

## Sujet : Optimisation de placement et chaînage de fonctions réseaux selon le paradigme SDN/NFV

**Laboratoire d'accueil :** L2TI (UR3043, [www-l2ti.univ-paris13.fr](http://www-l2ti.univ-paris13.fr)) de l'Université Paris 13 (Sorbonne Paris Nord)

**Directeur :** Pr. K. CHEN ([ken.chen@univ-paris13.fr](mailto:ken.chen@univ-paris13.fr)), **Co-Encadrant :** Dr. M-Y. SAIDI ([saidi@univ-paris13.fr](mailto:saidi@univ-paris13.fr))

Pour répondre vite et efficacement aux besoins croissants de nouveaux services réseaux divers et variés, les réseaux d'aujourd'hui doivent être flexibles, adaptables, réactifs, robustes et hautement approvisionnés en ressources (capacité de traitement, de stockage et de la bande passante). Le modèle selon lequel sont construits les réseaux des générations précédentes, qui repose sur les matériels propriétaires souvent fortement couplés à une technologie particulière (IPv4 par exemple), est incapable de répondre efficacement et rapidement à ces besoins pour réaliser cette mutation. C'est donc à partir de ce constat qu'est né le paradigme SDN/NFV [1] (*Software Defined Network/Network Function Virtualisation*) qui aspire à offrir une nouvelle façon de bâtir des réseaux basée sur les services et réduisant les CAPEX (dépense d'investissement) et OPEX (dépense opérationnelle).

Avec SDN qui préconise la séparation entre les *Data Plane* et *Control Plane*, les fonctions réseaux (stockage, calcul, filtrage, NAT, etc.) peuvent être découplées du matériel, ce qui permet de les *virtualiser* (on parle de VNF pour *Virtual Network Function*) pour être installées partout sur l'infrastructure réseau tant physique que virtuelle. L'architecture SDN/NFV [2] est découpée en trois couches : (1) l'infrastructure NFV (NFVI) qui correspond au plan de données dont le rôle est d'acheminer les données (commutateurs, liens, etc.) et de fournir les ressources nécessaires (mémoire, CPU, etc.) à l'exécution des services réseaux, (2) la couche VNF qui héberge et fournit les VNF et (3) l'orchestrateur dont le rôle est d'établir le service en réservant les ressources nécessaires et en déterminant les placement et chaînage des différentes VNF, tout en assurant la gestion et le contrôle du service pendant sa durée de vie.

Prenons l'exemple d'une prestation de *video-streaming* destinée à un usager en mouvement. Le visionnage d'une vidéo peut réclamer des traitements (donc services réseaux) suivants : authentification, facturation, transcodage (qui peut changer au cours d'émission suivant la localité et le terminal du moment). Ces traitements sont aujourd'hui réalisés difficilement et/ou onéreusement sur les matériels propriétaires qui peuvent requérir des reconfigurations et des ajouts d'équipements. Avec NFV, cette prestation peut être fournie simplement par l'établissement d'un chemin traversant les équipements virtuels où peuvent être logées les fonctions élémentaires VNF-authentification, VNF-facturation, VNF-transcodage, etc. Évidemment, ce chemin, qui détermine un chaînage de VNF, doit respecter la logique fonctionnelle et disposer de suffisamment de ressources (capacité CPU, mémoire, bande passante, etc.). Le trafic sera alors aiguillé (*trafic steering*) suivant ce chaînage de service (SFC, *Service Function Chaining*). Cet exemple montre toute la puissance de SDN/NFV qui permet la composition de services réseaux par des placements et chaînage de VNF offrant plus de choix en termes de localisation des fonctions élémentaires, et donc une possibilité d'optimisation des ressources du réseau. Notons qu'une prestation peut engendrer plusieurs chemins de chaînage formant ainsi un graphe de *forwarding* de VNF (*VNF forwarding graph*).

Dans cette thèse, nous proposons d'étudier le problème conjoint de *Placement et de Chaînage de VNF (PC-VNF)* qui est un problème NP-difficile. Une des démarches de cette thèse consiste à identifier d'abord des cas particuliers où le problème PC-VNF est soluble par des algorithmes rapides ; puis de proposer des heuristiques pour des situations plus génériques basées sur la programmation dynamique ou l'utilisation des méta-heuristiques, etc. Nous nous placerons successivement dans un contexte centralisé puis distribué ou multi-opérateurs. Dans un contexte centralisé, toutes les informations nécessaires aux calculs sont connues. Il est donc possible d'explorer diverses pistes permettant de réduire les temps de calculs, nous pensons à l'exploitation de graphes de *forwarding* de VNF clairsemés ou la transformation du graphe de *forwarding* en instances de réseaux virtuels. Dans un contexte distribué, les réseaux d'opérateurs doivent collaborer pour parvenir à une solution globale et efficace. Pour ce faire, il sera nécessaire de sélectionner l'information partielle à partager avant de proposer des algorithmes efficaces pour résoudre PC-VNF.

En plus de l'optimisation et/ou vérification de critères de qualité liés au service réseau à fournir, nous souhaitons étudier et proposer dans le cadre de cette thèse de nouveaux algorithmes permettant de résoudre PC-VNF en maximisant la robustesse. Les méthodes que nous avons proposées pour minimiser la probabilité de panne ou utilisant la protection [3] dans un contexte similaire (VNE, *Virtual Network Embedding*) peuvent alors être adoptées. Enfin, le placement et chaînage de VNF offrant un service multicast est une autre piste qui permet d'améliorer l'utilisation des ressources.

### Bibliographie

- [1] Bo Yi, Xingwei Wang, Keqin Li, Sajal k. Das and Min Huang. *A Comprehensive survey of Network Function Virtualization*. *Computer Networks*, vol. 133, pp 212-262, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.comnet.2018.01.021>.
- [2] ETSI, *Network function virtualisation*. White paper1, SDN and openflow world congress, 2012, Darmstadt, Germany. [http://portal.etsi.org/NFV/NFV\\_White\\_Paper.pdf](http://portal.etsi.org/NFV/NFV_White_Paper.pdf).
- [3] Shuopeng Li, Mohand Yazid Saidi and Ken Chen. Survivable services oriented protection level-aware virtual network embedding. *Computer Communications*, vol. 152, pp 34-45, 2020.

### Connaissances requises :

Optimisation combinatoire,      Anglais,      Connaissances de base sur les réseaux informatiques.