

TP3 - Protocoles de Transport

But du TP

Le but de ce TP est d'illustrer certaines notions de TCP vues en cours :

- (1) en calculant le RTT ;
- (2) en observant l'évolution de la taille de la fenêtre de congestion.

Remarque : dans une trace ns-2, le numéro de séquence référence les segments et non les octets (comme le fait TCP en réalité).

Exercice - Flux TCP concurrents

Nous considérons le scénario décrit par la figure 1 où deux flux (aussi appelés flux) TCP rivalisent pour l'accès à un lien. **Attention** : le flux 1 termine au nœud 3 tandis que le flux 2 termine au nœud 4. **Attention** : la taille de tous les buffers est laissée à sa valeur par défaut de 50 sauf pour ceux du lien entre $n2$ et $n3$ que nous fixons à 10. Les deux flux démarrent à $t=0s$ mais le flux 1 se termine à $t=5s$ et le flux 2 à $t=10s$.

Rappelez vous qu'avant de pouvoir échanger des données, un flux TCP doit établir une connexion grâce à un échange aller et retour d'un petit paquet de gestion (appelé SYN & SYN-ACK) entre les deux nœuds.

Travail demandé :

Partie 0 : Script ns-2 (15 min)

1. Composer le script ns-2 permettant de réaliser cette expérience. Vérifier que votre expérience est correcte en vous assurant que l'instant de génération du paquet du flux TCP 1 dont le numéro de séquence est 430 a lieu à l'instant 4.0792s.

Partie 1 : Calculs "à la main" (45 min)

Répondre aux questions 2. à 10. en examinant la trace (et avec `grep`). Pour commencer, on considère la période comprise **entre 0s et 5s**.

2. Calculer en Mb/s le débit moyen utile (avec en-têtes) du flux 1 sur cette période. Le calcul est très simple et rapide. Peut-on appliquer cette même méthode pour un flux UDP ?
3. Faire de même pour le flux 2 (toujours entre 0 et 5s).
4. Les débits des flux 1 et 2 sont-ils identiques ? Comment expliquer cette situation ?
5. Calculer la somme des débits des flux 1 et 2 et en déduire le taux d'utilisation du lien goulet d'étranglement. La situation est-elle satisfaisante du point de vue de l'opérateur réseau ? Et du point de vue des utilisateurs ?

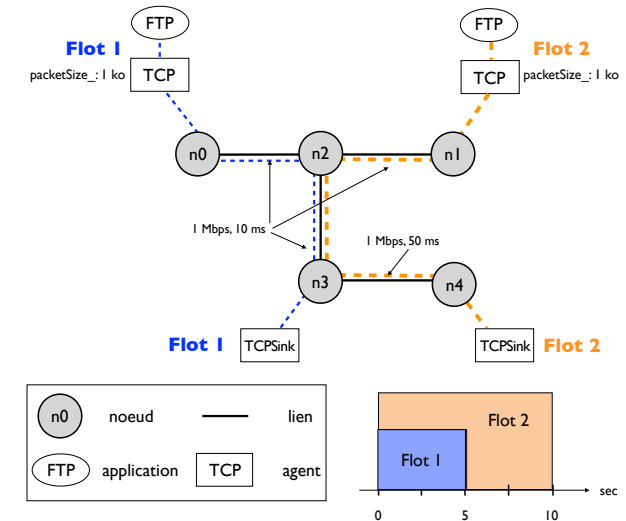


FIGURE 1 – Expérience à simuler pour l'exercice Flux TCP concurrents.

6. À présent, on considère la période comprise **entre 7s et 10s**. Refaire le calcul pour le débit du flux 2 sur cette période (celui du flux 1 est nul). La valeur trouvée pour le débit moyen est-elle la même qu'entre 0s et 5s ? Si non, pouvez-vous expliquer pourquoi.
7. Comment a évolué le taux d'utilisation du lien goulet d'étranglement sur cette période ?
On s'intéresse maintenant au RTT (Round-Trip Time) qui se mesure entièrement sur le nœud source et qui correspond au délai séparant l'émission d'un paquet de la réception de son ACK.
Attention : pour son calcul, on considèrera le temps séparant la première émission du paquet de la première réception d'un ACK explicitement associé (même numéro de séquence). Ainsi, seuls les paquets pour lesquels un ACK a été explicitement reçu seront pris en compte dans le calcul du RTT moyen.
8. Calculer le RTT en ms du paquet numéroté 417 du flux 1.
9. Faire de même pour le paquet numéroté 24 du flux 2, puis, si c'est possible, pour le paquet numéroté 26 du flux 2 et pour le paquet 41 du flux 2.
10. Comment expliquer qu'il n'existe pas d'ACK numéroté 41 ?

Partie 2 : Calculs automatiques (60 min)

Répondre aux questions suivantes avec un script AWK.

11. Refaire les questions 2. et 3.. Votre script doit pouvoir fonctionner même si la taille des paquets TCP varie. Vérifier que vous trouvez approximativement les mêmes valeurs que dans la Partie 1.
12. À présent, on considère la période comprise **entre 0s et 5s**. Calculer la valeur moyenne du RTT pour le flux 1, puis pour le flux 2. Pensez à vérifier votre calcul en vous assurant que vous retrouvez bien la valeur calculée à la main pour le paquet 417 du flux 1 et les paquets 24 et 26 du flux 2.

13. Représenter, dans un graphe, les valeurs successives trouvées pour le RTT pour les flux 1 et 2.
14. (Question subsidiaire) Refaire le calcul des débits moyens en remplaçant les agents TCP choisis par défaut par la version **NewReno** plus efficace de TCP (cf. Annexe). Qu'observez vous ?

Partie 3 : Dynamique de la fenêtre d'anticipation de TCP (45 min)

Assurez-vous que les deux flux utilisent la version par défaut de TCP (c-à-d Tahoe). On considère la période comprise **entre 0s et 10s**.

15. En vous appuyant sur la procédure définie en Annexe, générer le graphe représentant l'évolution de la variable `wnd` au cours de la simulation pour les agents TCP du flux 1 et du flux 2.
16. Quels changements constatez-vous dans la dynamique des 2 fenêtres de congestion ? Le flux 2 a-t-il atteint son débit maximal à 10s ? Sinon, allonger sa durée jusqu'à 20s puis retracer le graphe.
17. (Question subsidiaire) Sur le même graphe, représenter l'évolution de la variable `ssthresh` au cours de la simulation pour les deux agents TCP¹. La variable `ssthresh` représente la valeur courante du seuil qui détermine à quel moment le changement de pente a lieu.
18. Expliquer les phénomènes observés et corrélés avec les événements (pertes) décrits dans la trace.

Partie 4 : Débit moyen de TCP (15 min)

19. A présent, évaluer le RTT moyen, le taux de perte et le débit moyen de chacun des flux TCP.
20. Le débit moyen d'un flux TCP peut être estimé grâce à la formule suivante² : $\text{Débit} = \frac{1.22MSS}{RTT\sqrt{Pr}}$. Ici, MSS représente la taille des segments et Pr indique le taux de perte. Vérifier pour chacun des flux si le débit moyen calculé par cette formule correspond approximativement à la valeur directement mesurée.

Annexes

A - Changer de version de TCP

Par défaut dans ns-2, les agents TCP implémentent une version de TCP de type Tahoe. Il est possible d'utiliser une autre version de TCP, appelée NewReno, en déclarant l'agent TCP comme étant de type `Agent/TCP/Newreno` au lieu de simplement `Agent/TCP`.

B - Tracer l'évolution d'une variable interne de ns-2

Pour suivre l'évolution d'une variable, on fait appel à une procédure telle que celle présentée ci-dessous. La procédure ci-dessous enregistre la valeur de la variable `wnd` d'un agent TCP toutes les 0.1 secondes.

```
proc plot_cwnd {tcp_src plot_file} {
    global ns
    set time_interval 0.1
    set now [$ns now]
    set cwnd [$tcp_src set cwnd_]
```

1. Rappel : utiliser la commande `gnuplot replot` pour superposer plusieurs courbes sur un même graphe.
2. La démonstration est faite en Master 2.

```
puts $plot_file "$now $cwnd"
$ns at [expr $now + $time_interval] "plot_cwnd $tcp_src $plot_file"
}
```

Pour appeler cette procédure dans ns-2, il faut entrer une ligne d'appel supplémentaire à l'ordonnancement du type : `$ns at 0.1 "plot_cwnd $tcp1 $cw"` où `tcp1` et `cw` représentent respectivement les variables de l'agent TCP et du fichier texte. Penser à déclarer une variable supplémentaire pour le fichier texte !