

TP2 - TCP & Wi-Fi

But du TP

Le but de ce TP est :

- (1) d'illustrer certaines notions de TCP vues en cours et d'étudier les performances de flux TCP en concurrence ;
- (2) d'étudier les performances d'un réseau Wi-Fi et de les comparer à celles étudiées en TD.

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 (2h)

Nous considérons le scénario décrit par la figure 1 où deux flux TCP (appelés aussi flots) rivalisent pour l'accès à un lien. Les deux flux démarrent à $t=0s$ mais le flux 1 se termine à $t=5s$ et le flux 2 à $t=10s$.

Attention : le flux 1 termine au nœud 3 tandis que le flux 2 termine au nœud 4. 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.

Travail demandé :

1. Composer le script ns-2 permettant de réaliser cette expérience. Vous vous aiderez des scripts ns-2 réalisés lors du TP1. 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.
2. 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 impliqués dans l'échange TCP. Observez-vous cet échange dans la simulation ?

Réponse :

Répondre aux questions de cette partie en examinant la trace (éventuellement avec la commande `grep`). Pour commencer, on considère la période comprise **entre 0s et 5s**.

3. Estimer en **Mb/s** le débit moyen utile (avec en-têtes) du flux 1 sur cette période. Le calcul doit être très simple et rapide (aucun script ne doit être développé). Pourquoi ce calcul est une approximation du débit moyen ?

Réponse :

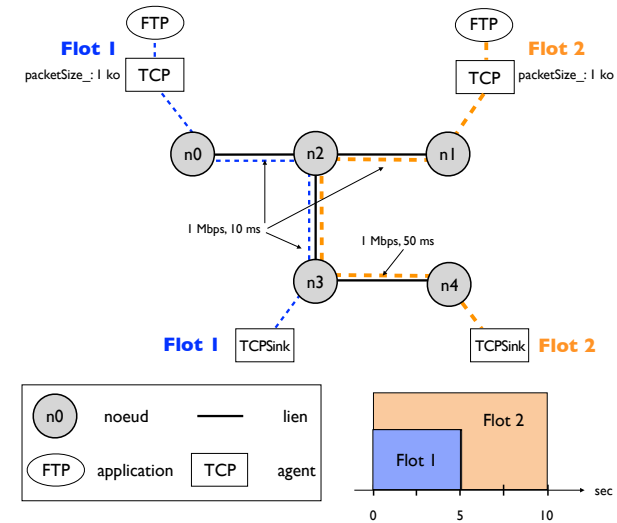


FIGURE 1 – Expérience à simuler pour l'exercice Flux TCP concurrents.

4. Pourrait-on appliquer cette même méthode pour un flux UDP ?

Réponse :

5. Faire de même pour le flux 2 (toujours entre 0 et 5s).

Réponse :

6. Les débits des flux 1 et 2 sont-ils identiques ? Comment expliquer cette situation ?

Réponse :

7. 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 ?

Réponse :

8. 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 ?

Réponse :

9. Comment a évolué le taux d'utilisation du lien goulet d'étranglement sur cette période ?

Réponse :

10. Vérifier qu'il n'existe pas d'ACK numéroté 41 pour le flux 2. Comment expliquer qu'il n'existe pas d'ACK numéroté 41 ?

Réponse :

Il s'agit maintenant d'écrire des scripts (par ex. avec AWK) permettant de calculer des performances sur les flux TCP à partir des traces obtenues. Assurez vous que la variable d'environnement LC_NUMERIC est bien fixée à '.'. Si ce n'est pas le cas, exécutez la commande `export LC_ALL=POSIX` pour forcer POSIX comme standard pour votre terminal.

On va s'intéresser au débit moyen, au taux de pertes et au RTT (Round-Trip Time) moyen de chacun des deux flux. Le RTT correspond au délai séparant la génération d'un paquet de la réception de son ACK. Pour son calcul, on considèrera le temps séparant la première arrivée du paquet dans la file d'attente de la source 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.

11. Réfléchir aux algorithmes permettant de déterminer, pour chaque flux et sur un intervalle donné, le débit moyen, le taux de pertes et le RTT, à partir de la trace obtenue suite à la simulation.

Réponse :

12. Écrivez le script vous permettant de déterminer les valeurs de ces métriques.
13. Quelles sont les valeurs obtenues dans l'intervalle 0s et 5s ?

Réponse :

14. Représenter, dans un graphe, les valeurs successives trouvées pour le RTT pour les flux 1 et 2. Vous pourrez utiliser l'outil Gnuplot décrit en Annexe A.
15. Expliquer les figures obtenues

Réponse :

Exercice - Surcoût du Wi-Fi (1h)

Dans cet exercice on cherche à mesurer le débit maximal possible entre deux nœuds communiquant avec la technologie Wi-Fi (802.11). Pour cela on conduit l'expérience suivante :

- on considère la topologie décrite dans la Figure 2
- la distance entre $n0$ et $n1$ est de 150 mètres
- les zones de communication et de détection de porteuse des nœuds sont fixées à 250 mètres
- un flux UDP est généré sur le nœud $n0$ avec un débit de 20 Mb/s (afin qu'il soit en saturation)
- la taille des buffers est laissée à sa valeur par défaut (20)
- le Maximum Segment Size au niveau d'UDP est constant pour toutes les expériences et fixé à 1500 octets (ne pas le modifier)
- on considère un canal radio (il n'y a pas d'erreur de transmission donc le Bit Error Rate est égal à 0)
- le temps de la simulation est fixé 5 secondes.

Le format des traces pour des simulations de réseaux sans fil est différent de celui utilisé jusqu'à maintenant et est décrit en annexe B.

Travail demandé : On considère deux valeurs de capacité d'émission pour le lien Wi-Fi (1 Mb/s et 11 Mb/s) ainsi que deux tailles possibles pour les paquets émis par l'application (500 octets et 1500 octets). Il y a donc 4 cas à traiter.

1. Télécharger le script de simulation TCL à l'adresse :
<http://perso.ens-lyon.fr/isabelle.guerin-lassous/Mif05/surcourt-802.11.tcl>

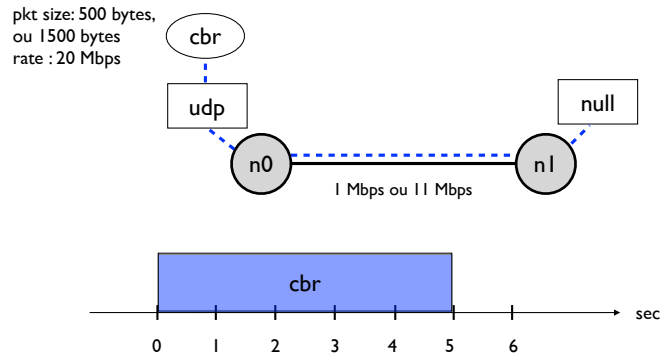


FIGURE 2 – Topologie considérée pour le scénario Wi-Fi

- Étudier le script.
- Quel est le modèle de propagation choisi et quel est le modèle d'antenne choisi ?

Réponse :

- Lancer la simulation avec une capacité d'émission de 11 Mbps et une taille de datagrammes de 1500 octets.
- Au début de la simulation, on peut observer des paquets qui ne font pas partie du flux CBR. Quels sont ces paquets ?

Réponse :

- À quel instant le nœud 0 envoie le 1er paquet CBR ?

Réponse :

- Le flux CBR utilise le protocole de transport UDP. Or des ACKs sont observés sur la trace de simulation suite aux émissions des paquets CBR. D'où proviennent ces ACKs ? À partir de quel nœud sont-ils envoyés ?

Réponse :

- Certains paquets du flux CBR sont droppés. Sur quel(s) nœud(s) ces événements se passent-ils ? Est-ce normal ?

Réponse :

- Réfléchir à l'algorithme vous permettant de déterminer le débit moyen du flux CBR à partir de la trace de simulation.
- Implémenter le script correspondant (par exemple en AWK).
- Pour chaque cas, déterminer le débit moyen¹ de ce flux. Exprimer le résultat en Mbps.

Réponse :

	1 Mbps	11 Mbps
500 octets		
1500 octets		

- Ces résultats sont-ils identiques à ceux calculés en TD ?

Réponse :

- Quelle différence existe-t-il entre le calcul fait en TD et la simulation réalisée sous le simulateur ns-2 ?

Réponse :

Annexes

A - Tracer un graphe sur Gnuplot

Pour représenter sur un graphe l'évolution d'une variable, on peut utiliser `gnuplot`. Il suffit alors de saisir les commandes suivantes sur un terminal `gnuplot` ou d'exécuter directement un script `gnuplot` `gnuplot <script.gnu>` :

```
# Exemple de script gnuplot
# commentaire après un #
# le fichier "plot_file.txt" contient les valeurs à tracer
# trace la courbe (colonne 2 en fonction de la colonne 1) avec style 1 et titré "courbe 1"
plot 'plot_file.txt' using 1:2 title 'courbe 1' with lines ls 1
```

1. correspond au débit de données reçues hors en-têtes des couches 2, 3 et 4

```
# ajoute une seconde courbe (colonne 3 fonction de colonne 1) avec style 2 et titré "courbe 2"

replot 'plot_file.txt' using 1:3 title 'courbe 3' with lines ls 2

# légendes des axes
set xlabel 'légende-abscisses'
set ylabel 'légende-ordonnées'
replot

# pour sauvegarder le graphe dans un fichier postscript
set term png
set output 'mon_graphe.png'
replot
```

B - Nouveau format des traces pour les réseaux Wi-Fi

Pour les réseaux sans-fil, ns2 utilise un format de traces différent de celui vu jusuq'à présent. Il est décrit dans la Figure 3. La signification de chacun de ces champs est la suivante :

1. Le premier champ indique le type de l'événement. 3 symboles sont possibles *s*, *r*, *D*. Ils signifient respectivement que :

pour <i>s</i>	le paquet démarre sa transmission sur le médium (après backoff)
pour <i>r</i>	le paquet a été entièrement reçu par le nœud suivant
pour <i>D</i>	le paquet a été perdu (soit rejeté de la file dû à un dépassement de capacité, soit à cause d'une collision)

2. Ce champ indique l'instant auquel l'événement s'est produit
 3. Ce champ indique le nœud auquel se déroule l'événement
 4. Ce champ indique quelle est la couche concernée (ici uniquement MAC ou IFQ selon qu'il s'agit d'une transmission ou d'une perte par dépassement de capacité)
 5. Ce champ indique quelques "flags". Par exemple : COL pour indiquer une collision.
 - 6.
 7. Ce champ indique le type du paquet (par exemple CBR ou ACK ou AODV (pour le routage))
 8. Ce champ indique la taille du paquet (avec les en-têtes des couches 2, 3 et 4)
 - 9.
 10. Ce champ indique l'adresse MAC destination en hexadécimal (du saut courant)
 11. Ce champ indique l'adresse MAC source en hexadécimal (du saut courant)
- [...]
18. Ce champ indique un identifiant unique pour les paquets par flot (hors acquittements MAC)

Événement	Temps	ID nœud	Couche	Flags	-	Type paquet	Taille paquet	-	Adresse MAC DST	Adresse MAC SRC	-	[...]
-----------	-------	---------	--------	-------	---	-------------	---------------	---	-----------------	-----------------	---	-------

FIGURE 3 – Format d'une trace ns-2 pour le sans-fil.