

# Vers une commutation de paquets plus efficace : des tables de routage mieux structurées ?

|                   |  |
|-------------------|--|
| <b>Lieu</b>       | Équipe Réseaux, ICube (UMR CNRS 7357)  |
| <b>Encadrants</b> | Pascal MERINDOL (merindol@unistra.fr), Stéphane CATELOIN (cateloin@unistra.fr)<br>& Cristel PELSSER (pelsser@unistra.fr) |

## Contexte

Les réseaux IP sont des objets dynamiques par nature, voire très dynamiques dans certains cas de figure (comme, par exemple, dans les environnements bruités ou si l'on souhaite optimiser le routage en fonction du trafic). En effet, de manière intentionnelle ou non (maintenance, reconfigurations planifiées ou pannes), de nombreux changements se produisent, et leurs natures comme leurs impacts diffèrent : l'ajout ou le retrait d'un lien, d'un routeur ou d'un sous-ensemble de composants réseaux n'ont pas les mêmes conséquences en terme critique. En pratique, ces changements sont relativement fréquents [1] et peuvent entraîner une activité intense au niveau du plan de contrôle [2]. Par ailleurs, chaque changement interne peut entraîner des modifications pour le routage du trafic inter-domaine (au niveau du processus de décision BGP, la règle du Tie-Breaking IGP dite de la patate chaude [3], créant une dépendance BGP-IGP).

Le but de ce sujet de stage de Master 2 Recherche (M2R) est de proposer des solutions permettant de réduire l'impact négatif de cette inter-dépendance et plus généralement de réduire au maximum le temps de convergence du plan de commutation après un changement topologique. Dans le contexte BGP-IGP, une solution de groupage de préfixes du même ordre que PIC [4] (ou [5]) peut être envisagé. De manière plus générale (intra-IGP ou BGP), les méthodes de routage compact (comme [6, 7, 8, 9, 10]) sont également envisageables pour minimiser en amont, de par la faible taille des tables, la quantité de mise à jour requises. Enfin, récemment, plusieurs solutions comme [11] et [12] ont été proposées pour, et respectivement, finement calibrer le plan de contrôle dans le contexte IGP (la signalisation en particulier) pour la première et évaluer le compromis qualité des routes / temps de convergence dans le contexte BGP (efficacité du calcul pour le choix d'une route en fonction du degré de profondeur de l'exploration de celles-ci) pour la seconde.

## Sujet

La première partie de ce sujet de M2R consistera à se familiariser avec l'ensemble des grandes catégories de méthodes proposées dans la littérature permettant de réduire le temps de convergence en cas de changement de routage. Une fois les principaux concepts théoriques assimilés, l'étudiant devra également se documenter en détail sur les architectures existantes et en cours de déploiement (comme Segment Routing [13, 14] ou les SDN [15, 16]) pour définir l'environnement le plus enclin à la mise en oeuvre de telles méthodes. Enfin, il s'agira de proposer une solution tirant partie des propriétés du graphe sous-jacent au réseau IP et/ou de l'environnement considéré pour réagir plus efficacement aux changements grâce à un plan de données optimisé sans pour autant négliger le potentiel surplus de calculs effectués au niveau du plan de contrôle (et sans oublier également le coût en signalisation).

Les objectifs de ce stage de M2R peuvent être résumés ainsi :

- évaluer, comparer et analyser le rapport bénéfices / inconvénients (en particulier la qualité du routage en résultant) des grandes familles de solutions permettant d'accélérer le temps de convergence ;
- analyser la complémentarité des différentes méthodes et mettre en évidence l'environnement de déploiement le plus adapté à chacune ;
- définir une solution originale et plus efficace que l'existant dans un registre spécifique et/ou générique (dit autrement, spécifiques à certaines particularités des architectures actuelles et futures jusqu'aux graphes en général) ;
- mettre en évidence la faisabilité des solutions proposées via une preuve de concept (avec des routeurs Open Flow [17] ou au moyen de méthodes d'émulation comme quagga\* par exemple) ;

\*. <http://www.nongnu.org/quagga/>

## Références

- [1] Athina et al. Markopoulou. Characterization of Failures in an Operational IP Backbone Network. IEEE/ACM Transactions on Networking, 16 :749–762, August 2008.
- [2] Virginie Van den Schrieck, Pierre Francois, and Olivier Bonaventure. Bgp add-paths : The scaling/performance tradeoffs. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 28(8) :1299 – 1307, October 2010.
- [3] Laurent Vanbever. Methods and Techniques for Disruption-Free Network Reconfiguration. PhD thesis, Université catholique de Louvain, October 2012.
- [4] Clarence Filsfils, Pradosh Mohapatra, John Bettink, Pranav Dharwadkar, PeterDe Vriendt, Yuri Tsier, Virginie Van Den Schrieck, OlivierBonaventure, and Pierre Francois. Bgp prefix independent convergence (pic). Technical report, 2007.
- [5] M Chang. Supercharge me : Boost router convergence with SDN. In SIGCOMM 2015, pages 341–342, New York, New York, USA, August 2015. Eidgenossische Technische Hochschule Zurich, Zurich, Switzerland, ACM Press.
- [6] M Thorup and U Zwick. Compact routing schemes. In ACM symposium on Parallel algorithms and architectures, 2001.
- [7] Stephen D Strowes, Graham Mooney, and Colin Perkins. Compact routing on the Internet AS-graph. In IEEE INFOCOM 2011 - IEEE Conference on Computer Communications Workshops, pages 852–857. IEEE, 2011.
- [8] S Strowes. Harnessing Internet topological stability in Thorup-Zwick compact routing. In IEEE INFOCOM, pages 2551–2555. University of Glasgow, Glasgow, United Kingdom, IEEE, June 2012.
- [9] S Chechik. Fault-tolerant compact routing schemes for general graphs. In Information and Computation, pages 36–44. Weizmann Institute of Science Israel, Rehovot, Israel, January 2013.
- [10] S Chechik. Compact routing schemes with improved stretch. In ACM Symposium on Principles of Distributed Computing, pages 33–41, New York, New York, USA, September 2013. Microsoft Research, Redmond, United States, ACM Press.
- [11] L Maccari. Pop-routing : Centrality-based tuning of control messages for faster route convergence. In IEEE INFOCOM, pages 1–9. Università degli Studi di Trento, Trento, Italy, IEEE, July 2016.
- [12] A Gurney. Rapid convergence versus policy expressiveness in interdomain routing. In IEEE INFOCOM, pages 1–9. Comcast, Philadelphia, United States, IEEE, July 2016.
- [13] Clarence Filsfils, Nagendra Kumar Nainar, Carlos Pignataro, Juan Camilo Cardona, and Pierre François. The Segment Routing Architecture. 2015.
- [14] R Bhatia. Optimized network traffic engineering using segment routing. In IEEE INFOCOM, pages 657–665. Alcatel-Lucent Bell Labs, Murray, United States, IEEE, August 2015.
- [15] Diego Kreutz, Fernando M V Ramos, Paulo Esteves Verissimo, Christian Esteve Rothenberg, Siamak Azodolmolky, and Steve Uhlig. Software-Defined Networking : A Comprehensive Survey. volume 103, pages 14–76, 2015.
- [16] Stefano Vissicchio, Laurent Vanbever, and Olivier Bonaventure. Opportunities and research challenges of hybrid software defined networks. ACM SIGCOMM Computer Communication Review, 44(2) :70–75, April 2014.
- [17] Nick McKeown, Tom Anderson, Hari Balakrishnan, Guru M Parulkar, Larry L Peterson, Jennifer Rexford, Scott Shenker, and Jonathan S Turner. OpenFlow - enabling innovation in campus networks. Computer Communication Review, 2008.