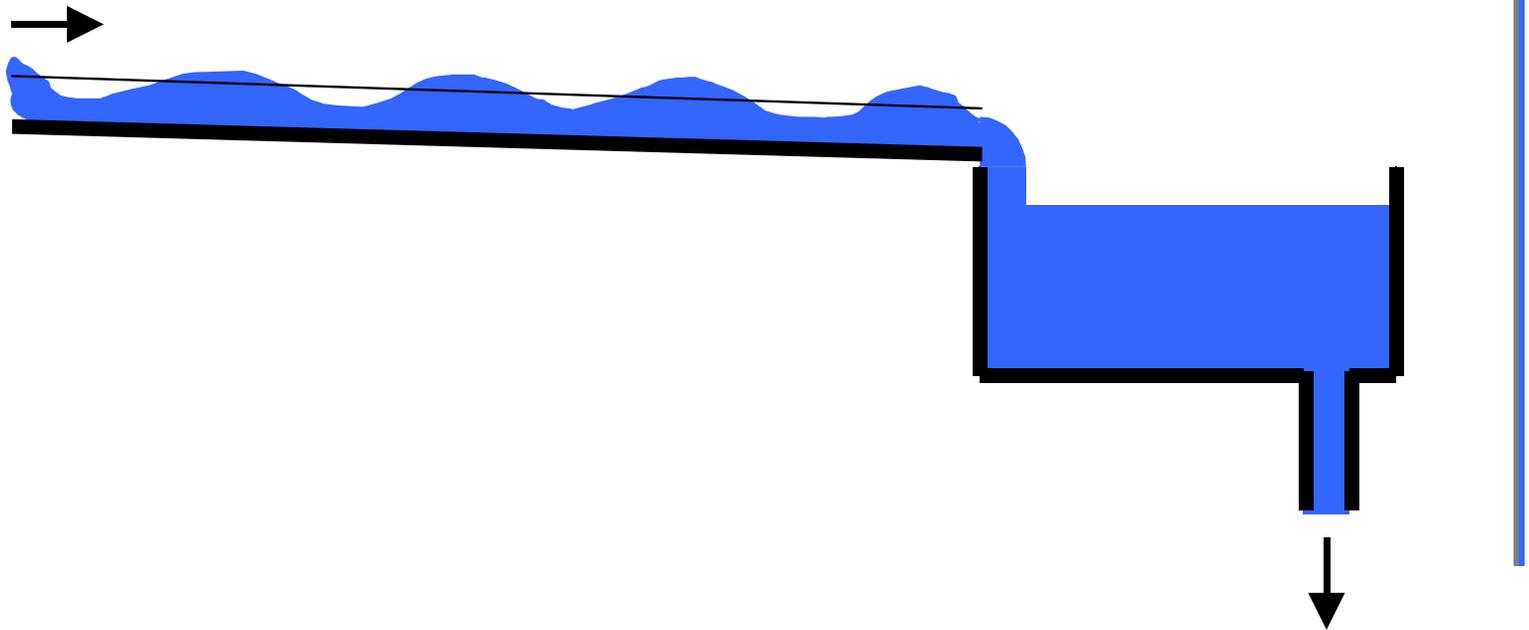


- ▶ « loi de puissance = droite dans un diagramme log-log »
- ▶ 2 régimes d'invariance d'échelle
- ▶ Grandes échelles :
 $H = 0.7$
(longue mémoire)

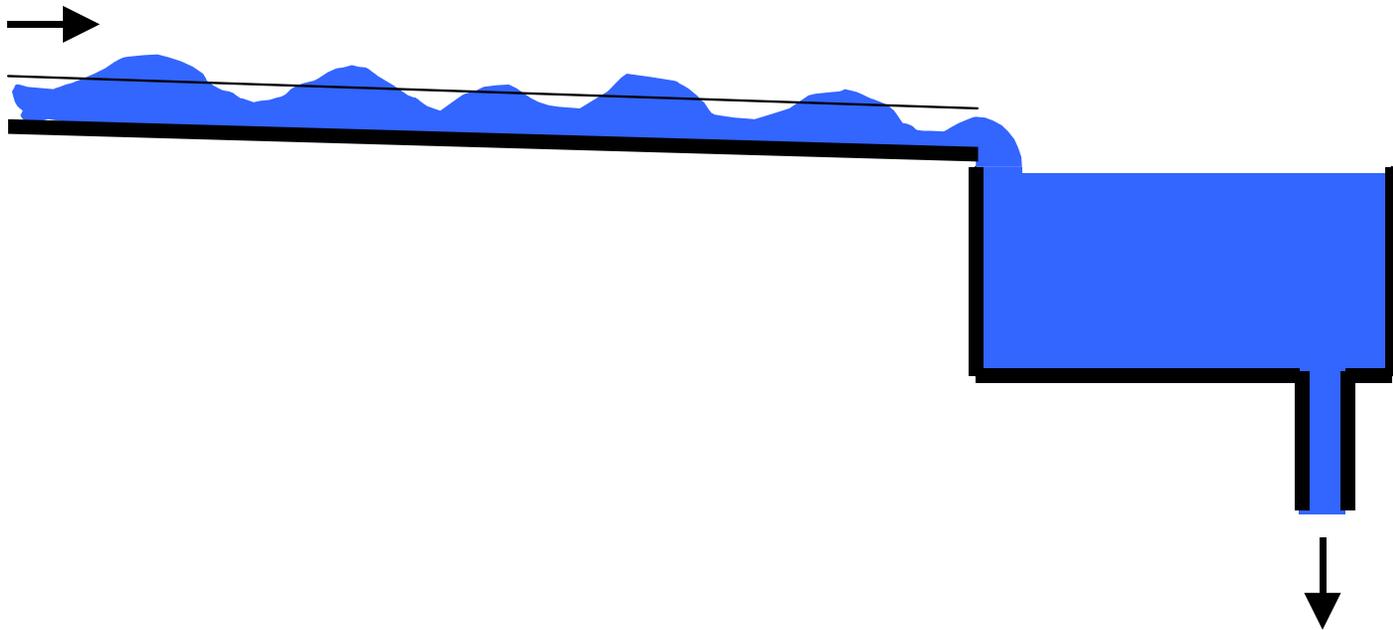
Longue mémoire : illustration



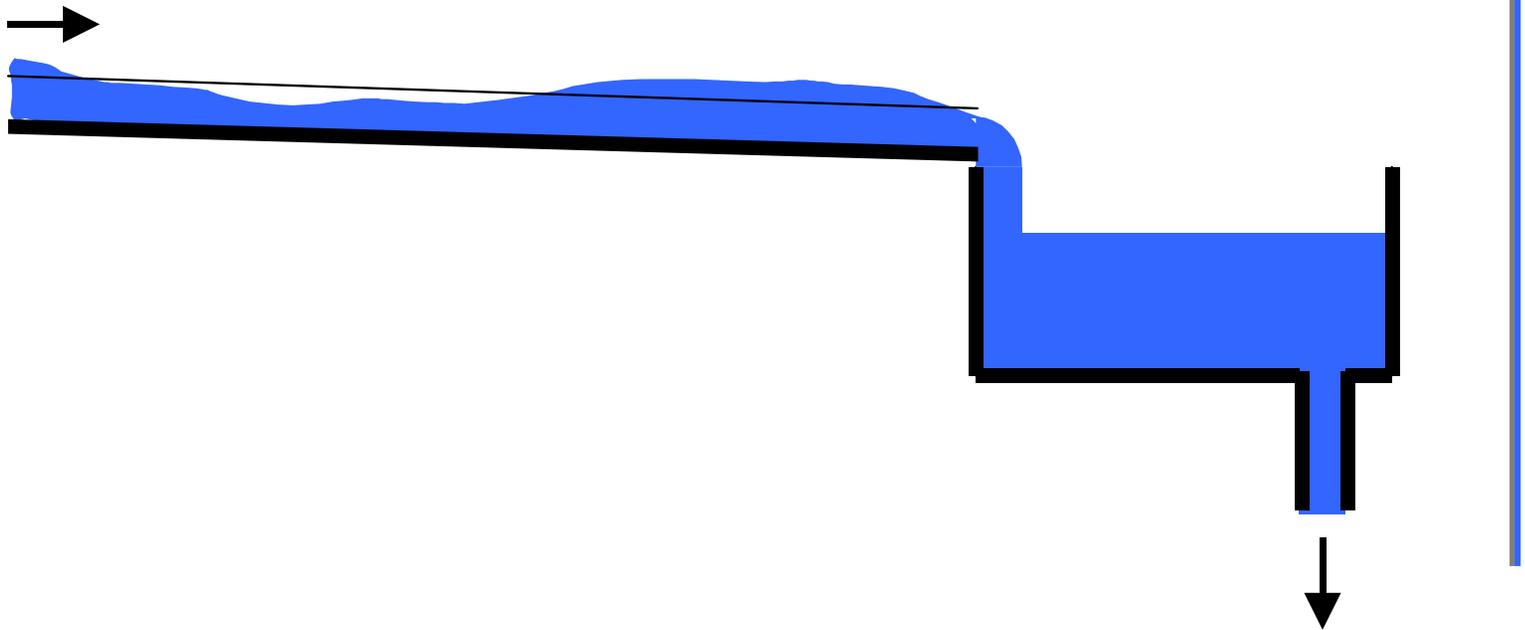
Longue mémoire : illustration



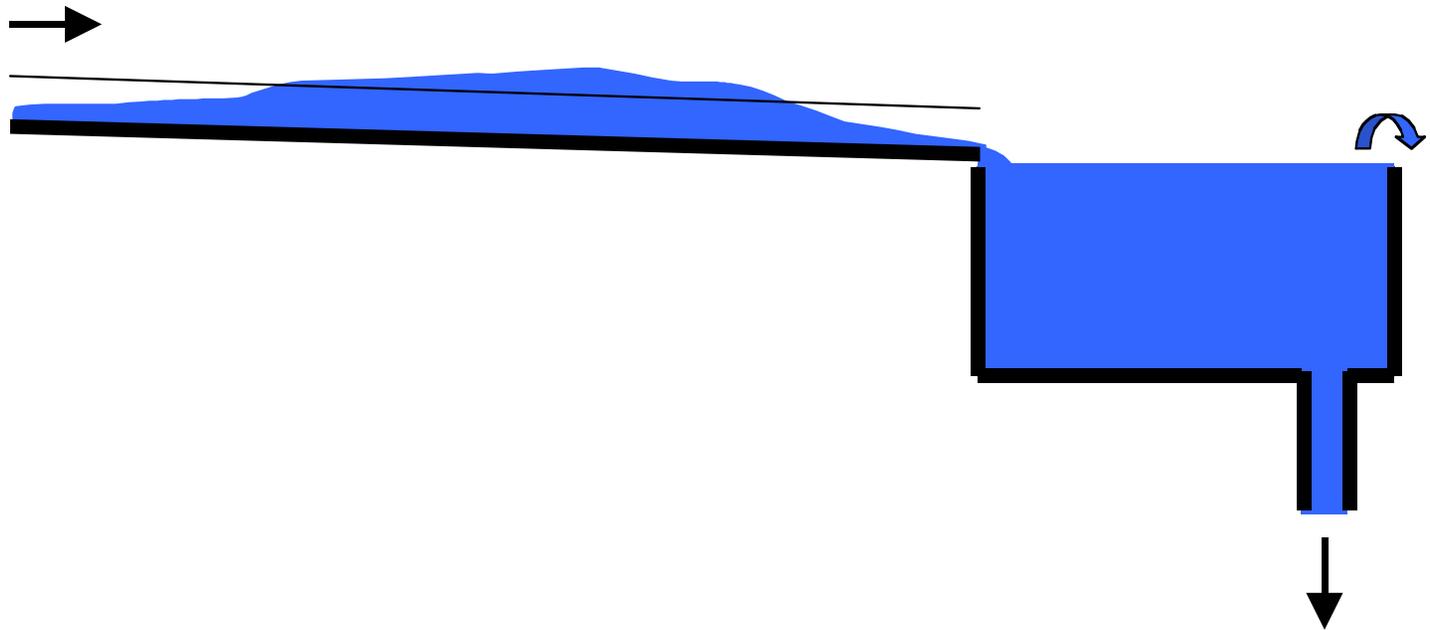
Longue mémoire : illustration



Longue mémoire : illustration



Longue mémoire illustration



- ▶ Les progrès sur les équipements de mesure ont permis de superviser la QoS du réseau et de mettre en évidence des problèmes de performances de l'Internet (protocoles inadaptés aux nouveaux usages par exemple)
- ▶ TCP dans ses versions actuelles (New Reno, SACK) est inadapté pour le transfert des éléphants → introduit de la LRD (oscillations néfastes à de bonnes performances)

Conclusion (suite)



- ▶ Contrôler la QoS d'un flux microscopique passe par le contrôle du modèle de trafic global de l'Internet