



Février 2009

Equipe Réseaux et protocoles

Sujet de Thèse

## Répartition dynamique de trafic dans un contexte de routage multichemins

Le routage est l'une des clés qui permettent de maîtriser les ressources d'un réseau. Dans les réseaux IP actuels, le routage repose généralement sur des algorithmes dont l'objectif est de trouver un unique meilleur chemin entre chaque paire de routeurs. Au contraire, le routage multichemins consiste à calculer des routes multiples. Plus précisément, à l'échelle du routeur, son but est de proposer pour une destination donnée, non plus une interface de sortie mais plusieurs. La composition au saut par saut de ces alternatives permet d'obtenir une grande diversité de routes, distinctes ou non. Les travaux de thèse de Pascal Mérindol ont notamment débouché sur des propositions d'algorithmes de routage multichemins très performants en termes de diversité.

Les avantages du routage multichemins sont variés. D'une part, le fait de calculer plusieurs chemins de routage par anticipation permet de remédier rapidement aux pannes qui peuvent subvenir dans le réseau. Dans un contexte distribué, les routeurs peuvent prendre localement une décision de routage qui est de facto plus rapide qu'un nouveau calcul global des routes. D'autre part, les différents chemins peuvent être utilisés simultanément afin par exemple de profiter cumulativement de la bande passante disponible sur chacun d'entre eux. Il s'agit alors de décider de la répartition idéale du trafic sur les différentes routes disponibles. Pour cela, deux approches peuvent être envisagées. La première prend l'hypothèse qu'un élément central dispose de la totalité des informations de trafic : la répartition de trafic revient alors à optimiser une fonction objective (utilisation globale des ressources, bande passante totale, ...). Cette vision a déjà fait l'objet de nombreux travaux. La seconde approche consiste à confier les décisions de routage à différents acteurs du réseau, ceux-ci étant amenés à collaborer afin de parvenir à une solution satisfaisante. C'est l'étude de solutions dans le cadre de cette dernière approche qui motive cette thèse.

Le candidat devra se confronter à un certain nombre de problématiques. Tout d'abord, pour que les mécanismes de répartition de charge soient dynamiques, c'est-à-dire s'adaptent à la charge qui est naturellement variable, il sera nécessaire de définir et d'étudier un certain nombre d'indicateurs représentatifs de cette charge. Ces indicateurs peuvent être très réactifs en s'appliquant à une échelle de temps courte, ou au contraire refléter des variations qui s'inscrivent dans la durée.

Le choix des éléments disposant de la décision de routage est également une question importante. En effet, on peut imaginer que ce soit l'ensemble des routeurs qui collaborent pour converger vers une solution, ou bien que la décision de routage soit confiée uniquement aux sources ou aux routeurs de bordure. Il est aussi possible d'envisager des ajustements de la répartition qui soient coordonnés à l'échelle du réseau, ou bien limités à un certain périmètre.

Les communications entre les routeurs seront naturellement un point central du travail de thèse : il s'agit de déterminer un mode de collaboration s'appuyant par exemple sur des avertissements en amont (« backpressure »), ou une diffusion continue d'informations de charge. En conséquence à ce recueil d'informations, les routeurs devront, en appliquant un algorithme à définir, ajuster les proportions de trafic transmis sur les interfaces de sortie offertes par le protocole de routage multichemins sous-jacent.

La convergence du protocole est un point crucial. Des analyses de performances devront déterminer si les solutions proposées évoluent constamment dans un état instable ou si au contraire elles tendent vers une solution idéale. Dans ce cas, la durée de convergence est un indicateur important.

En fonction du contexte dans lequel ces techniques de répartition peuvent être employées, la politique de partage sera différente. En effet, dans le cas du cœur de réseau, on pourra choisir de privilégier les ressources ou d'éviter les congestions. Des grandeurs relatives à la qualité de service peuvent également entrer en compte, par exemple en assignant des flux sensibles à des chemins respectant une ou plusieurs contraintes. Dans le cadre de réseaux ad-hoc,



d'autres considérations comme la gestion de l'énergie, ou simplement la connectivité de bout en bout sont des aspects importants. Enfin, pour les équipements mobiles multi-domiciliés, les performances et le coût d'utilisation des connexions disponibles seront autant de contraintes supplémentaires. Différentes politiques devront donc être proposées, selon le contexte visé.

### **Laboratoire d'accueil**

LSiIT – UMR 7005, CNRS – Université de Strasbourg  
Equipe Réseaux et Protocoles  
<https://lsiit.u-strasbg.fr/rp-fr>

### **Encadrement**

Jean-Jacques Pansiot ([pansiot@unistra.fr](mailto:pansiot@unistra.fr)) et Stéphane Cateloin ([cateloin@unistra.fr](mailto:cateloin@unistra.fr))

### **Financement**

Ce sujet est susceptible de bénéficier d'une allocation de recherche.