

KOMBO Stéphane  
*Stagiaire*



DÉPARTEMENT COMMUNICATIONS, IMAGES  
ET TRAITEMENT DE L'INFORMATION (CITI)

---

## Rapport de stage de 1<sup>ère</sup> année : Programmation d'algorithmes pour le traitement du signal

---

Stage dont l'un des buts est une initiation au milieu de la recherche scientifique.  
La mission effectuée consiste à programmer des algorithmes dans le cadre de travaux de recherche  
en traitement du signal, qui permettront l'étude et l'optimisation de performances.  
Ce travail de stage a nécessité une autoformation au langage de programmation Python Scientifique,  
et a donné lieu à la rédaction de plusieurs documents grâce à LaTeX.

28 juin 2016 - 09 aout 2016

# Table des matières

<b>Remerciements</b>	<b>2</b>
<b>Présentation de la structure</b>	<b>3</b>
La recherche à TELECOM SudParis . . . . .	3
Le département CITI . . . . .	3
Le laboratoire SAMOVAR . . . . .	3
Ma position dans ce cadre . . . . .	4
<b>Récit et analyse de mon stage</b>	<b>5</b>
Contexte et démarrage du stage . . . . .	5
Mon arrivée dans la structure . . . . .	5
Ma mission . . . . .	5
Technologies utilisées pour remplir la mission . . . . .	6
Les rapports humains pendant le stage . . . . .	7
Mes premières rencontres et observations . . . . .	7
Ma relation avec mes tuteurs durant le stage . . . . .	8
<b>Bilan</b>	<b>11</b>
<b>A Structure du laboratoire Samovar</b>	<b>12</b>

# Remerciements

Je tiens à remercier particulièrement Marc CASTELLA, mon tuteur pendant ce stage et surtout mon enseignant en théorie et traitement du signal durant ma première année au sein de l'école : parce qu'il m'a encadré dans les conditions nécessaires au bon déroulement de ma mission, et qu'il m'a fait confiance, malgré les risques qu'impliquaient un stage d'initiation à la recherche, prématuré pour un élève de première année.

Plus important encore, parce qu'il m'a donné goût à cette discipline dans laquelle je place aujourd'hui mes principales ambitions, ainsi que les arguments qu'il me manquait pour m'orienter vers la recherche (bien que ce fût peut-être inconsciemment de sa part).

Je souhaite également remercier Jean-Pierre DELMAS, professeur émérite de l'école ; c'est dans le cadre de ses travaux au sein du laboratoire SAMOVAR, en collaboration avec M. Castella, que j'ai pu obtenir une mission pour cet été. Il a de plus secondé mon tuteur, en me donnant tous les conseils et éléments nécessaires à la réalisation de cette mission.

Enfin, je remercie M. Yohan PETETIN, qui m'a donné de nombreux conseils quant à l'orientation que je suis en train de choisir, et qui a contacté son collègue du département CITI (Communications, Images et Traitement de l'Information), me permettant ainsi d'obtenir le type de stage que je cherchais.

# Présentation de la structure

## La recherche à TELECOM SudParis

La recherche au sein de l'école s'organise autour de deux entités distinctes mais très liées : le département CITI, partie stricte de l'équipe pédagogique de TELECOM SudParis, et le laboratoire SAMOVAR (UMR 5157), unité de recherche rattachée au CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique), organisme public de recherche sous tutelle du Ministère de l'Éducation nationale.

### Le département CITI

La plupart des enseignants de TELECOM SudParis étant des enseignants chercheurs (ECs), l'enseignement et la recherche sont organisés conjointement à l'école, les activités de recherche étant donc rattachées aux enseignants les pratiquant.

Du point de vue de l'enseignement, le département CITI (Communications, Images et Traitement de l'Information) est donc celui qui coordine les domaines Mathématiques et Signal à TELECOM SudParis. Ce département a notamment mis en place la voie d'approfondissement MSA (Modélisations Statistiques et Applications). Une partie des enseignements concernés est directement issue des activités de recherche des membres du département.

Ces activités de recherche s'articulent autour de méthodes de modélisations et traitements du signal et des images. Elles sont divisées en deux groupes (Communications sans fil, Images et Optimisation) et sont institutionnellement rattachées au CNRS par le biais de l'Unité Mixte de Recherche SAMOVAR (UMR 5157). Le département compte 1 Chargée de Gestion, 11 ECs dont 4 Professeurs, 1 Directeur d'Études, 4 Maîtres de Conférences et 2 Chargés d'Enseignements et de Recherche, ainsi que 5 thésards ou doctorants.

### Laboratoire Samovar

L'Unité Mixte de Recherche (UMR) SAMOVAR fait partie du milliers de laboratoires (ou unités de recherche) formant la structure de base du CNRS. Elle est désignée ainsi car elle relève de TELECOM SudParis, organisme extérieur mais associé au CNRS (on oppose donc les UMR aux unités de recherches "propres" au CNRS).

Créée en 2001 au sein de l'école, cette unité est labellisée n° 5157 par le CNRS en 2003 et compte aujourd'hui quatre équipes d'enseignants chercheurs aux problématiques liées aux services et architectures de réseaux de communication. L'acronyme SAMOVAR signifie d'ailleurs : Services réparties, Architectures, MODélisation, Validation, Administration des Réseaux.

L'une des quatre équipes actuelles est l'équipe TIPIIC (Traitement de l'Information Pour Images et Communication) : Elle compte 16 ECs (avec en particuliers 9 membres du département CITI), dont MM. Castella et Delmas. Ce dernier était rattaché au département CITI avant de devenir Professeur Émerite, et a d'ailleurs été directeur de SAMOVAR de 2011 à 2014.

L'organigramme de la structure en avril 2016 est jointe en Annexe A. (Source : ici )

## Ma position dans ce cadre

Initialement, j'ignorais complètement l'existence de SAMOVAR et durant ma recherche de stage, c'est en tant que membre du département CITI que j'ai contacté M. Petetin pour savoir si une initiation à la recherche était possible dans le cadre de l'école. M. Delmas, en collaboration avec M. Castella, avait justement de coté des travaux de recherche qui ont finalement donné lieu à ma mission de stage.

C'est lors d'une entrevue avec M. Delmas que j'ai fini par comprendre que ces travaux s'inscrivaient en fait dans le cadre de SAMOVAR plutôt que dans le département CITI. Il était cependant trop tard pour modifier mon aval et ma convention de stage...

J'ai donc été chargé, sous le tutorat de M. Castella, de contribuer aux travaux de M. Delmas sur *l'optimisation de réseaux d'antenne*, problème s'inscrivant dans l'un des quatre axes de recherches principaux de TIPIC, les traitements statistiques de signaux multisources et multi-capteurs, et plus précisément dans l'analyse de performances statistiques d'algorithmes et les bornes de performances.

Plus précisément, j'ai été chargé d'une mission en deux temps : je devais d'abord, dans un cadre d'hypothèses précisément fixé par M. Delmas, et selon le nombre de capteurs, écrire un algorithme déterminant les positions des capteurs optimisant la réception du signal. Ensuite, pour chaque réseau optimisé, j'ai été chargé de réaliser des simulations numériques afin de comparer le SNR critique associé aux seuils proposés dans la littérature, dans le même cadre mathématique.

Le but de ma mission était, pour M. Delmas, de mesurer, dans une situation donnée, le gain apporté par cette optimisation, et donc son utilité.

# Récit et analyse de mon stage

## Contexte et démarrage du stage

### Mon arrivée dans la structure

N'ayant pas trouvé de stage d'initiation à la recherche avant la fin de l'année scolaire, j'étais présent sur le campus à la fin du mois de juin. Bien que l'on m'ait fortement déconseillé (de manière pertinente) de faire mon stage à Évry ou dans une structure que je connaissais déjà, la nécessité de trouver un stage d'au moins quatre semaines et ma volonté spécifique m'ont progressivement entraîné à me renseigner sur les possibilités de stage au sein de l'école. Compte tenu de mon goût prononcé pour les enseignements des domaines mathématiques et signal, c'est donc naturellement que je me suis tourné vers le département CITI, sans trop savoir à quoi m'attendre.

Je me suis d'abord tourné vers M. Petetin, que j'avais déjà eu en cours et avec lequel j'avais déjà posé des questions pour une éventuelle orientation dans la recherche. Celui-ci a commencé par me mettre en garde : en sortant de première année, on ne connaît que le tronc commun dans ces domaines, et les possibilités se font rares. En mettant en avant la nécessité que j'aurais à me former sur le tas et en me prévenant que je risquais d'être déçu par un tel stage en m'y prenant si tôt, il accepta de réfléchir à un sujet de stage pour moi. Après en avoir parlé à ses collègues du département CITI, il m'a recontacté en me disant que M. Castella avait quelque chose à me proposer.

### Ma mission

La thème de la mission proposée a été **l'optimisation de réseaux d'antennes**. Par respect du caractère privé voir confidentiel des travaux de recherche de M. Delmas auxquels j'ai été associé, j'en donnerai simplement les grandes lignes sans entrer dans le détail mathématiques que m'a exposé M. Castella au début du stage, en l'absence temporaire de M. Delmas.

Le critère de performance choisi dans ce cadre est le SNR (*Signal Noise Ratio*, ou rapport signal à bruit), qu'il faut maximiser selon plusieurs paramètres, dont les principaux sont le nombre d'antennes et les écarts entre la position de chacune d'entre elles avec un modèle de référence fixé. À un nombre d'antennes fixé, chaque réseau est déterminé par la donnée des positions de chaque capteur, ce qui donne un nombre de configurations possibles infini en théorie, et astronomique en pratique. Pour déterminer le réseau optimisant la valeur du SNR associé, la solution était donc relativement simple : écrire un algorithme (avec notamment des boucles) permettant de faire varier les positions des capteurs, calculer dans chaque cas le SNR associé, d'en extraire la valeur optimale, et enfin de retourner les positions des capteurs correspondants, avec une représentation graphique adéquate.

Après avoir réalisé cette procédure, pour chaque réseau optimisé (caractérisé par son nombre de capteurs), la finalité de la mission est de comparer le seuil de SNR associé (SNR critique SNR<sub>c</sub>) avec les valeurs prédites par les travaux antérieurs de M. Delmas. Cette dernière comparaison implique des calculs basés sur un estimateur du maximum de vraisemblance, et donc des simulations de variables aléatoires dont les variables doivent être les plus grandes possibles (infinies dans la théorie mathématique).

## Technologies utilisées pour remplir la mission

Ma mission se révèle théoriquement assez simple, et pourtant cela aura suffi à m'occuper pendant 6 semaines, pour les raisons que je vais exposer dans la suite du rapport. Ayant confiance en ma capacité à résoudre ce problème, M. Castella a décidé de me laisser l'autonomie la plus grande possible pour effectuer la mission.

Il m'a notamment laissé choisir les technologies que j'allais utiliser pour cela. En tentant de ne pas trop entrer dans les détails techniques, il me semble intéressant de vous parler des choix que j'ai été amené à faire, et de leur pertinence :

**Le langage de programmation :** les deux objectifs de mon stage nécessitant des simulations numériques, il fallait que je rédige le dit algorithme dans un langage de programmation disposant des fonctionnalités scientifiques suffisantes. M. Castella m'a laissé le choix entre 2 d'entre eux :

- MATLAB, langage associé au logiciel de calcul scientifique du même nom, conçu pour ce genre de problématiques. Il s'agit probablement de l'outil le plus performant qui aurait pu faire l'affaire, mais le logiciel a le défaut majeur d'être propriétaire et *onéreux*. Il aurait été compliqué de l'installer sur ma propre machine.
- PYTHON, langage de programmation simple, libre et gratuit, et dont les applications sont extrêmement diverses grâce aux différentes bibliothèques spécifiques installables. Dans le cadre du calcul scientifique, l'environnement complet utilisé est communément appelée « PYTHON Scientifique », et se constitue des bibliothèques *numpy*, *scipy*, et *matplotlib* (ainsi que *scipy* dans une moindre mesure).

Il se trouve que je ne connaissais aucun de ces deux langages au début de mon stage (suite à un parcours spécifique, j'ai fais mes années de classe préparatoire avant la réforme, et je n'ai donc pas appris le langage Python avant d'intégrer TELECOM SudParis). J'ai donc fait un choix entre ces deux langages. Je me suis laissé tenter par l'aspect libre et plus large que proposait PYTHON, parce que j'ai estimé que ce serait un savoir que je pourrais dans le futur appliquer dans d'autres contextes que les simulations numériques. Avec du recul sur ces 6 semaines de stage, et ayant de plus commencé le module de Calcul Scientifique MAT 4101 de TSP, comprenant une initiation à MATLAB, je pense pouvoir affirmer que j'aurais mieux traité la mission donnée avec MATLAB. Je ne regrette cependant pas mon choix, vu que je m'en tirerai finalement, à l'issue du module, avec les deux compétences, et quelles ne sont pas si redondantes que cela, vu l'ouverture de PYTHON et la puissance de MATLAB lorsqu'il est utilisé à bon escient.

**L'environnement de développement, l'éditeur éventuel :** M. Castella m'a parlé de sa solution, mais j'ai mis beaucoup de temps à en comprendre la pertinence. N'ayant jamais programmé sérieusement en dehors du projet informatique de première année (et n'appréciant pas vraiment Eclipse), je n'ai pas compris dès le début l'intérêt d'un environnement de développement (IDE) spécifique à chaque langage : je voyais le fait d'apprendre à manipuler un IDE par langage comme une contrainte plutôt que comme une manière de gagner en productivité. Voilà pourquoi j'ai consacré une partie non négligeable (je dirais même excessive *a posteriori*) de mon stage à apprendre à utiliser Vim, un éditeur de texte extrêmement puissant, mais dont l'apprentissage ne se révèle

fructueux que sur le long terme ; il aurait donc été plus productif de choisir un IDE dès le début de mon stage.

J'en ai pris conscience au fur et à mesure que je me formais et que je commençais la mission à proprement parler, et ce n'est qu'au bout de 3 semaines (soit la moitié de mon stage), qu'après avoir testé différents IDE spécifiques à PYTHON, que j'ai choisi d'utiliser Pycharm, un outil très bien conçu par JetBrains.

**LaTeX** : c'est un langage et un système de composition de documents. Il est devenu la méthode privilégiée d'écriture de documents scientifiques pour les documents telles que des rapports, des thèses, ou des livres entiers, en raison de la clarté et de la lisibilité des documents qu'il produit.

M. Castella, ayant appris que je m'y étais initié par le passé, a donc exigé que je rédige les documents que je lui enverrais grâce à LaTeX, et m'a suggéré de rédiger également le rapport que vous lisez actuellement avec.

Toujours par soucis de confidentialité, je ne puis vous joindre ici les dits documents, mais je peux par exemple vous promettre que, passé un petit temps d'adaptation, il est bien plus naturel d'écrire une expression du type :  $L_x(\theta) = a^H(\theta) \left( \frac{1}{K} \sum_{k=1}^K x_k x_k^H \right) a(\theta)$  avec LaTeX plutôt qu'avec un logiciel de traitement de texte comme Word.

**Et enfin, mon plus grand regret sur le plan technique** : je m'en suis rendu compte bien trop tard, mais j'aurais *vraiment* dû utiliser un logiciel de gestion de versions, c'est à dire un outil permettant de conserver la chronologie de toutes les modifications apportés à un ensemble de fichiers, avec la possibilité de « remonter dans le temps » en se déplaçant sur les différentes branches de l'arborescence des modifications. L'utilité d'un tel outil est évidente pour le codeur averti, et à l'issue du projet informatique de première année, il aurait dû être automatique pour moi de penser à l'utilisation d'un tel outil, mais je n'y ai pensé qu'une fois perdu dans mes lignes de code en phase de débogage... Cette erreur m'a fait perdre un temps énorme, que j'estime à plusieurs jours.

## Les rapports humains pendant le stage

### Mes premières rencontres et observations

Mon premier contact au sein du département CITI, après M. Petetin, a donc été avec M. Castella, avec qui j'ai discuté des modalités de ce stage. C'est à ce moment là qu'il m'a expliqué quelle était la mission que l'on me confiait, et qu'on a discuté des choix techniques évoqués dans la sous-section précédente. Une fois cela fait, j'ai dû rencontrer Julie BONNET, Chargée de Gestion du département CITI, afin de régler les questions administratives liées au stage. Suite à cela, M. Castella et moi sommes allés emprunter un ordinateur à la DISI (Direction Informatique & Systèmes d'Information) afin que je puisse effectuer ma mission. Enfin, un bureau réservé aux stagiaires m'a été attribué : j'ai rejoint Hugo GANGLOFF en B204, il était déjà présent en tant que stagiaire sous la tutelle de M. PIECZYNSKI, Directeur du département CITI. Il se trouve que j'avais déjà rencontré cet élève sortant de 2<sup>ème</sup> année, ainsi mon « intégration » s'est déroulé normalement.

Mon accueil s'est donc passé sans la moindre encombre. En écoutant discuter le personnel du département que je rencontrais progressivement dans le couloir du deuxième étage du bâtiment D, j'ai cru faire une première observation : bien qu'entre collègues, ils n'hésitent pas à frapper au bureau les uns des autres en cas de besoin, il m'a semblé que le moyen de communication privilégié des membres du département reste le mail. Mais avec du recul, je ne sais pas si cette



tendance est vraiment propre à ce département ou si le fonctionnement global de l'école suit plus généralement cette tendance...

Lors de mon premier jour de stage, le mardi 28 juin, j'ai mangé au restaurant universitaire avec M. Castella et M. SIMON, Directeur d'Études au département et Adjoint au directeur des formations en charge des programmes Master. Je ne me sentais pas vraiment mal à l'aise, mais je n'ai pas été très bavard. En effet, ces deux collègues discutaient normalement comme ils devaient le faire à chaque repas partagé ensemble, et je ne me suis exprimé qu'une fois, lorsque cela m'a semblé pertinent, au milieu d'une discussion sans polémique dont j'ai d'ailleurs oublié le thème précis, lié de près ou de loin à notre école.

M. Castella m'a expliqué que les membres du département avaient l'habitude de déjeuner ensemble, relativement tôt (aux alentours de 11h), et m'a encouragé à me joindre à eux de temps à autres. Cependant, cela ne s'est pas reproduit, en raison de mes horaires. En effet, nous nous sommes entendus pour que je travaille environ 35h par semaine sur le lieu du stage, mais à répartir comme bon me semblait. J'ai profité de l'autonomie accordée pour travailler à mon rythme, assez décalé je le reconnais : en moyenne, j'étais au bureau de 12h30 à 19h30. J'ai donc souvent préféré déjeuner chez moi avant de commencer ma journée.

Je regrette *a posteriori* de ne pas avoir saisi ces occasions de discuter avec mes collègues temporaires sur le temps du déjeuner, car je pense que cela aurait pu être enrichissant, autant pour moi que pour le détail de l'analyse des relations humaines exigé dans ce rapport. Parce qu'au final, j'ai passé la plus grande partie de mon temps à développer dans mon bureau plutôt qu'avec les membres du département CITI. Mes relations les plus profondes pendant ces 6 semaines de stages ont d'ailleurs finalement été avec les stagiaires de M. Pienczynski (le second, ELI AZERAF, étant arrivé mi-juillet), avec qui j'ai partagé les quelques repas que j'ai passé au restaurant universitaire pendant la durée de ce stage.

## Ma relation avec mes tuteurs durant le stage

J'emploie le pluriel, car mon tuteur officiel, M. Castella, travaillait avec M. Delmas sur ces travaux qui viennent initialement de ce dernier. Et bien que j'ai commencé ce stage en l'absence de M. Delmas, il s'est montré tout aussi disponible pour répondre à mes questions, et s'est autant comporté comme le client attendant les résultats de simulations que comme un second tuteur de stage.

**Avec M. Castella :** La relation tuteur-stagiaire a été, à mon sens, très satisfaisante. Nos bureaux respectifs étant à 2 couloirs de distances, il suffisait que l'un se déplace s'il voulait communiquer avec l'autre.

Il est à noter que j'ai globalement organisé mes 6 semaines de stages en 2 temps : les deux premières semaines ont été consacrées à mon autoformation (utilisant en grande partie les références données par M. Castella), et à la fin de cette deuxième semaine, j'ai commencé à tester mes acquis en commençant progressivement ma mission.

Pendant ma période d'autoformation, j'ai vu en moyenne une à deux fois par jour mon tuteur, afin de le tenir informé de ma formation, dans laquelle j'étais laissé en autonomie. M. Castella était disponible dans son bureau, et j'allais donc le voir dans son bureau à chaque fois que cela me semblait nécessaire. C'est d'ailleurs en suivant mon avancée qu'il m'a progressivement encouragé à ne pas rester trop longtemps dans l'apprentissage abstrait du langage. En effet, commencer ma mission au plus tôt était une meilleure solution pour apprendre *concrètement* les rouages du langage, et surtout rester productif et avancer sur ma mission. Il me semble que le dialogue a toujours été aisé avec lui, et même lorsque l'on commençait à constater mon

retard, c'est avec tact et sans me brusquer que mon tuteur voyait avec moi comment me faire avancer plus efficacement dans ma mission.

M. Castella a d'ailleurs été très compréhensif et m'a laissé très libre les plusieurs fois où j'ai dû m'absenter afin de régler des démarches personnelles importantes. Je suis d'ailleurs sorti de ce stage avec plusieurs conseils importants et pertinents pour mon futur de sa part, et je ressors pleinement satisfait de mes relations avec M. Castella pendant ce stage.

**Avec M. Delmas :** Je regrette que mes rapports avec M. Delmas, qui auraient pû être également très bons, aient été entâchés par un problème de communication que j'ai mal anticipé.

En effet, M. Delmas était absent durant ma première semaine de stage, et a simplement entendu parler de moi par M. Castella, qui l'a informé qu'un stagiaire allait passer 6 semaines à effectuer des simulations pour répondre à l'une des problématiques de leurs travaux communs. Dans ma compréhension des faits, M. Delmas n'a pas compris dès le début que j'étais parfaitement débutant, et que *ces 6 semaines de stages incluaient une période durant laquelle j'étais supposé me former*. Durant cette période, j'ai considéré que M. Delmas attendait simplement mes résultats, et j'ai fait l'erreur de ne pas le tenir au courant de mon avancée sur ce point, M. Castella le suivant déjà.

En fait, j'ai simplement oublié d'expliquer tout cela à M. Delmas, et je n'ai même pas pris la peine de lui expliquer pourquoi il n'avait toujours pas reçu de résultats de ma part. Pendant ce temps, M. Delmas venait régulièrement dans mon bureau pour me donner des précisions sur ma tâche, inquiet de cette absence de résultats apparents. Une éventuelle impatience de sa part aurait donc été légitime, de ce point de vue. En effet, la première partie de ma mission, bien que fastidieuse, restait simple pour un étudiant sachant coder correctement.

Et cette erreur de communication de ma part a fini par irriter M. Delmas, qui m'a lancé un ultimatum le 18 juillet, soit alors que je venais à peine « d'achever » ma période de formation et de me lancer dans la première des deux missions que l'on m'a confié : des résultats devaient tomber avant la fin de cette troisième semaine, ou alors la direction de la formation en serait tenue au courant.

Cet ultimatum a été véhiculé par un mail, dont M. Castella était destinataire en copie ; il a donc fait la médiation, en rappelant à M. Delmas que je venais d'apprendre le langage dans lequel je développais, et en voyant avec moi pourquoi je prenais autant de temps à progresser. Il se trouve qu'en plus d'être fraîchement formé, je m'y prenais très mal dans ma manière d'écrire le code. Je pensais l'algorithme dans sa globalité et je ne voyais pas les étapes de la procédure de manière assez élémentaire. Il m'a recadré, m'a donné des conseils pour redécouper efficacement la tâche, et j'ai finalement repris une progression normale dans ma mission (en tenant compte du débogage, dont la durée peut être aléatoire).

Suite à cet incident, j'ai repris des habitudes plus professionnelles, en envoyant des mails le plus souvent possible à M. Delmas, avec systématiquement M. Castilla en copie, et ce jusqu'au départ en congé de mes deux tuteurs, respectivement une et deux semaines avant la fin de mon stage. J'ai achevé la première mission, mais avec le retard que j'ai pris et les mauvaises habitudes de programmation que j'avais, il se trouve que j'ai, pour la deuxième partie, écrit un algorithme théoriquement fonctionnel mais trop peu performant, qui n'a pas fourni les résultats attendus avant la fin de mon stage (le temps de calcul des simulations numériques impliquées se comptant en *jours*...).

J'ai tout de même envoyé mes résultats incomplets à mes tuteurs, et j'ai attendu le retour de congés de M. Castilla, après la fin de mon stage, pour lui poser mes dernières questions concernant l'optimisation de mon programme.

# Bilan

Globalement, le bilan professionnel de ce stage au sein du département CITI est assez décevant, en raison de la médiocrité de ma contribution et de mon apport aux travaux de recherches de MM. Delmas et Castella. Je suis déçu de n'avoir eu le temps de ne faire correctement et complètement que la première moitié de ma mission, et j'imagine que mes tuteurs auraient préféré les résultats demandés, plutôt que le mode d'emploi pour obtenir ceux-ci.

Pour résumer ma frustration, je ferais le constat suivant : avec du recul, ces 6 semaines de stages étaient amplement suffisantes pour réaliser la tâche qui m'a été confiée, mais au début du projet, je n'en avais pas encore les compétences ; tandis qu'à l'issue de cette période, je me suis formé et je suis capable d'accomplir cette tâche, mais je n'ai plus le temps de la réaliser.

En contrepartie, je pense que d'un point de vue personnel, il m'a été bénéfique, car :

**J'ai eu l'initiation à la recherche que je voulais :** me posant énormément de questions sur ce milieu, j'avais besoin de me rendre compte de ses réalités ; il fallait que je découvre ce monde d'une autre manière que l'idée que j'en avais, c'est-à-dire une utopie me permettant de fuir le monde de l'entreprise classique. Parmi mes prises de conscience les plus importantes, j'ai été notamment marqué par la nécessité de résultats : un chercheur se doit d'avancer dans ses travaux à rythme plus régulier que ce que j'imaginai. Je remercie encore M. Delmas, car c'est la pression qu'il a exercé sur moi qui m'a ouvert les yeux sur cette réalité.

**J'ai appris énormément d'un point de vue technique durant ce stage :** d'une part grâce à cette expérience de programmation (non superflue vue mes lacunes en algorithmique), et d'autre part grâce aux technologies, nouvelles ou pas, que j'ai eu l'occasion de manier et qui me seront effectivement utiles dans l'orientation que je suis en train de choisir.

**Les erreurs que j'ai commis durant ce stage me serviront de leçons dans ma vie future.** Notamment, je n'oublierai plus que dans le monde professionnel, je suis supposé remplir la mission donnée par mon employeur *avant* de m'enrichir moi-même. J'ai commencé ce stage en considérant que j'avais 6 semaines pour accumuler le plus de connaissances possibles, en oubliant qu'on attendait de moi des résultats, et je sais que cela a nuit à ma gestion du temps. De plus, je ne développerai *plus jamais* de projet sérieux sans gestionnaire de versions.

Je pense qu'un tel stage aurait été encore plus rentable et intéressant si j'avais eu plus de compétences techniques, et je dois donner raison aux membres de CITI qui m'ont prévenu que ce stage était prématuré en première année. Il aura tout de même permis de consolider ma volonté de développer mon profil pour me préparer à cette orientation. J'en ressors donc d'autant plus motivé à apprendre le plus possible dans les spécialités et options liées aux mathématiques et au traitement du signal pendant la fin de mon sursus au sein de TELECOM SudParis.



# Annexe A

## Structure du laboratoire Samovar

