

# Équilibrage de charge : Sélection des Chemins à la Source

|            |   |
|------------|---|
| Lieu       | Équipe Réseaux & Protocoles, LSIIT (UMR CNRS 7005)                              |
| Encadrants | Pascal MERINDOL (merindol@unistra.fr) & Stéphane CATELOIN (cateloin@unistra.fr) |

## Contexte

L'équilibrage de charge joue un rôle clé dans les réseaux d'opérateur. Il permet d'optimiser les débits et favorise la réduction des congestions. Différentes formes d'équilibrage de charge sont déployées à différents niveaux de la pile de protocoles du modèle OSI. Nous nous intéresserons plus particulièrement aux niveaux IP et TCP. Au niveau de la couche réseau, la technique la plus commune, ECMP [1], permet aux routeurs de transmettre des paquets sur plusieurs chemins ayant un coût identique. ECMP permet d'accroître la capacité du réseau et d'améliorer la réaction du plan de contrôle en cas de panne. Généralement, la sélection des prochains sauts se fait au moyen d'une fonction de hachage prenant en entrée plusieurs champs d'en-tête (en pratique, les adresses IP source/destination, le numéro de protocole et les ports source/destination pour identifier un flux de manière unique). Utiliser une telle fonction garantit une répartition équitable et préserve le séquençement des paquets au niveau TCP. Néanmoins, cette forme d'équilibrage de charge est naïve : elle ne prend pas en compte les fluctuations du trafic. Par ailleurs, il est alors difficile de contrôler ces chemins et de les choisir explicitement au niveau des sources.

Une autre conception de l'équilibrage de charge est en effet envisageable : il est possible de laisser la main à la couche transport pour une répartition des flux dynamique à l'échelle de temps du RTT. Pour cela, nous envisageons un nouveau modèle où la couche réseau offre un service, la diversité des chemins, à la couche transport qui l'exploite afin de répartir au mieux la charge sur le réseau [2]. En pratique, il est possible de mettre en place une telle interaction grâce à des protocoles de transport multi-chemins tels que CMT-SCTP [3] ou MPTCP [4]. La diversité des chemins est mise à disposition par la couche réseau qui se contente de garantir l'absence de boucles de commutation. Plusieurs mécanismes de sélection permettant une telle interaction ont été proposés [5, 6, 7, 8] à ce jour mais aucun n'a encore été déployé.

## Sujet

Dans ce travail d'étude et de recherche, nous proposons une étude des mécanismes permettant aux sources d'interagir avec la couche réseau afin d'exploiter au mieux la diversité des chemins. L'étudiant devra notamment fournir un travail de simulation avec le simulateur niveau paquet `htsim` [9] pour analyser les différentes combinaisons possibles entre plusieurs pistes proposées dans la littérature. Il existe en effet plusieurs moyens d'exploiter ces chemins au niveau des sources : le contrôle de congestion utilisé ainsi que le recours à une entité d'ordonnancement centralisée (permettant d'obtenir des informations topologiques et/ou de trafic) sont autant de paramètres à explorer. Ce travail présente ainsi différents aspects algorithmiques : algorithmique dans les graphes pour la sélection des chemins, algorithmique de contrôle de congestion et d'ordonnancement pour la distribution de la charge entre les chemins.

## Références

- [1] C. Hopps. Analysis of an Equal-Cost Multi-Path Algorithm. RFC 2992, IETF, November 2000.
- [2] Damon Wischik, Mark Handley, and Marcelo Bagnulo Braun. The resource pooling principle. SIGCOMM Comput. Commun. Rev., 38(5) :47–52, 2008.
- [3] J. R. Iyengar, K. C. Shah, P. D. Amer, and R. Stewart. Concurrent multipath transfer using sctp multihoming over independent end-to-end paths. IEEE/ACM Transactions on Networking, pages 951–964, 2006.
- [4] D. Wischik, C. Raiciu, A. Greenhalgh, and M. Handley. Design, implementation and evaluation of congestion control for multipath tcp. In Proc. USENIX NSDI, pages 99 – 113, 2011.
- [5] P. B. Godfrey, I. Ganichev, S. Shenker, and I. Stoica. Pathlet Routing. In Proc. ACM SIGCOMM, August 2009.
- [6] X. Yang and D. Wetherall. Source Selectable Path Diversity via Routing Deflections. In Proc. ACM SIGCOMM, 2006.
- [7] M. Motiwala, M. Elmore, N. Feamster, and S. Vempala. Path Splicing. In Proc. ACM SIGCOMM, October 2008.
- [8] Simon van der Linden, Gregory Detal, and Olivier Bonaventure. Revisiting next-hop selection in multipath networks. In Proc. of ACM SIGCOMM, 2011. poster.
- [9] C. Raiciu, S. Barre, C. Pluntke, A. Greenhalgh, D. Wischik, and M. Handley. Improving datacenter performance and robustness with multipath tcp. In Proc. SIGCOMM, August 2011.