

## NS2 - Simulations Avancées & Développement

---

*Objectif* : Maîtriser un simulateur réseau

*Notions* : Analyses et interprétations de résultats dans un contexte plus réaliste

---

### Manipulations basiques de NS2 : $\approx 12$ pts - retours individuels

#### **Exercice 1 : Premières simulations et automatisation : $\approx 6$ pts - à rendre pour le Dimanche 24 Novembre**

**Q 1.** Finissez le premier exercice du TP N°3. Seule la partie automatisation nécessitera un rapport succinct (2 pages max) alors que les premières questions ne seront pas évaluées du tout. Fournissez vos scripts de configuration TCL ou ceux vous permettant de les générer.

#### **Exercice 2 : Congestions et flux TCP : $\approx 6$ pts - à rendre pour le Dimanche 15 Décembre**

**Q 1.** Finissez le second exercice du TP N°3. La base de l'évaluation pour cette seconde partie sera un rapport étoffé et illustré (entre 5 et 10 pages hors annexes de configuration). Vos scripts de configuration seront également commentés en détail pour justifier vos choix.

Votre rapport de synthèse décrira d'abord de manière précise et clair votre environnement de simulation (les paramètres réseaux utilisés et pertinent pour la couche transport) pour justifier le bien fondé et la pertinence de vos analyses (vos comparaisons doivent être "raisonnables" et incrémentales, par exemple mono-critère au moins dans un premier temps). Puis il s'agira essentiellement d'analyser, de comparer et de commenter le comportement de vos simulations au niveau des liens/files d'attente (vue opérateur) comme au niveau des flux TCP (vue applicative pour les utilisateurs). Mettez en évidence les limites de vos choix de simulation (du côté opérateur avec la charge des liens comme du côté applicatif avec le débit utile). Pensez en effet à considérer le débit utile plutôt que le débit brut dans vos analyses avancées.

Les bonnes questions à se poser sont les suivantes : est-ce que le partage de ressources est équitable ? comment définir la bonne taille de file d'attente ? est-ce qu'il existe des versions de TCP plus performantes que d'autres dans cet environnement ? si c'est le cas, est-ce toujours équitable ou cela se fait au détriment d'autres versions moins agressives de TCP ?

### Manipulations plus avancées de NS2 : $\approx 8$ pts - retours en binôme

#### **Exercice 3 : Trafic et topologie plus réaliste : à rendre pour le Dimanche 22 Décembre**

**Q 1.** Commencez par agrémenter la difficulté du second exercice en manipulant plusieurs type de files d'attente pour évaluer les éventuels bénéfices respectifs de chacune d'elles.

**Q 2.** Mettez ensuite en oeuvre une simulation plus réaliste que dans l'exercice précédent avec davantage de flux TCP ( $\approx$  au moins un millier) et plus longue en ignorant les périodes non pertinentes

statistiquement. Vous définirez une matrice de trafic artificielle sur une topologie un peu plus complexe (avec au moins trois liens critiques). Chaque volume définie dans votre matrice de trafic devra être subdivisé en un ensemble de sous flux TCP dont les volumes et dates de départ sont à déterminer avec des modèles probabilistes. Pour cela vous utiliserez les distributions qui vous semblent les plus appropriées pour générer un trafic pseudo-réaliste. Une approche complémentaire consistera éventuellement à utiliser le modèle ON/OFF étudié en cours pour générer un bruit de fond réaliste. Vérifiez que le type de trafic engendré est conforme aux propriétés étudiées en cours.

**Q 3.** Commentez et analysez en détail les résultats obtenus : par exemple, la charge des liens critiques et le débit utile de vos flux. Faites une analyse spécifique pour les pires flux, ceux qui subissent le plus de re-transmissions. Ils constitueront une base de flux TCP témoins illustrant les différences de comportement entre version TCP. Pensez à mettre à profit les résultats obtenus dans les exercices précédents (que ce soit au niveau des files d'attente ou des variantes TCP) sans oublier d'évaluer vos simulations à différentes échelles de temps pour mieux comprendre la nature des congestions engendrées par le trafic injecté.

Fournissez vos scripts de configuration (pas nécessairement le produit TCL en résultant si vous avez utilisé un autre langage en amont) et justifiez tous vos choix réseaux (distributions, taille/type des files, type de flux et configuration TCP, etc) en terme de réalisme. Justifiez aussi vos critères d'évaluation utilisés pour vos comparaisons. L'emploi de méthodes statistiques pour le traitement des données issues de vos simulations sera grandement apprécié. Expliquez et analysez les résultats obtenus dans un rapport de 10-15 pages au maximum (hors annexes de configuration).

## **Développement NS2 et extension ECMP : $\approx 2+$ pts bonus sur toute l'UE - retours par groupe de quatre étudiants maximum**

Par défaut, NS2 supporte du routage multi-chemins de type ECMP. En revanche, la répartition des paquets se fait dans un mode très simpliste appelé *round-robin*. Nous allons ici améliorer cet aspect en proposant une répartition par flux. Pour cela, il faudra modifier les paramètres de routage du fichier *multipathclassifier.cc* et également marquer vos flux via les agents TCP (vous serez donc amené à modifier le code C et OTCL pour interagir depuis l'interface TCL).

### **Exercice 4 : Répartition par flux : à rendre pour le Dimanche 10 Janvier**

**Q 1.** Observez sur un scénario de votre choix comment ECMP en mode round-robin peut dégrader les performances des flux TCP.

**Q 2.** Implémentez une répartition par flux et montrez que celle-ci règle les problèmes de la question précédente.

**Q 3.** Malgré cet effort, est-ce qu'ECMP produit nécessairement de meilleures performances qu'un routage mono-chemin ? Si ce n'est pas le cas trouvez un contre exemple.

**Q 4.** En reprenant la partie précédente, évaluez par comparaison et à "grande échelle" les bénéfices de votre implémentation d'ECMP dans un environnement réaliste.

**Q 5.** Essayez de mettre en place de la *QoS* pour favoriser certains flux dans un contexte ECMP. Définissez un scénario où le gain pour les flux privilégiés est significatif.

Synthétisez tous vos résultats les plus pertinents et leurs interprétations dans un court rapport de 5 pages (hors annexes de configuration et vos figures). Fournissez vos scripts de configuration et le code NS2 que vous aurez modifié.