

# **Thèse Nouvelle commande réseau/IT : Performance des fonctions virtualisées pour une infrastructure programmable**

## **Mots clés :**

- **Directeur de thèse** : philippe ROBERT
- **Co-encadrant(s)** :
- **Unité de recherche** : Laboratoire inconnu!
- **Ecole doctorale** : École Doctorale Informatique, Télécommunications, Électronique de Paris
- **Domaine scientifique principal**: Divers

## **Résumé du projet de recherche (Langue 1)**

Entité Contexte global du sujet de thèse Les techniques de virtualisation se sont développées très fortement ces dernières années. A partir de la virtualisation de simples ordinateurs personnels où les ressources du système (CPU, mémoire, etc.) sont partitionnées en tranches réputées étanches, qui peuvent elles-mêmes accueillir un système d'exploitation spécifique pour offrir une instance de PC dédiée à un utilisateur (cf. par exemple la plateforme de PC virtualisés PlanetLab au début des années 2000), la virtualisation est arrivée aujourd'hui à un niveau de maturité suffisant pour déployer des infrastructures de cloud computing (cf. les offres EC2 de Amazon ou Azure de Microsoft). Celles-ci permettent à des utilisateurs de louer des capacités de calcul sur des systèmes entièrement virtualisés. Certains fournisseurs de services utilisent ce genre d'infrastructure pour héberger certaines composantes de leurs services (par exemple la base cliente de Netflix). Les opérateurs de réseau se sont naturellement tournés vers ce type de techniques pour implémenter leurs propres fonctions réseau. Plusieurs fonctions sont actuellement candidates pour passer d'équipements spécifiques, souvent onéreux et coûteux à sécuriser, à des infrastructures virtualisées, comme l'IMS ou le coeur mobile. Celles-ci pour leurs différentes composantes sont alors instanciées sur des machines virtuelles (VM) hébergées dans le cloud. Le problème se pose alors pour les opérateurs de la performance de ce type de fonctions virtualisées (temps de réponse, ordonnancement des tâches, etc.).

Positionnement du sujet vis-à-vis de la stratégie d'entreprise et du programme de recherche. La virtualisation des fonctions réseau est un enjeu majeur pour Orange qui est par ailleurs très actif au sein du groupe de l'ETSI NFV et des forums OPNFV et OpenStack. Orange conduit un certain nombre d'actions dans ce domaine, notamment à travers le projet Cloud4Net. En termes de recherche, la virtualisation des fonctions réseau est au coeur du développement de la nouvelle commande réseau / IT, nommée GlobalOS dans un programme de recherche d'Orange Labs sur le management des réseaux et des services. Celle-ci doit déployer et orchestrer des fonctions réseau sur des machines virtualisées. La performance de telles fonctions est essentielle pour développer des règles d'urbanisme de la nouvelle commande. Description de l'équipe Vous travaillerez en au sein du département « Network Control Architecture » qui pilote l'évolution du plan de contrôle et pour qui la virtualisation des fonctions réseau est au coeur de ses activités. La thèse aura aussi lieu au sein d'une équipe qui étudie « les réseaux futurs », notamment fondés sur une infrastructure Telecom-cloud, qui intègre les évolutions technologiques Web (HTTP2, QUIC p.e.) et qui définit de nouvelles solutions de commande des réseaux. Le rôle Objectif scientifique de la thèse - verrous à lever L'objectif de la thèse est de proposer des modèles de performances de fonctions virtualisées afin de développer des règles d'ingénierie pour le déploiement de ces fonctions dans un réseau. Au-delà de l'analyse sémantique des fonctions (leur ordre d'exécution, leur exclusion mutuelle possible, etc.), il est essentiel de disposer d'une description de la performance de fonctions virtualisées. Ainsi, une fonction virtualisée « globale » se trouvera décomposée en plusieurs parties élémentaires exécutées dans un cloud. Cette décomposition ne doit néanmoins pas entraîner des temps de latence excessifs lors de l'exécution de la fonction virtualisée. Or, l'évaluation des performances des machines exécutant les parties élémentaires de la fonction virtualisée ne suffit pas pour mesurer le critère de performance « temps de latence » de la fonction « globale ». Pour le premier point, les performances d'un orchestrateur local avec son scheduler dans une machine virtualisée (en particulier les temps des accès disque) sont critiques pour les performances d'une fonction virtualisée. Cette performance doit donc être modélisée via des Key Performance Indicators, KPI, qui ensuite peuvent être utilisés pour disséquer une fonction globale en composants élémentaires. Les principaux verrous scientifiques identifiés concernent :

- Modélisation des performances d'une machine virtualisée, en prenant notamment en compte les performances du scheduler de ressources internes à une machine.
- Mise au point d'un ensemble d'indicateurs de performance (KPI) reflétant les performances des machines d'un cloud.
- Mise au point de règles de dissection d'une fonction globale en composants élémentaires en fonction des KPI.
- Modélisation des performances globales d'une fonction virtualisée en fonction de son découpage en composants élémentaires et des KPI des machines virtualisées. Approche méthodologique planning En termes d'approche méthodologique, le travail de thèse débutera par l'étude de la modélisation des performances de machines virtualisées, en prenant en compte notamment les performances du scheduler d'une machine virtualisée et d'autres KPI pertinents pour les performances d'un composant d'une fonction (accès disque en cas de stockage, puissance de calcul, etc.). Ensuite, la thèse s'intéressera au découpage en composants élémentaires d'une fonction à implémenter dans des machines virtuelles. Ces deux activités s'appuieront sur des modèles théoriques et seront illustrées sur un cas d'usage qui sera testé sur une plateforme en fin de thèse (en utilisant l'environnement GlobalOS développé à Orange Labs). Le planning proposé serait le suivant :

- Année 1 • Analyse de l'état de l'art sur la modélisation des machines virtualisées et des schedulers internes à ces machines.
- État de l'art sur la virtualisation des fonctions réseau, règles d'ingénierie.
- Identification d'un cas d'usage qui servira de fil conducteur à la thèse.
- Mise au point de premiers modèles théoriques des performances d'un scheduler de machine virtualisée.

- Année 2 • Poursuite de la modélisation théorique. Proposition de KPI.
- Étude de la décomposition de fonctions en composants élémentaires et simulation du comportement global de la fonction en fonction des KPI (notamment en utilisant le cas d'usage identifié en début de thèse).
- Modélisation du comportement global d'une fonction virtualisée.

- Année 3 • Poursuite des investigations théoriques.
- Implémentation du cas d'usage dans un test bed (utilisation de l'environnement GlobalOS) et validation des modèles théoriques.
- Rédaction du manuscrit de thèse.
- Préparation de la soutenance.

Le sujet de thèse proposé concerne le domaine de la virtualisation des réseaux. Il s'agit d'un des axes de recherche les plus en pointe actuellement, au coeur des préoccupations du monde industriel. Vous rejoindrez une équipe d'Orange Labs constituée d'architectes réseau et d'experts dont les travaux permettent d'alimenter l'innovation du Groupe Orange et de proposer des solutions à venir tant pour répondre à des besoins internes qu'aux clients du groupe. Le travail se déroulera en forte proximité avec des chercheurs reconnus de l'INRIA (dans le cadre d'un laboratoire commun Orange-INRIA en cours de montage) et pourra donner lieu à des échanges avec d'autres chercheurs et industriels au sein de collaborations françaises et européennes.