

MORAN Enzo

ENSAE 1^{re} année
Stage d'ouverture au monde professionnel
Année scolaire 2023 - 2024

Définition de médianes multivariées par transport optimal

IMB
Talence, France

Maître de stage : Jérémie BIGOT
10/06/2024 - 05/07/2024

Sommaire

Remerciements	3
1 Introduction	4
2 Présentation de l'IMB	5
2.1 Les valeurs de l'IMB	5
2.2 Présentation de l'équipe Optimisation	5
3 Présentation de l'environnement de travail	7
3.1 Le campus	7
3.2 Les conditions de travail	8
4 Description de la mission	10
4.1 Le sujet du stage	10
4.1.1 Le problème de Monge	11
4.1.2 Le problème de Kantorovich	11
4.1.3 Les étapes de mon stage	12
4.2 Mon organisation	13
4.2.1 Organisation pratique du travail	13
4.2.2 Horaires et délimitation temporelle	13
5 Analyse du stage	15
5.1 Ma participation à la recherche	15
5.2 Les relations professionnelles au sein de l'IMB	15
5.2.1 La relation avec mon tuteur	16
5.2.2 Mes relations avec les doctorants	16
5.3 Les métiers du monde de la recherche	17
5.3.1 L'enseignant-chercheur, le maître de conférences et le professeur	17
5.3.2 Le doctorant	18
5.3.3 Le chercheur en marge de la société	18
6 Bilan du stage	20

Remerciements

Je tiens tout d'abord à exprimer ma plus grande gratitude à Jérémie BIGOT pour l'accueil qu'il m'a réservé à l'IMB, nos discussions très intéressantes, sa pédagogie et sa bienveillance.

Je voudrais également remercier chaleureusement l'ensemble des doctorants de l'IMB et en particulier Gauthier, Erell et Emeric, qui ont fait en sorte que ce stage se déroule dans les meilleures conditions possibles.

Une petite pensée pour toutes les personnes avec qui j'ai déjeuné. Ils sont trop nombreux pour être cités mais se reconnaîtront.

1 Introduction

Durant ma première année à l'ENSAE, l'obligation de réaliser un stage de fin d'année suscitait en moi à la fois enthousiasme et appréhension. Il faut dire que je n'avais, jusqu'à présent, aucune autre expérience que des emplois estivaux. Pourtant, je ne voulais pas seulement vivre une première expérience professionnelle. En effet, les opportunités de stage et de débouchées à l'ENSAE étant très nombreuses, je désirais que mon stage d'observation ait aussi pour fonction de préciser mon projet professionnel et de m'éviter une perte de temps inutile dans la définition de mon orientation et dans le choix des enseignements que je suivrai en deuxième année.

Pour réfléchir à la question « Quel serait mon stage idéal ? », il me fallait d'abord trier les domaines à envisager. Mes matières préférées de la première année étant celles de l'UE de mathématiques, il me semblait intéressant de chercher un stage d'application des connaissances acquises en maths. Deux pistes m'apparaissaient au préalable envisageable : un stage en entreprise où je pratiquerais des statistiques appliquées ou un stage théorique de recherche en maths. Comme beaucoup, le domaine de la recherche m'a toujours intrigué. En effet, il me semblait isolé, à part de tous les autres, tout en étant par nature inépuisable, les maths permettant toujours d'avancer et d'aller plus en profondeur. Ma décision était ainsi prise : mon stage d'observation devait être un stage de recherche en maths.

Une fois le domaine identifié, je me suis tout de suite tourné vers le centre de recherche de ma ville natale : l'Institut Mathématiques de Bordeaux (IMB). J'ai donc d'abord visité le site Internet de l'IMB pour repérer les chercheurs dont les travaux collaient le mieux à mes centres d'intérêt. Et c'est grâce aux conseils de mon professeur de théorie des probabilités Victor-Emmanuel BRUNEL que j'ai pu prendre contact avec Jérémie BIGOT. Dès notre premier entretien, il m'a paru gentil et attentionné. Il n'a pas fallu plus d'une de ses présentations sur le transport optimal et ses articles pour que je sois conquis. Ma curiosité était piquée, je voulais que Jérémie BIGOT soit mon maître de stage.

Ce stage s'est déroulé sur quatre semaines du lundi 26 juin au vendredi 4 août. Cette durée, pourtant courte, fut suffisamment intense pour me permettre de découvrir à la fois le milieu de la recherche et le monde du travail, de comprendre les relations professionnelles et de produire mon premier travail de recherche. Je ne pouvais alors pas imaginer la vitesse à laquelle allaient passer ces quatre semaines.

Ce rapport sera orchestré en plusieurs parties, je présenterai d'abord de manière assez générale l'IMB, avant de décrire mon environnement de travail. Ensuite, j'expliquerai en quoi consistait ma mission de stage. Puis, j'explicitai mes analyses sur les relations professionnelles et enfin je ferai un bilan de mon stage.

2 Présentation de l'IMB

Le bureau 202 est situé au sein de l'Institut de Mathématiques de Bordeaux (IMB) sur le campus de Talence. C'est là-bas que mon stage s'est déroulé aux côtés de Gauthier, Erell et Emeric, trois doctorants étudiant le transport optimal, et sous la supervision de M. Jérémie BIGOT, professeur des universités.

2.1 Les valeurs de l'IMB

L'Institut de Mathématiques de Bordeaux (IMB) est une unité mixte de recherche associée au CNRS, à l'Université de Bordeaux et à Bordeaux INP. Établi en 2007, l'IMB se consacre depuis à l'avancement des connaissances et à la valorisation des mathématiques au service d'un vif développement de la recherche fondamentale et appliquée. Il est animé par des chercheurs multi-référencés dans de nombreuses thématiques s'étendant de l'algèbre à la géométrie en passant par les probabilités, la statistique et l'optimisation.

L'IMB est la continuité d'une longue tradition d'excellence intellectuelle académique où s'incarnent les valeurs de rigueur scientifique, de coopération interdisciplinaire et d'ouverture internationale. Il est aussi soucieux de former de jeunes chercheurs, en leur proposant un cadre d'excellence pour travailler tout en favorisant l'innovation via des projets collaboratifs avec des collègues universitaires et des partenaires industriels. Ses chercheurs sont fortement engagés dans des conférences, séminaires et échanges à l'international, issus du répertoire et des appels d'analyses mathématiques tant sur le plan national qu'international.

2.2 Présentation de l'équipe Optimisation

Les équipes Optimisation Mathématique et Modèles Aléatoires et Statistiques (OM-MAS) et Image, Optimisation et Probabilités (IOP) de l'Institut de Mathématiques de Bordeaux regroupent l'ensemble des doctorants qui m'ont accueilli et que j'ai pu côtoyer pendant toute la durée de mon stage. Ils travaillent sur l'optimisation mathématique et sur le traitement d'image. Cette grande équipe maîtrise de nombreuses connaissances avancées en probabilités, statistiques et optimisation pour progresser dans leurs recherches quelles soient fondamentales ou théoriques. Les doctorants avec qui j'ai évolué s'attèlent quotidiennement à résoudre des problèmes complexes dans des domaines tels que le traitement d'images, les signaux et les systèmes aléatoires.

D'une part, la première équipe est dédiée au développement d'outils mathématiques pour la modélisation de systèmes aléatoires, ainsi qu'à la résolution et l'analyse de problèmes d'optimisation ou d'évaluation de performances. La plupart des modèles

mathématiques qui m'ont été présentés par les doctorants sont d'une part basés sur des systèmes aléatoires et d'autres part très complexes. Ces derniers peuvent être optimisés suivant différents critères comme la recherche de stratégie ou le type de prédiction. Les membres de l'OMMAS ont pour objectif de proposer des méthodes de résolution convergente, valides et implémentables en algorithme de manière efficace.

D'autre part, la deuxième équipe utilise les mathématiques dans le cadre de l'étude de problèmes généralement observés par la première équipe pouvant relever du traitement de l'image, de l'optimisation, des probabilités ou encore de la statistique. Elle est composée de spécialistes de nombreuses thématiques comme l'analyse harmonique, le calcul stochastique ou le transport optimal - thématique de mon stage. Ce regroupement a pour but de favoriser les interactions entre ces différents domaines des mathématiques appliquées pour améliorer les solutions des problèmes étudiés.

La cohésion entre ces deux équipes est primordiale puisqu'elles sont amenées à collaborer sur de nombreux projets. Dans les faits, les doctorants avec qui j'ai passé la majorité de mon temps à l'IMB sont très proches les uns des autres. Nous discutons de leurs difficultés et de leurs avancées très régulièrement puisque nous déjeunons ou dînons tous ensembles quotidiennement.

3 Présentation de l'environnement de travail

3.1 Le campus

L'IMB est composé de différents campus, comme mentionné précédemment, j'ai effectué mon stage sur le campus de Talence au bâtiment A33 qui abrite également la grande bibliothèque de Mathématiques. Lors de mon premier jour de stage, un badge nominatif m'a été remis. Il me permettait d'entrer dans le campus. Il me donnait également accès à cette bibliothèque où je me rendais quotidiennement pour consulter des articles essentiels dans mes travaux ainsi qu'à la pas moins importante cafétéria. La plupart des pauses que s'octroyaient les doctorants se déroulaient là-bas. Nous y retrouvions la machine à café – la seule et unique machine essentielle au bon fonctionnement du campus. Mais aussi des étagères remplies de revues scientifiques, des canapés, des chaises, des tables et même une petite cuisine. Ma première réflexion fut de constater que pas un membre de l'IMB n'utilisait des tasses en carton jetable, en effet les tasses personnelles étaient de mise et gare à ceux qui dérogeaient à cette règle essentielle. Voilà pourquoi j'arrivais dès mon deuxième jour armé de ma tasse père Noël – unique tasse en ma possession.

J'ai eu la chance de côtoyer quotidiennement les doctorants de l'équipe Optimisation, mais également certains enseignant-chercheurs de l'IMB. Les moments d'échange avec les enseignant-chercheurs avaient plutôt lieu lorsque j'étais en compagnie de M. Jérémie BIGOT, car je ne les côtoyais pas directement durant mon stage. Ces discussions m'ont permis de sortir du cadre du stage, d'en apprendre plus sur ce bel Institut et son fonctionnement. Nos déjeuners avaient lieu généralement entre 12h et 13h dans le restaurant du Haut-carré, situé à quelques minutes à pied des bâtiments de l'école. L'administration de l'IMB m'a aidé à faire les démarches auprès du restaurant pour m'y autoriser l'accès et m'octroyer un tarif préférentiel, indispensable lorsqu'on y mange à tous les repas.

Les doctorants de l'équipe étaient réglés comme des horloges, en effet dès lors que midi sonnait, ils sortaient tous un à un de leurs bureaux pour se retrouver dans le couloir commun. Si l'un d'entre eux avait le malheur de manquer, tout le groupe fraîchement formé se rendait dans son bureau, le volume des discussions était alors si élevé qu'il en faisait sortir le malheureux de sa réflexion, l'obligeant à abandonner son antre pour rejoindre le groupe de chercheurs affamés.

Le trajet vers le restaurant – aussi court soit il – était toujours très intense pour moi. En effet, je profitais de chacun de ces moments pour me présenter et découvrir la thématique de recherche des personnes avec qui je n'avais pas encore échangé. Les discussions lors des repas pouvaient aussi bien porter sur les difficultés théoriques éprouvées par certains quelques heures plus tôt que sur les vacances toutes juste finies des autres. C'est grâce à ces brefs moments de vie que j'ai pu comprendre que ces personnes sont

fondamentalement passionnées par leur métier. En effet, cette pause séparant la matinée de l'après-midi n'est en réalité rien d'autre qu'un moment qu'ils utilisent pour partager leurs très captivants écrits et se délecter des connaissances que les autres prennent plaisir à partager.

Mon stage a été ponctué par le départ d'un autre stagiaire présent depuis près de 3 mois. Élève de Telecom Paris en stage de fin d'étude, il était affecté à l'équipe IOP dans l'optique de créer un algorithme capable de reconstituer une image à partir d'une base endommagée. Entre habitants du plateau, nous nous sommes assez vite bien entendu. À la vue du nombre de doctorants présents à son pot de départ, on peut facilement deviner qu'il s'entendait très bien avec l'ensemble de l'équipe et que ce sentiment lui était bien rendu. Cet événement illustre parfaitement la bonne entente entre les différents membres de l'équipe et l'aspect humain qui en découle.

3.2 Les conditions de travail

J'ai passé la plupart de mes journées dans le bureau 202G avec trois doctorants. Ce bureau est, comme ses pairs, assez succin, en effet il est composé de longs bureaux, d'un grand tableau blanc et d'une poubelle pleine de brouillons porteurs d'idées toutes juste assez bonnes pour être gribouillées. On peut y compter trois bureaux installés de manière permanente dédiés à mes colocataires Gauthier, Erell et Emeric. On a aussi pu voir s'installer aux cotés des grands bureaux une maigre table en bois qui a su me supporter pendant toute la durée de mon stage. Mes trois colocataires n'étaient pas les seuls à entrer dans notre local, en effet, ils recevaient quotidiennement la visite d'autres doctorants pour discuter de l'avancée de leurs travaux. Malgré le fait qu'aucun d'entre eux ne prenait la peine de traverser le couloir pour venir prendre de mes nouvelles, j'avais la chance de régulièrement recevoir M. Jérémie BIGOT à ma table, qui avait l'immense gentillesse de toujours s'assurer que je ne rencontre pas de problème majeur dans mon avancée.

Compte tenu de nos horaires différents et des réunions d'avancement de stage, nous n'étions pas tous ensemble au bureau en même temps. En revanche, nos postes de travail étaient fixes et il était strictement interdit de voler la chaise d'un autre sous prétexte qu'elle soit plus confortable, l'envie de déroger à cette règle essentielle s'est vite faite ressentir, toutefois j'ai su contenir mes pulsions.

Comme l'ensemble des doctorants, j'ai décidé de travailler sur mon ordinateur personnel pour avoir accès à mon travail depuis n'importe où. J'ai ainsi pu travailler dans des endroits divers tels que la bibliothèque, la terrasse ou mon domicile.

J'ai pu découvrir dans ce stage la nécessité de l'ergonomie pour pouvoir travailler efficacement et durablement. En effet, je n'avais jamais passé de telles journées, assis sur une chaise de bureau derrière un ordinateur. Au bout de quelques semaines j'ai ressenti des douleurs au niveau du cou et en bas du dos. J'ai d'abord modifié la hauteur de

mon siège pour ne plus avoir à me pencher en avant pour regarder l'écran. Et j'ai aussi diversifié mon poste de travail, en effet, se lever pour écrire au tableau ou s'avachir sur le canapé de la cafétéria pour réfléchir à plusieurs me permettaient de ne pas me lasser de mon environnement et de rester productif.

4 Description de la mission

Ce stage de recherche m'a permis de découvrir le métier d'enseignant-chercheur, mais également de réaliser un travail de recherche.

4.1 Le sujet du stage

L'objectif principal de mon stage était de définir la médiane de la base de données à deux variables ANSUR II (taille et poids de 4081 hommes) en utilisant des méthodes de transport optimal développées pour résoudre notamment les problèmes de Monge et de Kantorovich. Pour ce faire, il suffisait d'abord de sélectionner une distribution de départ dont on connaissait l'emplacement de la médiane puis de la transporter sur la distribution d'arrivée dont on voulait déterminer la médiane. Par transporter une distribution sur une autre, nous entendons associer à chaque point de la première distribution un point de la deuxième.

Utiliser une telle méthode implique d'abord la connaissance de la médiane d'une distribution de départ. Ensuite, le défi réside surtout dans la construction d'un plan de transport optimal qui minimise le coût du transport entre les deux distributions, tout en respectant les contraintes intrinsèques au problème de Kantorovich.

Jérémy m'a suggéré d'utiliser comme distribution de référence la distribution uniforme sphérique, qu'on retrouve dans la plupart des articles sur le sujet. Une fois le plan de transport optimal établi entre cette distribution de référence et la distribution cible, j'ai utilisé ce plan pour déduire la médiane de la distribution cible. L'idée était que le transport optimal entre les deux distributions conserve certaines propriétés géométriques, notamment celles liées à la médiane. En d'autres termes, la structure de la médiane dans la distribution de départ est "transportée" vers la distribution d'arrivée via le plan de transport.

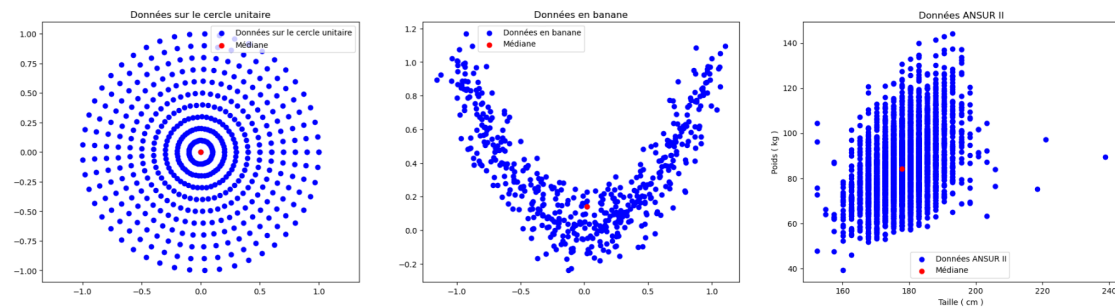


FIGURE 4.1 – Représentation des distributions uniforme sphérique, banane et ANSUR II

La vraie difficulté s'est illustrée au moment de s'assurer que les résultats obtenus étaient à la fois cohérents théoriquement et applicables en pratique, notamment pour des jeux de données multivariés où la notion de médiane est plus complexe à déterminer manuellement que dans le cadre univarié. J'ai pu réaliser de nombreuses simulations pour valider la méthode, en utilisant divers ensembles de données assez classique en transport – le jeu de donnée banane illustré plus haut notamment –, permettant ainsi de démontrer la pertinence de l'approche basée sur le transport optimal pour calculer des médianes multivariées.

4.1.1 Le problème de Monge

Le problème Monge, formulé en 1781 par le scientifique du même nom, est un problème classique de transport optimal. Il s'agit de trouver le moyen le plus économique de transporter une distribution de masse d'un ensemble à un autre, en minimisant le coût total du transport. Plus précisément, on cherche une fonction de transport qui minimise l'énergie dépensée pour transporter une masse d'un point source vers un point destination. Le coût est souvent mesuré en fonction de la distance parcourue. L'exemple le plus connu est celui des boulangeries devant livrer des croissants aux cafés d'une ville, le transport optimal dans le cadre du problème de Monge consiste à trouver l'ensemble d'associations boulangeries/cafés qui minimise le coût total de transport des croissants.

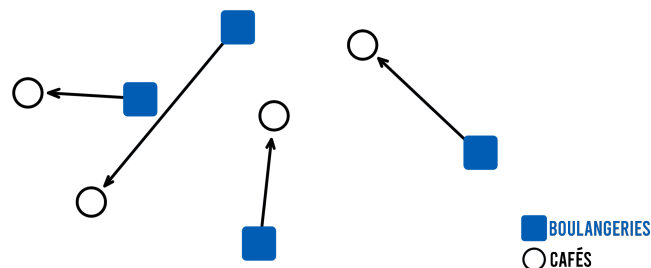


FIGURE 4.2 – Illustration du problème de Monge

Dans mon stage, l'étude du problème de Monge m'a permis de mettre un premier pied dans le monde du transport optimal et d'en comprendre les bases théoriques, en particulier le concept de minimisation du coût de déplacements de masse.

4.1.2 Le problème de Kantorovich

Le deuxième problème que j'ai pu étudier est une généralisation du problème de Monge, introduite par Leonid Kantorovich en 1942. Contrairement au problème précédent, qui imposait une bijection stricte entre les masses de départ et les masses d'arrivée,

Kantorovich permet des transports plus flexibles, autorisant des répartitions fractionnées de la masse entre plusieurs points de destination. Cela introduit un problème d'optimisation plus large, offrant plus de libertés et étant ainsi souvent plus facile à résoudre mathématiquement. Pour reprendre l'exemple des boulangeries et des cafés, lorsque le modèle précédent imposait un nombre égal de croissants produits et demandés pour chaque boulangeries et chaque cafés, on peut ici imaginer que certaines boulangeries produisent plus de croissants qu'une autre tandis que des cafés peuvent également avoir des demandes plus importantes.

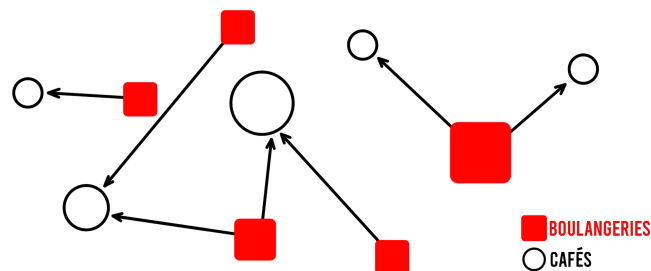


FIGURE 4.3 – Illustration du problème de Kantorovich

Après avoir étudié en détail le problème de Monge, j'ai pu me plonger dans celui de Kantorovich et ai pu constater que son cadre plus souple permet de traiter des cas où la solution de Monge peut ne pas exister ou être trop restrictive pour être réaliste. Le problème de Kantorovich se traduit mathématiquement par un programme linéaire - donc moins coûteux - dont la solution permet de déterminer plus efficacement la médiane.

4.1.3 Les étapes de mon stage

Mon encadrant, Jérémie, m'a octroyé d'une certaine autonomie durant ce stage. Il me conseillait d'explorer certaines directions et attendait que je sois complètement bloqué pour m'aider. J'ai trouvé cette démarche d'autonomie responsabilisante et très motivante.

Dans un premier temps, celui-ci m'a donné de nombreux articles qui m'ont permis de prendre connaissances du problème de Monge et de découvrir des premières notions en transport optimal. Nos premières réunions avaient principalement pour but de s'assurer que je comprenais bien ce que je lisais. Je suis persuadé que ses dessins et illustrations au tableau ont grandement participé à ma compréhension.

Dans un second temps, après m'être bien imprégné du sujet, Jérémie m'a fourni un TP python destiné à ses étudiants de Master en transport optimal. En parcourant ce TP plusieurs fois j'ai pu apprendre à maîtriser les bibliothèques python propre à la résolution des problèmes de Monge. Commencer à coder m'a permis de mieux comprendre l'aspect théorique du transport et de m'appropriier le sujet en testant le code.

Dans un troisième temps, j'ai adapté le code issu du TP au problème de Monge que j'étudiais. Pour trouver la médiane multivariée de la distribution ANSUR II, j'ai donc utilisé une distribution uniforme sphérique comme distribution de départ et l'ai transporté sur la distribution d'arrivée pour trouver sa médiane.

Dans un quatrième temps, j'ai poursuivi en appliquant la même méthode mais en déterminant un plan de transport en suivant les contraintes de Kantorovich plutôt que celles de Monge. Les résultats obtenus étaient semblables aux précédents, ceci s'explique par le fait que la différence entre les 2 types de problèmes ne peut qu'être difficilement mise en avant dans une base de données à 2 variables.

4.2 Mon organisation

4.2.1 Organisation pratique du travail

Je travaillais en autonomie dans le bureau que j'ai présenté précédemment. Lorsque j'étais bloqué, ou avais une question, je m'adressais d'abord à Gauthier qui arrivait généralement à trouver la source de mon problème. Lorsque ni lui ni moi ne trouvions de solution, nous convenions avec M. Jérémie BIGOT d'un temps d'échange dans son bureau. J'évitais de trop le déranger car je savais qu'à cela s'ajoutait déjà des rendez-vous d'une fréquence d'une à deux fois par semaine où il m'aidait à surmonter mes difficultés et m'offrait de nouvelles pistes à explorer. Ce qui fait que je pouvais avancer dans mes travaux aussi vite que je le voulais, mon seul frein étant ma capacité à comprendre et résoudre les problèmes qui me faisaient face.

Un cahier de prise de note m'a été très utile tout au long de mon stage. J'y écrivais les questions que je comptais poser à mon encadrant, de précieuses explications, ainsi que les parties théoriques que je trouvais intéressante dans les nombreux articles et rapports que j'ai pu lire. Je l'utilisais également lorsque je rencontrais un problème en programmation pour diviser le problème en sous-problèmes plus simples. Le fait d'écrire le problème m'a souvent permis de me débloquer par mes propres moyens ou au moins de l'expliquer plus clairement à Gauthier et M. Jérémie BIGOT.

4.2.2 Horaires et délimitation temporelle

Quant aux horaires de travail, je pouvais m'organiser à ma guise. La seule contrainte résidant dans le fait que le simple stagiaire que j'étais ne pouvais posséder le double des clés d'un bureau de l'IMB, si je voulais y travailler je devais donc attendre qu'un de mes 3 collègues l'ouvre. Mon heure d'arrivée du matin oscillait donc entre 9h30 – heure d'arrivée d'Emeric – et 8h30, heure d'ouverture de la bibliothèque, où je pouvais, à défaut de retrouver mes colocataires, m'installer au milieu d'innombrables ouvrages et articles scientifiques. Je repartais généralement entre 16h et 17h en veillant à bien

respecter les horaires de mon contrat. Ce qui n'avait finalement pas grand sens dès lors que je dépassais très largement les 35 heures par semaine. En effet, de manière presque systématique, je rallumais mon ordinateur personnel en rentrant chez moi pour perfectionner mes lignes de code. Je me laissais facilement happer par mon stage et je ne faisais pas de réelle coupure avec le travail en semaine, je pense que le fait d'avoir utiliser mon ordinateur portable pour travailler plutôt qu'un ordinateur de l'IMB a beaucoup influencé ce comportement. Toutefois, comme je rentrais chez mes parents tous les week-ends, j'arrivais à trouver ces coupures, nécessaires pour maintenir un équilibre entre vie personnelle et professionnelle. Je sais que ces pauses de fin de semaine me permettaient d'être encore plus motivé en revenant au bureau les lundis matins.

5 Analyse du stage

5.1 Ma participation à la recherche

La vie à l'IMB était animée régulièrement de conférences et de work shops laissant aux intervenants l'opportunité de partager leurs découvertes tout en s'entraînant à exposer leurs articles soumis lors des grands événements. Dès le début de mon stage, j'ai pu assister à de nombreuses conférences dans le cadre des journées des probabilités organisées chaque année à l'IMB. Malgré le fait qu'il était très difficile pour moi de comprendre les exposés des grands mathématiciens comme Jean François Le Gall et Marie Thérêt, j'ai chaque jour assisté à leurs exposés avec plaisir et curiosité. La session de questions réponses clôturant chaque prestation montrait que je n'étais jamais le seul à se perdre dans ces démonstrations complexes. Je reste pourtant persuadé que les échanges sont primordiaux dans les professions liées à la recherche. En effet, j'ai pu plusieurs fois participer aux critiques faites après la prestation d'un doctorant, je pense notamment à Marien RENAUD qui, à plusieurs reprises, s'est entraîné à exposer son article devant Gauthier et moi.

Toutefois, il était important de savoir jongler entre conférences et travail personnel. Aussi passionnants soient-ils, les exposés sont chronophages. J'étais très bien conscient que chaque minute passée à écouter un professeur ou un camarade serait du temps qui ne pourrait être investi dans l'avancée de mes travaux. Les journées passant assez rapidement, je voulais avancer sur mon travail. Cette volonté de voir des progrès dans mon travail peut être motivée par plusieurs facteurs. Tout d'abord, le sujet me passionnait profondément et avancer signifiait aussi apprendre de nouvelles choses. Ensuite, j'étais animé par un profond désir de gratification, une envie de prouver à mon tuteur que j'étais capable de comprendre ce que je faisais et de maîtriser les notions complexes que je côtoyais. À mes yeux la réussite de mon premier stage et la qualité de mon travail ne dépendait que de la validation de mon tuteur, il était donc primordial pour moi de lui montrer que je progressais. Pourtant, notre premier rendez-vous et l'intitulé même du stage : « observation » auraient dû me mettre la puce à l'oreille, il était évident qu'en encadrant des stagiaires de première année, les enseignants-chercheurs n'attendent pas de nous autres une réelle contribution à leurs travaux de recherche.

5.2 Les relations professionnelles au sein de l'IMB

Lorsqu'on mange tous les midis avec les mêmes personnes et qu'on passe nos journées ensemble, établir une limite entre relation professionnelle et personnelle ne fait pas sens à mes yeux. Je pense que l'utilisation du tutoiement entre les doctorants a permis

de faciliter les échanges informels et par la même occasion mon intégration au sein du groupe. J'ai tout de même veillé à toujours vouvoyer les enseignants-chercheurs, M. Jérémie BIGOT en particulier, sûrement pour souligner le respect que doit naturellement porter un étudiant à son tuteur.

5.2.1 La relation avec mon tuteur

M. Jérémie BIGOT a toujours été bienveillant et attentionné avec moi, mon premier jour à l'IMB en est un exemple parfait. Dès mon arrivée, il m'a accueilli et a pris le temps de me faire visiter le labyrinthe qui sert de locaux à l'institut, de me présenter toute l'équipe et de me faire découvrir la vie sur le campus de Talence. Ce comportement agréable s'est étendu sur l'ensemble de mon stage, en effet comme je l'ai mentionné plus tôt, il m'a mis très vite à l'aise au point que je n'hésitais pas à lui poser des questions, même si elles n'étaient pas toutes pertinentes, ni de lui faire répéter des explications. Jérémie était à la fois patient et pédagogue. N'étant pas de nature timide, je pouvais évoquer avec lui les idées qui me passaient par la tête et lui partager les questions qui savaient me triturer l'esprit. Le domaine du transport optimal m'étant initialement étranger, il s'efforçait d'illustrer toutes ses explications par des dessins ou des exemples pour faciliter ma compréhension de certains concepts. Je sais que ces attentions ont beaucoup joué dans mon avancée.

5.2.2 Mes relations avec les doctorants

Intégrer une équipe soudée et ouverte est certainement la meilleure chose pouvant arriver au stagiaire sans expérience que j'étais. Comme j'ai pu le mentionner précédemment, manger quotidiennement avec les doctorants aide à forger une relation de confiance, plus que nécessaire pour se livrer et accepter des critiques sur ses articles. Il était clair qu'aucun doctorant ne souhaitait que cette ambiance de confiance ne s'effrite, en effet malgré le prix élevé des repas au Haut-Carré, aucun ne manquait à l'appel chaque midi. Aussi, les after-works et les activités hors de l'IMB montrent bien que la frontière entre relation professionnelle et personnelle est volontairement effacée. La présence de tarifs préférentiels destinés aux doctorants met en lumière la volonté de l'Institut de créer une véritable osmose entre les différents bureaux, bénéfique à l'épanouissement personnel et aux performances professionnelles. Je ne pouvais tout simplement pas me permettre de louper ces moments de partage quotidien et en ai profité de mieux que je le pouvais en discuter avec les doctorants et en découvrant leurs articles en construction. Avoir pu partager mes repas chaque midi m'a permis de m'épanouir au sein de l'IMB et de me sentir en confiance avec mes collègues.

5.3 Les métiers du monde de la recherche

Côtoyer quotidiennement des enseignants-chercheurs et des doctorants m'a permis de découvrir le milieu de la recherche académique et d'en apprendre plus les métiers associés.

5.3.1 L'enseignant-chercheur, le maître de conférences et le professeur

Partageant la majorité de mon temps avec les doctorants ou avec M. Jérémie BIGOT, je n'ai malheureusement pas suffisamment côtoyé les enseignants-chercheurs ou les maîtres de conférences de l'IMB pour pouvoir formuler une analyse personnelle de leur situation. Voilà pourquoi mes connaissances à leur sujet sont naturellement biaisées par le prisme des doctorants et du professeur des universités qu'est mon directeur de stage.

Toutefois il est assez clair que la qualité premières d'un enseignant-chercheur est qu'il doit savoir combiner à la fois l'enseignement à l'Université de Bordeaux et la recherche au sein de l'IMB. Les enseignants-chercheurs sont généralement titulaires d'un doctorat et sont impliqués dans la production d'articles visant à apporter de nouvelles connaissances scientifiques tout en enseignant aux étudiants.

Quant aux maîtres de conférences, ils sont des enseignants-chercheur occupant des postes permanents à l'IMB. Ils enseignent principalement aux étudiants de licence et de master et encadrent parfois des doctorants. Les maîtres de conférences sont également impliqués dans des projets de recherche et la publication d'articles scientifiques – au même titre que les enseignants-chercheurs. Toutefois la charge d'enseignement en parallèle semble être plus importante puisqu'ils doivent préparer leurs supports de cours et leurs travaux pratiques, cette durée de préparation empiète évidemment sur les heures consacrée à ses recherches.

Enfin, un professeur d'université est un poste plus élevé que celui de maître de conférences. Les professeurs d'université semblent être des experts reconnus dans leur domaine et avoir une expérience significative autant en enseignement qu'en recherche. Ils peuvent enseigner aux étudiants de tous les niveaux, licence, master comme doctorat. Je sais que M. Jérémie BIGOT dirige l'équipe Image, Optimisation et Probabilités dans laquelle j'évoluais. Toutefois il semblerait que les professeurs des universités peuvent aussi diriger des laboratoires plutôt que des équipes de recherche.

Je n'ai pas particulièrement ressenti la nécessité de publication vis-à-vis des enseignants-chercheurs, des maîtres de conférences ou des professeurs d'université. Encore une fois, cette impression peut être biaisée par la durée relativement courte de mon stage, le fait que mes discussions avec eux portaient surtout sur les exposés auxquels nous venions d'assister et que la majorité de mes connaissances à leur sujet provient des témoignages des doctorants.

5.3.2 Le doctorant

Ayant évolué essentiellement avec des doctorants, j'ai pu tout au long de mon stage recueillir un grand nombre de témoignages au sujet de cette fonction. Tandis que les enseignants-chercheurs semblent essentiellement rester au sein de l'IMB, les doctorants eux se déplacent assez régulièrement pour présenter leurs articles et plus généralement leur travail. Rien qu'à l'échelle des 3 doctorants qui partageaient leur bureau avec moi, 2 d'entre eux se sont absentés plusieurs jours pendant mon stage pour présenter leurs projets dans d'autres villes. J'ai ainsi le sentiment qu'on attend des doctorants qu'ils soient d'abord très pointus sur le domaine de leur thèse mais aussi qu'ils présentent leurs articles et qu'ils avancent dans leur travail en suivant la direction suggérée par leur directeur de thèse – bien souvent un professeur des universités. Gauthier, un des 3 doctorants dont j'ai parlé plus tôt, illustre parfaitement ce propos puisqu'il s'est absenté pour participer aux Journées de Statistique et suivait avec attention les conseils de M. Jérémie BIGOT et M. Bernard BERCU.

Pouvoir déjeuner avec une dizaine de doctorants chaque jour m'a permis de pouvoir échanger sur leurs parcours, leurs thèses, les sujets de thèses, la manière dont elles sont gérées ainsi que leurs aspirations pour le futur. Ces échanges ont été très enrichissants car ils m'ont permis de mieux comprendre la situation et d'affiner mes aspirations futures. J'en retiens principalement que contrairement à ce que j'ai pu ressentir avec les enseignants-chercheurs, il existe une réelle course à la parution chez les doctorants. Cette obligation à produire peut être une source de stress, car les articles produits doivent être acceptés par un comité avant d'être publiés dans une revue. Les articles proposés peuvent être refusés si le comité estime que les idées ne sont pas assez novatrices. Les différentes revues se différencient d'abord par le genre d'article qu'elles relayent puis par leur difficulté à y être publié.

La difficulté qui m'a le plus marqué dans la situation de doctorant est la gestion de leur temps. En effet, jouir d'une très grande autonomie peut parfois devenir handicapant. Leur manque d'expérience se traduisant par un manque de recul sur leurs travaux peut les pousser à chercher 6 mois dans une direction qui n'a pas d'issue. Au quel cas ils devront reprendre leur thèse, sans publication et en ayant perdu 6 mois. J'imagine qu'enchaîner les erreurs pourrait signer l'arrêt complet de sa thèse. Toutefois il semblerait que l'ensemble des doctorants de l'IMB soient dirigés par un à deux Professeurs des universités et sont guidés à la perfection dans des directions toujours fructueuses. Rien qu'en regardant dans mon bureau, Emeric a publié alors qu'il vient de rejoindre le bureau il y a peu, Errell a déjà publié 2 articles en un an tandis que Gauthier en a publié 3.

5.3.3 Le chercheur en marge de la société

Comme je le soulignais plus tôt, les métiers de la recherche m'ont toujours intrigué de par leur aspect marginal. On peut entendre dire que les chercheurs sont généralement

« dans leur bulle », on pourrait traduire ça par une forme d'isolement que subirait le chercheur. J'ai donc été très attentif pendant ce stage à ce phénomène. Paradoxalement, je n'ai pas du tout ressenti une quelconque forme de mise à l'écart des chercheurs. Certes, ils sont sujets à un isolement intellectuel qui s'explique par le fait qu'ils maîtrisent des connaissances très pointues, qu'ils sont parfois les seuls dans leur unité à avoir. Pourtant, les nombreux séminaires et les journées des probabilités auxquels j'ai pu assister sont une preuve indiscutable du fait qu'ils arrivent à vulgariser leurs connaissances pour pouvoir les partager avec leurs pairs. La présentation de Jean François Le Gall portant sur les mouvements browniens était certes très complexe mais la qualité de son oral a permis aux autres chercheurs de maîtriser suffisamment de connaissances sur son article pour pouvoir lui poser des questions et engager la discussion avec lui.

Plusieurs autres facteurs montrent que les chercheurs ne sont pas exposés à un isolement constant. Premièrement, j'ai pu remarquer que la plupart des articles scientifiques - du moins ceux que j'ai lu pendant mon stage - sont coécrits, ce qui sous-entend un travail d'équipe sur le long terme. Deuxièmement, même si les simples chercheurs ne sont pas exposés, les enseignants-chercheurs sont aussi chargés d'enseigner à des étudiants ce qui permet un peu plus d'effacer ce supposé sentiment d'isolement. Enfin, lors de mes entretiens avec M. Jérémie BIGOT, j'ai pu constater qu'il partageait beaucoup avec ses collègues notamment avec M. Camille MALLE son voisin de bureau - coauteur d'un des articles de Jérémie.

6 Bilan du stage

Si je ne devais retenir qu'une chose des membres de l'IMB, ce serait évidemment leur bonne humeur. En effet, j'ai pu au moins partager un sourire, un bonjour ou une conversation avec chacun des membres de l'Institut. Cette gaieté perpétuelle semble trouver sa source dans la passion que leur procure leur métier. Je suis maintenant persuadé qu'il faut avoir un amour profond pour les mathématiques pour s'épanouir au sein d'un monde comme celui de la recherche. Avec cet amour de leur métier vient une envie continue d'apprendre, de découvrir de nouveaux domaines, et d'entretenir leur curiosité intellectuelle. J'en retiens que pour être enseignant-chercheur, il faut avant tout être passionné par ce que l'on fait, ne pas compter ses heures, aimer transmettre, être curieux.

Ce stage a été très enrichissant à plusieurs niveaux. Tout d'abord, il m'a permis de découvrir un domaine qui m'attirait et suscitait mon intérêt : la recherche académique. Ensuite, j'ai pu mettre en pratique les compétences en programmation et en probabilités développées en première année. Explorer de nouveaux outils sur python et découvrir de nouveaux concepts mathématiques, ont renforcé mon désir d'orienter mon projet professionnel vers ces deux domaines qui me semblent essentiels. Sur le plan technique, ce stage a pleinement répondu à mes attentes. Enfin, il a aussi été très riche humainement : j'ai fait la connaissance de personnes intéressantes, bienveillantes et amusantes. Je me suis vraiment senti intégré au sein de l'équipe.

De surcroît, je n'ai perçu aucune forme de stress lié au travail au sein de l'IMB. Ceci s'explique certainement par les faits énoncés plus haut, les enseignant-chercheur comme les doctorants étant, pour la grande majorité, passionnés par leur métier, le stress ne trouve pas sa place dans un tel environnement. De plus, l'absence de contrainte horaire ou d'emploi du temps imposé, m'a donné un sentiment de liberté, mon travail ressemblait plus à un hobby, une activité qui se suffisait à elle-même. En cela, je pense que cette première expérience professionnelle sera assez différente des suivantes.

Conclusion

Après avoir terminé ces 4 semaines d’immersions au sein de l’IMB, je pense avoir compris et atteint les différents objectifs de ce stage d’ouverture au monde professionnel. En effet, en m’intégrant dans cette belle équipe, j’ai pu découvrir le monde professionnel, ses bénéfices comme ses contraintes. J’ai également su prendre le recul nécessaire pour porter un regard critique et favoriser mon analyse de l’environnement présent au campus de Talence et des relations professionnelles.

J’ai découvert puis apprécié pleinement les métiers liés à la recherche. Avoir pu évoluer aux côtés de doctorants m’a permis de démystifier ce statut et m’a aidé à me projeter sur mon projet professionnel. Même si je ne suis pas encore sûr de vouloir effectuer une thèse après l’ENSAE, ce stage a conforté mon désir de travailler dans les mathématiques appliquées tout en y associant de l’informatique. Je suis donc impatient et motivé pour cette deuxième année à l’ENSAE, notamment avec le choix des cours qui va permettre de progressivement m’orienter vers une voie mathématique et informatique.