

# Rapport du stage d'extra-muros à l'Université de Genève

Nguyen Phuc-Thien Thomas

26 août 2013

## 1 Remerciements

Tout d'abord, je tiens à remercier toutes les personnes qui m'ont permis d'effectuer le stage, et d'acquérir toutes sortes de nouvelles connaissances. Je remercie en particulier le Professeur Bastien Chopard [6] pour avoir accepté de m'intégrer au sein de son équipe de recherche, ainsi que le Dr. Orestis Malaspinas qui m'a accompagné durant tout le long du stage. Je remercie également le Dr. Jonas Lätt, et tous les autres que j'ai pu côtoyer durant ce stage, et qui m'ont donné de précieux conseils à propos de mon futur.

Je remercie également mon maître de physique, Monsieur Bach Pierre, pour m'avoir proposé ce stage, et aussi pour m'avoir fait connaître l'existence du merveilleux traitement de texte  $\text{\LaTeX}$ , dont la maîtrise est indispensable pour une carrière scientifique.

## 2 Introduction

Du **12 avril 2013** au **5 juillet 2013**, en accord avec la direction du Collège Rousseau, j'ai effectué un stage d'extra-muros à l'Université de Genève (UNIGE) [1], et plus précisément au Centre Universitaire d'Informatique [5].

Ce stage avait pour but d'enrichir mes connaissances en informatique, et tout particulièrement en programmation, en faisant de la **simulation numérique**. Ceci aura été effectué en utilisant divers logiciels complexes, avec un peu de programmation, ainsi que du matériel informatique spécialisé dont l'université dispose.

J'ai alors été intégré dans un groupe de recherche, qui travaillait sur la modélisation de la thrombose et l'anévrisme cérébral, afin d'analyser les résultats et d'en déduire des conclusions. Un autre but était de faire un peu de physique, puisqu'il fallait par exemple apprendre la mécanique des fluides.

Ce fut également une occasion de voir à quoi ressemble le monde de la recherche. En effet, j'ai contribué à un projet de recherche sur la thrombose en tant qu'assistant.

## 3 Résumé des activités effectuées

Dans un premier temps, j'ai dû apprendre toute la théorie me permettant de comprendre les tâches qui me seront confiées. Pour comprendre la mécanique des fluides (qui permet de simuler le sang dans un anévrisme par exemple), mes accompagnants ont commencé par me faire apprendre de la théorie sur les **automates cellulaires**. Au fur et à mesure de l'apprentissage des automates cellulaires, j'ai d'appréhendé de manière intuitive la mécanique

des fluides, ainsi que son implémentation informatique, afin de simuler l'écoulement de liquides et de gaz sur ordinateur.

J'ai également dû apprendre un nouveau langage de programmation, le **MATLAB** [7], très utilisé dans la recherche académique. Pour pratiquer ce nouveau langage, il m'a été demandé d'étudier et de programmer des automates cellulaires de plus en plus complexes, du *jeu de la vie* au *lattice Boltzmann*. Ainsi, j'ai pu maîtriser de mieux en mieux cet outil. Les implémentations n'étant pas parfaites, j'ai aussi eu à coder un logiciel permettant de calculer les erreurs par rapport à la réalité.

L'apprentissage s'est fait plus ou moins en autodidacte, en cherchant dans les ressources disponibles sur Internet, et en puisant dans de la littérature scientifique (en anglais). J'ai également assisté à quelques heures de cours universitaires dispensés par Bastien Chopard et Jonas Lätt, pour consolider les notions d'automates cellulaires. Ces travaux ont fait l'objet de deux rapports disponibles en annexes, *Automates cellulaires*, et *Lattice Boltzmann, calcul d'erreur*. Tous les rapports ont été écrits en L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, ce qui m'a permis de maîtriser petit à petit ce traitement de texte, et de me perfectionner.

Une fois ces exercices terminées, j'ai pu passer à l'étape suivante : on m'a présenté les logiciels qui seront utilisés pour **simuler** des fluides, et **analyser** les résultats, respectivement Palabos [2] et Paraview [3]. L'étape suivante était de comprendre leur fonctionnement. J'ai alors lancé sur mon ordinateur du bureau quelques exemples de simulations proposés par Palabos, avant d'utiliser Paraview pour analyser les résultats produits par ces simulations. J'ai pu comprendre le fonctionnement de ces logiciels en manipulant les fonctions proposées, et en utilisant mon intuition.

Cela m'a d'ailleurs permis d'apprendre à utiliser **Linux** en ligne de commandes (nécessaire pour l'utilisation de Palabos), et aussi de me familiariser avec ce type de système, puisque tout mon travail a été effectué sous Ubuntu. Une fois que j'ai pu maîtriser leur fonctionnement, on m'a donné accès à un **ordinateur parallèle** (ordinateur très puissant composé de beaucoup de processeurs), appelé *Scylla*, dont l'utilisation nécessite également l'apprentissage des commandes appropriées.

Après avoir pu exécuter de nouveaux exemples sur l'ordinateur parallèle, j'ai pu observer le code source d'un exemple de Palabos (en C++), étudier sa structure, et même le modifier pour l'adapter à un besoin spécifique. À ce stade, j'ai résumé mon travail dans le rapport intitulé *Palabos, ordinateur parallèle, Paraview*, et pu commencer à apporter ma contribution au projet sur lequel notre groupe travaille en exécutant les tâches qui me sont attribuées.

J'ai eu un aperçu de ce projet appelé *Thrombus* [4], qui étudie la thrombose dans un anévrisme cérébral à l'aide de la simulation numérique. Ma mission était de tester un nouveau modèle de simulation de thrombose, et de voir s'il fonctionne ou non. Pour cette partie de mon stage, j'ai dû effectuer beaucoup de simulations, en collectant et en analysant les données produites par ces simulations. J'ai également observé et adapté le code du logiciel de simulation, en fonction des résultats obtenus. Au final, mes tests montraient que ce nouveau modèle n'est visiblement pas fonctionnel.

Du fait que j'avais pris beaucoup d'avance sur le programme, mes assistants m'ont proposé d'écrire avec leur aide un **article** scientifique à propos des résultats obtenus. Cet article en anglais (*A new thrombosis model*) pourrait être publié dans une revue scientifique, si mes assistants parvenaient à faire fonctionner ce modèle en ajoutant de nouvelles fonctions.

## 4 Conclusion

En conclusion, ce séjour d'extra-muros de trois mois fut très enrichissant. Non seulement j'ai pu perfectionner mes connaissances en programmation, mais en plus, j'ai pu connaître et apprendre à utiliser des outils manipulés par des chercheurs. Ceci était également une bonne occasion de perfectionner mon utilisation de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, ainsi qu'une bonne introduction à l'utilisation de Linux. Je regrette juste de ne pas avoir pu approfondir la mécanique des fluides du point de vue physique, même si on m'a fourni les documents nécessaires, du fait que je n'avais pas les notions mathématiques requises pour la compréhension de la plupart des formules (programme universitaire).

Ce fut notamment une bonne occasion d'observer le cadre de travail des chercheurs : produire des résultats, les analyser, et en faire une synthèse dans un article, qui a pour but d'être publié dans une revue, afin d'augmenter sa notoriété dans le monde académique. J'ai même pu avoir le plaisir d'écrire un article scientifique, qui, avec un peu de chance, pourrait être publié un jour dans une revue scientifique. Enfin, on m'a aussi dit que lorsqu'on fait de la recherche, il faut s'attendre à ce que la plupart des nouvelles idées testées ne fonctionnent pas, et le nouveau modèle de simulation que j'ai dû tester en est un exemple...

## 5 Annexes

En annexes, vous y trouverez les rapports qu'on m'a demandé d'écrire, qui résument ce que j'ai appris dans ce stage, et aussi les travaux qui ont été effectués.

## Références

- [1] Page web de l'UNIGE. <http://www.unige.ch/>.
- [2] Page web de Palabos. <http://www.palabos.org/>.
- [3] Page web de Paraview. <http://www.paraview.org/>.
- [4] Page web de Thrombus. <http://www.thrombus-vph.eu/>.
- [5] Page web du Centre Universitaire d'Informatique. <http://www.cui.unige.ch/>.
- [6] Page web du Professeur Bastien Chopard. <http://cui.unige.ch/~chopard/>.
- [7] Stéphane Balac. Débuter avec MATLAB, 2001. <http://perso.univ-rennes1.fr/stephane.balac/matlab/matlab.pdf>.