



Proposition de stage de Master (recherche)

## Topologie des réseaux et routage multi-chemins

L'un des enjeux des réseaux est de contrôler les flux de données pour optimiser l'utilisation des ressources et assurer un service équitable aux utilisateurs. Le contrôle de la Qualité de Service peut être amélioré en utilisant des solutions de routage. Parmi les mécanismes de routage tenant compte du trafic, le routage multi-chemins permet notamment de répartir intelligemment la charge sur le réseau, et ainsi d'améliorer globalement l'utilisation des ressources et de lutter contre l'apparition de congestions.

Des mécanismes de répartition de charge sont d'ores et déjà employés actuellement dans le cœur des réseaux. Des études [1] ont mis en évidence l'utilisation d'ECMP [2], qui permet de faire transiter les données sur des routes multiples de coûts égaux. Néanmoins ces multi-chemins sont souvent de longueur modeste, ou ne s'appliquent qu'à des liens joignant un unique couple de routeurs.

L'objectif de ce stage de master est d'étudier les relations qui lient la topologie même des réseaux et l'opportunité d'y mettre en place un routage multi-chemins efficace. En examinant les algorithmes et protocoles de routage multi-chemins de la littérature [3,4,5], il convient d'abord de définir ce qu'est un routage multi-chemins *efficace*. Cela peut s'appuyer par exemple sur des indicateurs tels que le nombre de routes découvertes, leur longueur, le fait qu'elles soient totalement ou partiellement disjointes, etc.

La question de la métrique associée aux liens est prépondérante : est-il plus commode de forger des métriques propices au routage multi-chemins, ou de s'affranchir des métriques pour ne s'en remettre qu'à la topologie ? La réponse à ces questions peut-être différente si l'on tire parti de chemins de coûts égaux ou non. Il faut également considérer la problématique du partage de charge, car on peut imaginer que le routage propose beaucoup de routes dont certaines sont mauvaises et ne seront que peu ou pas utilisées par le mécanisme de partage.

Peut-on lier un certain nombre d'indicateurs liés à la topologie (degré des nœuds, distribution de ces degrés, k-connectivité, etc.) à ceux qui caractérisent l'efficacité du routage multi-chemins ? Est-il possible de dire a priori, en connaissant les caractéristiques topologiques d'un réseau, quel algorithme de routage multi-chemins sera le plus efficace ?

En considérant la problématique sous un autre angle, peut-on, étant donné un algorithme de routage, inférer des modèles de topologie adaptés, qui favorisent son efficacité ? Existe-t-il des motifs topologiques qui font obstacle à la mise en place de routes multiples ; au contraire, existe-t-il des motifs qui tendent à l'améliorer ? Peut-on alors créer des réseaux réalistes basés uniquement sur des motifs qui favorisent le multi-routage ? Peut-on créer un ensemble de topologies simples (cas d'école) facilitant l'évaluation ou la comparaison de la qualité d'un algorithme de routage multi-chemins ?

### Encadrement

Stéphane CATELOIN ([cateloin@unistra.fr](mailto:cateloin@unistra.fr)), Jean-Jacques PANSIOT ([pansiot@unistra.fr](mailto:pansiot@unistra.fr))

### Références

- [1] Brice Augustin, Timur Friedman, and Renata Teixeira, *Measuring multipath routing in the internet*, in IEEE/ACM Transactions on Networking (TON), vol. 19, issue 3, pp. 830–840, June 2011.
- [2] C.Hopps, *Analysis of an Equal-Cost Multi-Path Algorithm*, RFC 2992, November 2000.
- [3] S.Vutukury. *Multipath Routing Mechanisms for Traffic Engineering and Quality of Service in the Internet*. PhD thesis, University of California, Santa Cruz, 2001.
- [4] X.Yang and D.Wetherall, *Source selectable path diversity via routing deflections*, in SIGCOMM, volume 36, pages 159–170, october 2006.
- [5] Pascal Mérindol, *Routage multichemins par interface d'entrée*, PhD thesis, Université Louis Pasteur, Strasbourg, 2008.