

Ecole Doctorale  
*Mathématiques et Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication*

*Laboratoire des Sciences et Techniques de l'Information, de la Communication  
et de la Connaissance*

**AVIS DE SOUTENANCE DE THESE**

**Le mardi 19 février 2019 à 14h**

au Pôle Numérique Brest Bouguen, amphi numérique, 6 rue du Bouguen, Brest

**Monsieur NAAS MOHAMMED ISLAM**

soutiendra une thèse de doctorat sur le sujet suivant :

" Placement des données de l'Internet des Objets dans une infrastructure de Fog "

**Le jury sera ainsi composé :**

- **M. BEAUMONT OLIVIER, Directeur de Recherche**  
INRIA Bordeaux Sud-Ouest - TALENCE

- **M. BOUKHOBZA JALIL, Maître de conférences**  
Univ. de Bretagne Occidentale - BREST

- **M. LEMARCHAND LAURENT, Maître de conférences**  
Univ. de Bretagne Occidentale - BREST

- **MME MITTON NATHALIE, Directrice de Recherche**  
INRIA Lille-Nord Europe - VILLENEUVE-D'ASCQ

- **M. MONNET SEBASTIEN, Professeur des universités**  
Polytech Annecy-Chambéry - ANNECY

- **M. RAIPIN PHILIPPE, Ingénieur de Recherche**  
Orange Labs - RENNES

**Invité :**

- **M. HURFIN MICHEL, Chargé de Recherche**  
INRIA Rennes Bretagne Atlantique - RENNES

A BREST, le 31 janvier 2019

Le Président de l'Université  
de Bretagne Occidentale,



M. GALLOU

# THESE DE DOCTORAT DE

L'UNIVERSITE  
DE BRETAGNE OCCIDENTALE

COMUE UNIVERSITE BRETAGNE LOIRE

ECOLE DOCTORALE N° 601

*Mathématiques et Sciences et Technologies  
de l'Information et de la Communication*

Spécialité : Informatique

Par **Mohammed Islam NAAS**

## Placement des données de l'Internet des Objets dans une infrastructure de Fog

Thèse présentée et soutenue à l'Université de Bretagne Occidentale, le 19/02/2019  
Unité de recherche : UMR 6285

### Rapporteurs avant soutenance :

Nathalie MITTON  
Sébastien MONNET

Directrice de Recherche, INRIA, Lille-Nord.  
Professeur, Université de Savoie Mont Blanc, Chambéry.

### Composition du Jury :

Président :	Prénom Nom	Fonction et établissement d'exercice (9) (à préciser sur le manuscrit définitif)
Examinateurs :	Olivier BEAUMONT	Directeur de Recherche, INRIA, Bordeaux Sud-Ouest.
	Philippe RAIPIN	Ingénieur de Recherche, Orange Labs, Cesson-Sévigné.
	Laurent LEMARCHAND	Maitre de Conférences, Université de Bretagne Occidentale, Brest.
	Nathalie MITTON	Directrice de Recherche, INRIA, Lille-Nord.
	Sébastien MONNET	Professeur, Université de Savoie Mont Blanc, Chambéry
Dir. de thèse :	Jalil BOUKHOBZA	Maitre de Conférences, HDR, Université de Bretagne Occidentale, Brest.

### Invité

M. Michel HURFIN

Chargé de recherche, HDR, INRIA, Rennes.

---

**Titre :** Placement des données de l'Internet des Objets dans une infrastructure de Fog.

**Mots clés :** Internet des Objets, Fog computing, Placement de données, Optimisation, Latence réseau.

**Résumé :** Dans les prochaines années, l'Internet des objets (IoT) constituera l'une des applications générant le plus de données. Actuellement, les données de l'IoT sont stockées dans le Cloud. Avec l'augmentation du nombre d'objets connectés, la transmission de la grande quantité de données produite vers le Cloud génèrera des goulets d'étranglement. Par conséquent, les latences seront élevées. Afin de réduire ces latences, le Fog computing a été proposé comme un paradigme étendant les services du Cloud jusqu'aux périphéries du réseau. Il consiste à utiliser tout équipement localisé dans le réseau (ex. routeur) pour faire le stockage et le traitement des données. Cependant, le Fog présente une infrastructure hétérogène. En effet, ses équipements présentent des différences de performances de calcul, de capacités de stockage et d'interconnexions réseaux.

Cette hétérogénéité peut davantage augmenter la latence du service. Cela pose un problème : le mauvais choix des emplacements de stockage des données peut augmenter la latence du service. Dans cette thèse, nous proposons une solution à ce problème sous la forme de quatre contributions : 1. Une formulation du problème de placement de données de l'IoT dans le Fog comme un programme linéaire. 2. Une solution exacte pour résoudre le problème de placement de données en utilisant CPLEX, un solveur de problème linéaire. 3. Deux heuristiques basées sur le principe de "diviser pour régner" afin de réduire le temps du calcul de placement. 4. Une plate-forme expérimentale pour évaluer des solutions de placement de données de l'IoT dans le Fog, en intégrant la gestion du placement de données à iFogSim, un simulateur d'environnement Fog et IoT.

---

**Title:** Placement of Internet of Things data in a Fog infrastructure.

**Keywords:** Internet of Things, Fog computing, Data placement, Optimization, Network Latency.

**Abstract:** In the coming years, Internet of Things (IoT) will be one of the applications generating the most data. Nowadays, IoT data is stored in the Cloud. As the number of connected objects increases, transmitting the large amount of produced data to the Cloud will create bottlenecks. As a result, latencies will be high and unpredictable. In order to reduce these latencies, Fog computing has been proposed as a paradigm extending Cloud services to the edge of the network. It consists of using any equipment located in the network (e.g. router) to store and process data. Therefore, the Fog presents a heterogeneous infrastructure. Indeed, its components have differences in computing performance, storage capacity and network interconnections. This heterogeneity can further increase the latency of the

service. This raises a problem: the wrong choice of data storage locations can increase the latency of the service. In this thesis, we propose a solution to this problem in the form of four contributions: 1. A formulation of the IoT data placement problem in the Fog as a linear program. 2. An exact solution to solve the data placement problem using the CPLEX, a mixed linear problem solver. 3. Two heuristics based on the principle of "divide and conquer" to reduce the time of placement computation. 4. An experimental platform for testing and evaluating solutions for IoT data placement in the Fog, integrating data placement management with iFogSim, a Fog and IoT environment simulator.