



INSTITUT UNIVERSITAIRE DE TECHNOLOGIE LYON 1  
Département Informatique  
43 Boulevard du 11 Novembre 1918 - 69622 Villeurbanne

## RAPPORT DE STAGE - 2<sup>EME</sup> ANNÉE DUT INFORMATIQUE

---

# Simuler l'empreinte environnementale des centres de données

---

9 AVRIL - 15 JUIN 2018



LABORATOIRE DE L'INFORMATIQUE DU PARALLÉLISME  
École Normale Supérieure  
46 Allée d'Italie - 69364 Lyon

**Maître de stage**  
Laurent LEFEVRE

**Étudiant**  
Bastien MARSAUD

**Responsable pédagogique**  
Hamamache KHEDDOUCI

# Fiche technique

## Le Laboratoire de l'Informatique du Parallélisme

Le Laboratoire de l'Informatique du Parallélisme est un laboratoire de recherche situé sur le site Monod de l'École Normale Supérieure de Lyon. Il regroupe 57 membres permanents, 20 membres temporaires et entre 40 et 50 doctorants autour de sujets très larges liés à l'informatique.

## Le sujet du stage

Le sujet du stage est de concevoir un simulateur d'empreinte environnementale des centres de données. Ce stage à lieu dans le cadre d'un projet avec l'Institut d'aménagement et d'urbanisme de la région Île-de-France et l'École d'architecture de la ville et des territoires. Ainsi il permettrait à terme d'aider les architectes dans la construction des centres de données et d'aider les urbanistes dans leur intégration sur le territoire.

L'une des perspective de ce projet serait d'aider à la construction de nouveaux centre de données en Île-de-France afin de répondre aux besoins massifs en traitement de données que nécessiterons les Jeux Olympiques 2024.

## L'environnement du stage

Dans le cadre de ce stage je suis intégré au Laboratoire de l'Informatique du Parallélisme dans l'équipe AVALON. Tous les membres de l'équipe sont soit des chercheurs, soit des ingénieurs de recherche, soit des doctorant en informatique. Un camarade de ma promotion **Lucas Besnard** est lui aussi en stage dans l'équipe AVALON mais nous ne travaillons pas sur le même sujet.

Je travaille seul sur le projet, **Laurent Lefèvre**, mon maître de stage est bien entendu présent pour me donner les consignes, m'aiguiller et m'épauler dans ma réflexion mais ne participe pas au développement.

## L'environnement de travail

La laboratoire possède des ordinateurs portables, mais comme ils ne sont pas très performants on m'a conseiller d'utiliser mon ordinateur personnel. La laboratoire m'a cependant fourni un deuxième écran.

Comme je n'avais aucune contraintes aux niveaux des technologies j'ai décidé d'utiliser celles avec lesquelles j'étais le plus à l'aise. Le projet en lui-même est développé en JAVA en utilisant la technologie JavaFX pour l'interface graphique, j'utilise Maven pour la gestion des librairies ainsi qu'Eclipse en tant qu'IDE. Pour versionner le code source j'utilise le protocole GIT couplé à un repository privé sur GitHub. Il était en effet compliqué de me créer un repository sur la plateforme interne à cause de formalités administratives.

## Méthode de travail

Pour le bon déroulement du projet il était indispensable de faire une recherche bibliographique conséquente avant de commencer la phase de développement afin d'assimiler un certains nombre de notions spécifiques.

# Remerciements

Je tiens à remercier toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à la réussite de mon stage.

Je remercie tout d'abord **Mme. Jocelyne Debouté**, enseignante en expression communication et responsable des stages à l'IUT Lyon 1, qui fait un travail remarquable dans la recherche et le partage d'offres de stage. Grâce à qui j'ai pu postuler à ce stage et qui m'a beaucoup aidé lors de la validation de ma convention.

Je remercie chaleureusement mon maître de stage **M. Laurent Lefèvre**, chercheur à l'INRIA, membre de l'équipe AVALON au Laboratoire de l'Informatique du Parallélisme pour sa confiance et l'indépendance qu'il m'a accordée, mais surtout pour ses conseils avisés et sa bonne humeur à toute épreuve.

Je remercie **M. Sylvain Maurin**, mon voisin de palier, chercheur à l'Institut des Sciences Cognitives, **M. Cristophe Jaloux**, enseignant en mathématiques à l'IUT Lyon 1, **Mme Aude Joubert**, enseignante en mathématiques à l'IUT Lyon 1 et **M. Pierre-Antoine Champin**, enseignant-chercheur à l'IUT Lyon 1 pour m'avoir permis, à leurs manières, d'assister à la conférence EcoInfo *Que deviennent nos déchets électroniques ?* du 6 Avril dernier à Grenoble dans laquelle mon maître de stage, Laurent Lefèvre, est intervenu.

Je remercie **M. Issam Raïs**, avec qui je partageais mon bureau, doctorant sous la supervision de Laurent Lefèvre, pour sa bonne humeur entre deux lignes de thèse.

Enfin, je remercie **Mlle. Dorra Boughzala**, doctorante sous la supervision de Laurent Lefèvre pour avoir pris le temps de m'expliquer en détail le fonctionnement et les subtilités de la plateforme *Grid' 5000*.

# Sommaire

<b>Fiche technique</b>	<b>1</b>
<b>Remerciements</b>	<b>2</b>
<b>Introduction</b>	<b>4</b>
<b>1 L'environnement du stage</b>	<b>5</b>
1.1 Le laboratoire et ses relations institutionnelles . . . . .	5
1.2 L'équipe AVALON . . . . .	5
1.3 Ma place au sein du laboratoire . . . . .	5
<b>2 La mission</b>	<b>6</b>
2.1 Le contexte . . . . .	6
2.2 Le enjeux . . . . .	6
2.3 L'outils attendu . . . . .	6
2.4 Comment parvenir au résultat ? . . . . .	6
2.4.1 La recherche bibliographique . . . . .	6
2.4.2 Le développement . . . . .	6
<b>3 Mon expérience de stage</b>	<b>7</b>
<b>Conclusion</b>	<b>8</b>
<b>Glossaire</b>	<b>9</b>
<b>Table des figures</b>	<b>10</b>
<b>Liste des tableaux</b>	<b>10</b>
<b>Sources</b>	<b>11</b>

# Introduction

Du 9 au 15 Juin 2018 j'ai effectué mon stage de fin de deuxième année de DUT Informatique à l'IUT Lyon 1 au Laboratoire de l'Informatique du Parallélisme (LIP). Le Laboratoire de l'Informatique du Parallélisme est un laboratoire de recherche en informatique situé à l'ENS Lyon et regroupant des chercheurs, des ingénieurs et des doctorants autour de problématiques comme l'arithmétique en informatique, les architectures distribuées, l'optimisation des réseaux et des ressources ou encore l'analyse de la compilation. Il a permis, depuis l'année 2000, de mettre au jour environ 2500 publications.

Durant ma recherche de stage, même si j'utilisais des plateformes de recherche d'emplois en ligne, cette offre m'est parvenu via notre enseignante responsable des stages qui en envoyait régulièrement par mail. Cette offre a tout particulièrement attiré mon attention pour plusieurs raisons. Tout d'abord, il s'agissait de la seule opportunité qui permettait de travailler dans un laboratoire de recherche, les autres offres étant majoritairement des entreprises privées. Le milieu de la recherche m'a toujours attiré et comme j'essaye de plus en plus de l'intégrer à mon projet professionnel, cette offre me semblait un bon moyen d'y parvenir. Ensuite, les deux sujets proposés par l'offre portaient sur des problématiques environnementales, étant très attiré par ces questions depuis mon plus jeune âge et ayant suivi mon cursus de lycéen dans un lycée agricole j'étais très enthousiaste à travailler dans ce domaine. Ainsi ce stage m'apparaît comme une bonne opportunité de découvrir le monde de la recherche et de travailler sur un projet complexe, d'utilité publique sur des problématiques qui m'intéressent.

Ma mission durant ce stage est de concevoir un simulateur informatique d'empreinte environnementale des centres de données afin d'aider des architectes et des urbanistes dans leur démarche d'intégration des centres de données sur notre territoire. Pour y parvenir je devrai tout d'abord m'inscrire dans une démarche de recherche bibliographique poussée avant de pouvoir espérer commencer le développement.

*TODO : Modifier le plan si il a changé*

Dans ce rapport de stage, je présenterai tout d'abord l'environnement du stage : le laboratoire et ses relations institutionnelles, l'équipe AVALON dont je fais partie ainsi que ma place au sein de cette organisation. Ensuite j'expliquerais en détail ma mission, son contexte, les enjeux qu'elle porte, son but ainsi que les étapes que j'ai suivi pour y parvenir. Enfin je terminerai par détailler mon expérience durant ce stage, ce que j'ai appris et découvert techniquement et humainement.

# 1 L'environnement du stage

*TODO : Rédiger l'introduction de la partie*

## 1.1 Le laboratoire et ses relations institutionnelles

## 1.2 L'équipe AVALON

## 1.3 Ma place au sein du laboratoire

## **2 La mission**

*TODO : Rédiger l'introduction de la partie*

### **2.1 Le contexte**

### **2.2 Le enjeux**

### **2.3 L'outils attendu**

### **2.4 Comment parvenir au résultat ?**

*TODO : Rédiger l'introduction de cette partie*

#### **2.4.1 La recherche bibliographique**

#### **2.4.2 Le développement**

### 3 Mon expérience de stage

*TODO : Rédiger l'introduction de la partie*



## Conclusion

# Glossaire

**Eclipse** IDE multiplateforme et multilangage. 1

**ENS** École Normale Supérieure. 4

**GIT** Protocole de gestion de version centralisé, permet de stocker du code source en conservant la chronologie de toutes les modifications. 1

**GitHub** Plateforme en ligne de gestion de version utilisant le protocole GIT. S'est imposé en tant que réseau social pour développeur. 1

**IDE** Environnement de développement intégré, ensemble d'outils dédiés au développement regroupés dans un même logiciel. 1

**JAVA** Langage de programmation orienté objet et multiplateforme. 1

**JavaFX** Bibliothèque interne à JAVA gérant l'interface graphique utilisateur. 1

**LIP** Laboratoire de l'Informatique du Parallélisme. 4

**Maven** Outils de gestion de production. Facilite la gestion de bibliothèques. 1

**repository** Un dépôt centralisé et organisé de code source. 1

**Table des figures**

**Liste des tableaux**

# Sources

# Annexes

<b>A</b>	<b>Première annexe</b>	<b>13</b>
A.1	Sous section de la première annexe . . . . .	13
A.2	Deuxième Sous section de la première annexe . . . . .	13
<b>B</b>	<b>Deuxième annexe</b>	<b>13</b>
B.1	Sous section de la deuxième annexe . . . . .	13
B.2	Deuxième Sous section de la deuxième annexe . . . . .	13

## **A Première annexe**

**A.1** Sous section de la première annexe

**A.2** Deuxième Sous section de la première annexe

## **B Deuxième annexe**

**B.1** Sous section de la deuxième annexe

**B.2** Deuxième Sous section de la deuxième annexe

# RAPPORT DE STAGE - 2<sup>EME</sup> ANNÉE DUT INFORMATIQUE

---

## Simuler l'empreinte environnementale des centres de données

---

BASTIEN MARSAUD  
9 AVRIL - 15 JUIN 2018

### Résumé

Étudiant en deuxième année de DUT informatique à l'IUT Lyon 1, j'ai effectué mon stage de fin de cursus au Laboratoire de l'Informatique du Parallélisme à l'ENS Lyon. Très intéressé par le milieu de la recherche et par les problématiques environnementale j'ai initié la conception d'un simulateur d'empreinte environnementale des centres de données. Ce simulateur permettra à terme d'aider les urbanistes et les architectes dans la conception et l'intégration des centres de données sur le territoire. Il sera capable à partir d'une multitude de données entrées par l'utilisateur de générer automatiquement un rapport complet présentant les caractéristiques du centre de données ainsi que ses scores pour les différents indicateurs réputés du domaine.

Dans ce rapport de stage vous découvrirez le Laboratoire de l'Informatique du Parallélisme en tant qu'organisation, les différentes étapes du projet de la phase de découverte du sujet et de conception d'une bibliographie à la phase de développement, mais également mon ressenti sur cette expérience dans le monde de la recherche et ce que j'ai découvert techniquement et humainement.

**Mots clefs :** informatique, green IT, datacenter, recherche, environnement, énergie, simulation, économie, urbanisme

