

# Projet de fin d'études / Stage recherche niveau master 2

## Optimisation des chaines de fonctions de service dans les réseaux télécom

Equipe-projet Inria RealOpt  
Université de Bordeaux

### Contexte

Les réseaux télécoms vont se transformer profondément dans les prochaines années. Les techniques de virtualisation des fonctions réseaux (NFV Network Function Virtualization) permettent de faire tourner les fonctions réseau (par exemple Firewall, Deep-Packet Inspector, ...) sous forme d'applications sur des serveurs banalisés, et donc de les installer uniquement là où elles sont nécessaires sur le réseau, allégeant ainsi les coûts de manutention, d'installation, et d'achat de matériel dédié. De plus, grâce aux techniques de « programmabilité » réseau (SDN - Software Defined Networking), les différents éléments du réseau, par exemple les routeurs, deviennent pilotables à distance depuis un contrôleur centralisé, apportant ainsi une grande flexibilité dans la gestion des flux de trafic des services qui y transitent.

Un ensemble ordonné de fonctions réseau par lesquels les flux de trafic doivent passer pour rendre un certain service (vidéo par exemple) est appelé une chaîne de service.

### Sujet

On s'intéresse dans ce sujet au problème de placement et routage des chaînes de fonctions de service. Étant donné une topologie réseau (noeud, arcs, capacité), un ensemble de chaînes de service, ainsi qu'une matrice de trafic associée (origine, destination, volume) à chaque chaîne, il s'agit de déterminer le placement des fonctions réseau des chaînes sur les nœuds ainsi que le routage des flux sur le réseau de façon à minimiser les coûts d'installation des fonctions tout en respectant les différentes contraintes.

Ce problème est un problème d'optimisation combinatoire [1] largement étudié ces dernières années, en particulier dans la communauté telecom [2]. Cependant les approches exactes ont encore été peu explorées, bien que les approches par décomposition semblent prometteuses [3].

Ce sujet de stage doit permettre d'investiguer et de développer des approches de décomposition de type Dantzig-Wolfe pour ce problème. Cela permettra d'une part de résoudre efficacement ce problème, qui est crucial pour les opérateurs télécom, et d'autre part de pouvoir avoir un

premier socle solide pour étendre ce travail au placement des « slices » réseau, essentiel pour les futurs réseaux 5G et au-delà de la 5G [4].

Ce sujet est proposé en collaboration avec Orange.

## Références

- [1] Z. Allybokus, N. Perrot, J. Leguay L. Maggi, E. Gourdin : Virtual function placement for service chaining with partial orders and anti-affinity rules. *Networks* 71(2) : 97-106 (2018).
- [2] A. M. Medhat, T. Taleb, A. Elmangoush, G. A. Carella, S. Covaci and T. Magedanz, "Service Function Chaining in Next Generation Networks : State of the Art and Research Challenges," in *IEEE Communications Magazine*, vol. 55, no. 2, pp. 216-223, February 2017.
- [3] A. Mouaci, É. Gourdin, I. Ljubic, N. Perrot : Virtual Network Functions Placement and Routing Problem : Path formulation. *Networking 2020* : 55-63.
- [4] W. da Silva Coelho, A. Benhamiche, N. Perrot, S. Secci. Mathematical Formulation for the Network Slice Design Problem. 2020. hal-02448028

## Profil recherché

Etudiant en Master 2 ou école d'ingénieur

Connaissances requises :

- Programmation linéaire (en nombres entiers)
- Programmation C++ ou Julia/Python

Connaissances souhaitées dans un ou plusieurs de ces domaines :

- Méthodes de décomposition pour la programmation linéaire (Dantzig-Wolfe, Benders...)
- Programmation dynamique

Le stage s'effectuera au sein de l'équipe Inria ReAlOpt localisée à l'Institut de Mathématiques de Bordeaux.

La gratification de stage est financé par LabEx SysNum (<https://sysnum.labex.u-bordeaux.fr/>) de l'Université de Bordeaux.

## Encadrants

Ruslan Sadykov : [ruslan.sadykov@inria.fr](mailto:ruslan.sadykov@inria.fr)

Nancy Perrot : [nancy.perrot@orange.com](mailto:nancy.perrot@orange.com)