



Rapport de stage

9 mai 2006 - 9 juin 2006

Stage effectué à l'IRIT

2, rue Camichel - B.P. 7122

31071 Toulouse-Cedex

<http://www.irit.fr>



Clément GRIMAL

CPP 2005-2006



Table des matières

Résumé et Abstract	3
Remerciements	4
Introduction	4
I Le laboratoire	5
1 Présentation	6
1.1 Organigramme et structure	6
1.2 Les chiffres	7
2 Activités	8
II Mes activités	10
3 Le Problème du voyageur de commerce	11
3.1 Présentation	11
3.1.1 Historique	12
3.1.2 Complexité du problème	12
3.2 Familles d'algorithmes	13
3.3 Résolution	13
3.3.1 La méthode de séparation et évaluation	13
3.3.2 La méthode du glouton	14
3.3.3 La méthode du recuit-simulé	14
3.3.4 Les algorithmes génétiques	14
3.3.5 La méthode du " <i>2-opt amélioré</i> "	15
3.4 Bilan	15
3.4.1 Analyse sur un exemple	15
3.4.2 Le défi des 250 villes	16
3.5 Intérêt et applications	16

4	La rédaction de documents avec L^AT_EX	17
III	Observations	18
5	Mon poste de travail	19
5.1	Le système d'exploitation	19
5.2	Le matériel	20
5.3	Mes commentaires	20
6	Ambiance physique, Sécurité	21
6.1	La température	21
6.2	La sécurité	21
7	Temps de travail	22
8	Le personnel	23
	Conclusion	24
A	Exemple de la méthode du "2-opt amélioré"	26
B	Le défi des 250 villes	29

Maître de stage :

Philippe MARTHON
ENSEEIH-IRIT/LIMA
2, rue Camichel - B.P. 7122 - F-31071 Toulouse-Cedex
05 61 58 83 53 - Philippe.Marthon@enseeiht.fr

Résumé

Au cours de mon stage à l'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT), il m'a été offert de travailler sur un problème d'*optimisation combinatoire* bien connu en mathématiques, et plus particulièrement en *recherche opérationnelle*, le Problème du Voyageur de Commerce (PVC). J'ai donc réalisé des recherches sur le PVC qui m'ont permis de programmer certains *algorithmes* à l'aide de *Matlab*. Grâce à ces algorithmes, j'ai pu trouver des solutions approchées au problème, en effet, les solutions exactes ne sont pas accessibles à cause d'un problème d'explosion combinatoire. De plus, j'ai rédigé mon rapport de stage ainsi que mon résumé à l'aide d'un logiciel qui utilise le système logiciel de composition de documents *L^AT_EX*, nouveau pour moi, mais utilisé pour la majorité des publications scientifiques.

Mots-clés optimisation combinatoire, recherche opérationnelle, algorithmes, MatLab, *L^AT_EX*

Abstract

During my apprenticeship at the Research Institute in Data Processing of Toulouse (IRIT), I had worked on a *combinatorial optimization* problem well-known in mathematics, especially in *operations research*, the travelling salesman problem (TSP).

First, I made research on the TSP before programming some of *algorithms* with *MatLab*. Thanks to these algorithms, I could find approximated solutions, indeed, exact solutions are not accessible because of a combinatorial explosion problem.

Moreover, I wrote my apprenticeship report and my abstract with a document preparation system, *L^AT_EX* which was new for me, but used for the great majority of scientific publications.

Key-words combinatorial optimization, operations research, algorithms, MatLab, *L^AT_EX*

Remerciements

Je tiens à remercier mon maître de stage qui m'a guidé tout au long de mon stage, M. Philippe MARTHON ; le directeur du CPP de Toulouse qui m'a aidé à trouver ce stage, M. Pierre SPITERI ; les deux doctorants avec qui j'ai partagé le bureau et qui m'ont souvent secouru, M. Pierre MARTINON et M. Romain DUJOL ; et la secrétaire de l'ENSEEIH-IRIT qui m'a fourni des renseignements sur le fonctionnement du site, M^{me} Josiane GAMBINO. De plus, je voudrais tout particulièrement remercier le personnel du DONER-KEBAB de la rue d'Aubuisson qui m'a bien souvent accueilli pendant ma pause de midi.

Introduction

Du mardi 9 mai au vendredi 9 juin, j'ai effectué mon stage à l'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT) et plus particulièrement sur le site de l'ENSEEIH. Le laboratoire se trouve au cœur de la ville puisqu'il est situé rue d'Aubuisson à Toulouse, à deux pas de la place S^t Aubin, et à environ 10 minutes à pied de la gare Matabiau.

Après une brève présentation des locaux et du personnel du laboratoire, M. Philippe MARTHON, mon maître de stage, m'a présenté le problème sur lequel il voulait que je travaille pendant la durée de mon stage, un problème mathématique que l'on peut traiter avec l'aide de l'informatique : le problème du voyageur de commerce.

Pour ce faire, il m'a accompagné dans le bureau que j'allais occuper par la suite, et m'a expliqué le fonctionnement de ma station de travail avant de me présenter les différents moyens mis à ma disposition (internet, etc.). De plus, au moment de commencer la rédaction de mon rapport de stage, il m'a proposé de le rédiger à l'aide d'un logiciel utilisant le langage \LaTeX , utilisé pour la grande majorité des publications scientifiques, mais complètement différent des logiciels de traitement de texte habituels.

La première partie de ce rapport sera consacrée à la présentation générale de l'IRIT ; puis la seconde partie traitera de mes activités pendant le stage et donc du problème du voyageur de commerce ainsi que de l'utilisation du langage \LaTeX ; et finalement, la troisième partie sera essentiellement constituée de mes observations sur le laboratoire et sur mes conditions de stage.

Première partie

Le laboratoire

Chapitre 1

Présentation

Cette partie a été rédigée avec l'aide du site de l'IRIT [1].

L'Institut de Recherche en Informatique de Toulouse (IRIT) est une *Unité Mixte de Recherche (UMR)* commune au Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), l'Institut National Polytechnique de Toulouse (INPT), l'Université Paul Sabatier (UPS) et l'Université des Sciences Sociales Toulouse 1 (UT1).

L'IRIT a été créé en 1990 et il représente l'un des plus forts potentiels de recherche en informatique en France.

Les thèmes scientifiques couverts sont très divers ce qui permet à l'institut de constituer un important foyer de *multidisciplinarité* et de *complémentarité*, d'élaborer des projets ambitieux et de répondre à la forte demande du monde socio-économique.

Durant ces quatre dernières années, le laboratoire s'est beaucoup transformé, en effet, les effectifs ont augmenté de façon importante, de nouveaux locaux ont été construits et les équipes ont été restructurées.

1.1 Organigramme et structure

La direction

Luis Fariñas del Cerro, Directeur

Claude Chrisment, Directeur Adjoint

Michel Daydé, Directeur Adjoint

Catherine Blanc, Secrétaire de la direction

Le conseil de laboratoire a pour objectif d'*administrer le laboratoire*. Ces membres sont nommés par le directeur.

Le conseil scientifique a pour objectif de diriger la *politique scientifique* du laboratoire.

Le comité d'évaluation a pour objectif d'*évaluer le travail scientifique* du laboratoire tous les 4 ans. Ce comité délivre ensuite certaines recommandations afin d'améliorer l'efficacité du laboratoire.

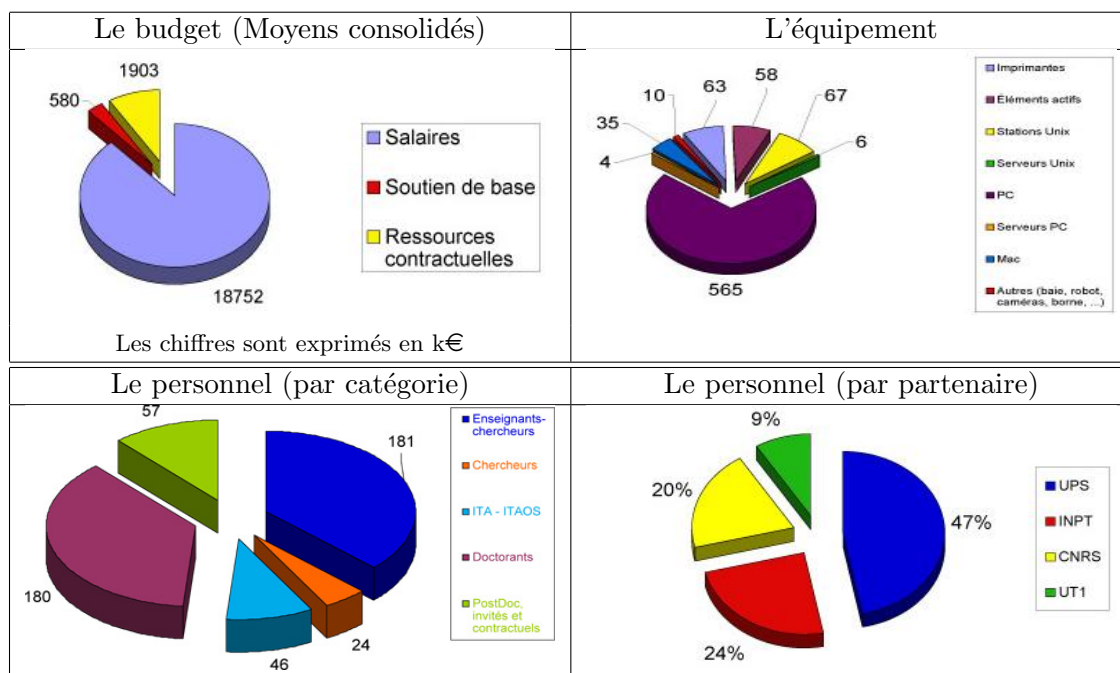
Le Centre de Ressources Informatiques (CRI) soutient et appuie les travaux de recherche de l'Institut. Il a pour missions de *gérer l'infrastructure informatique* et de participer, en collaboration avec les chercheurs, aux projets de recherche de l'Institut. Il est structuré en 3 entités :

Le service informatique est responsable de l'exploitation des moyens généraux et de la définition de la politique d'équipement,

La cellule "Développement et Recherche" regroupe l'ensemble des Ingénieurs et Techniciens (IT) qui participent aux activités de recherche de l'IRIT en collaboration avec les chercheurs de l'Institut,

Le groupe "Système d'informations" travaille sur les bases de données, le site Web de l'IRIT et la borne interactive.


1.2 Les chiffres




Chapitre 2

Activités

L'IRIT est organisé autour des 7 thèmes suivants, auxquels sont rattachées 25 équipes :

 **Thème 1 :** Analyse et synthèse de l'information.

Ce thème a pour préoccupation la modélisation, la simulation et l'automatisation des processus d'analyse et de synthèse des média image, son et vidéo ainsi que du signal numérique.

 **Thème 2 :** Indexation et recherche d'informations.

Ce thème s'intéresse aux aspects relevant de l'indexation, de la modélisation et de la recherche d'information, tant en terme de formulation de requêtes, que d'optimisation, en particulier dans le cadre de la mobilité.

 **Thème 3 :** Interaction, autonomie, dialogue et coopération.

Les recherches au sein du thème 3 portent sur la modélisation et la conception de systèmes dans lesquels l'interaction, le dialogue et la coopération entre agents sont prépondérants, que ces agents soient de nature différente (humain/artificiel) ou de même nature.

 **Thème 4 :** Raisonnement et décision.


Ce thème a pour préoccupation la modélisation et l'automatisation de processus de raisonnement et de prise de décision, dans une perspective d'aide à l'utilisateur.

 **Thème 5 :** Modélisation, algorithmes et calcul haute performance.

Les activités de recherche de ce thème portent sur l'algèbre linéaire numérique creuse, le calcul sur grille, l'optimisation, le contrôle optimal et les algorithmes parallèles asynchrones.

 **Thème 6 :** Architecture, systèmes et réseaux.

Ce thème traite des domaines traditionnels de l'informatique tels que l'architecture des calculateurs, leur mise en œuvre dans des applications en temps contraint, leur exploitation à travers des réseaux.

 **Thème 7 :** Sûreté de développement du logiciel.

Les recherches de ce thème visent à réduire les coûts et les délais de validation de logiciels critiques, par l'utilisation de méthodes formelles.

De plus, il existe au sein du laboratoire une forte volonté de développer des *projets transversaux* qui permettent de réunir des équipes ayant des compétences scientifiques diverses.

Deuxième partie

Mes activités

Chapitre 3

Le Problème du voyageur de commerce

3.1 Présentation

Le Problème du Voyageur de Commerce (PVC) est un problème classique en optimisation qui a intéressé les mathématiciens dès le 19^{ème} siècle.

Énoncé Un voyageur de commerce doit visiter n villes données en passant par chaque ville exactement une fois. Il commence par une ville quelconque et termine en retournant à la ville de départ. Les distances entre les villes sont connues. Quel chemin faut-il choisir afin de minimiser la distance parcourue ? La notion de distance peut-être remplacée par d'autres notions comme le temps qu'il met ou l'argent qu'il dépense : dans tous les cas, on parle de coût.

Sa complexité n'a pas facilité son étude et si l'on analyse tous les parcours possibles, pour n villes, le nombre de possibilités est de $(n-1)!$. Pour 6 villes nous avons 120 possibilités, pour 10 villes plus de 362 000 et pour 60 villes plus de 10^{80} soit le nombre d'atomes estimé dans l'univers.

Ceci peut expliquer pourquoi le problème n'a pas été étudié sérieusement avant l'arrivée des ordinateurs dans les universités, mais, depuis 1954 de nombreux chercheurs l'ont traité.

Pour ma part, n'ayant que la durée de mon stage pour découvrir le problème, mon objectif n'a pas été de trouver moi même des solutions efficaces pour le résoudre mais plutôt de faire un tour d'horizon des algorithmes existants, et d'en implémenter certains avec Matlab.

3.1.1 Historique

19^{ième} siècle Les premières approches mathématiques exposées pour le PVC ont été traitées au 19^{ième} siècle par les mathématiciens Sir William Rowan Hamilton et Thomas Penyngton Kirkman. Hamilton en a fait un jeu : Hamilton's Icosian game. Les joueurs devaient réaliser une tournée passant par 20 points en utilisant uniquement les connections prédéfinies.

Années 1930 Le PVC est traité plus en profondeur par Karl Menger à Harvard. Il est ensuite développé à Princeton par les mathématiciens Hassler Whitney et Merrill Flood.

1954 Solution du PVC pour 49 villes par Dantzig, Fulkerson et Johnson par la méthode du *cutting – plane* [3] .

1975 Solution pour 100 villes par Camerini, Fratta et Maffioli.

1987 Solution pour 532, puis 2392 villes par Padberg et Rinaldi.

1998 Solution pour les 13 509 villes des Etats-Unis.

2001 Solution pour les 15 112 villes d'Allemagne par Applegate, Bixby, Chvtal et Cook des universités de Rice et Princeton.

3.1.2 Complexité du problème

Ce problème est un représentant de la classe des problèmes NP-complets. L'existence d'un algorithme de complexité polynomiale reste inconnue. En supposant que le temps pour évaluer un trajet est de $1\mu s$, le tableau montre l'explosion combinatoire du PVC.

Nombre de villes	Nombre de possibilités	Temps de calcul
5	12	12 μs
10	181 440	0,18 ms
15	43 milliards	12 heures
20	$60 \cdot 10^{15}$	1 928 ans
25	$310 \cdot 10^{21}$	9,8 milliards d'années

De plus, le PVC est un problème *multimodal*¹, c'est à dire qu'un minimum local n'est pas forcément un minimum global. Cette propriété justifie l'intérêt d'algorithme qui accepte des transformations n'améliorant pas forcément la longueur du trajet immédiatement comme l'algorithme de *recuit-simulé*².

¹cf. figure 3.1.2, page 13

²cf. section 3.3.3, page 14

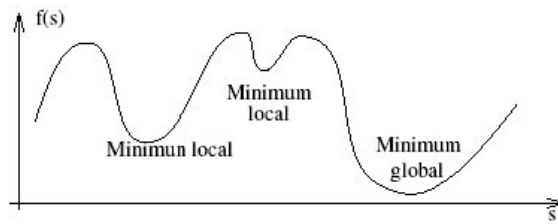


FIG. 3.1 – Illustration d’un problème multimodal [4]

3.2 Familles d’algorithmes

Il existe deux familles d’algorithmes permettant de résoudre le PVC :

- Les algorithmes déterministes qui trouvent la solution optimale
- Les algorithmes d’approximation qui fournissent une solution proche de la solution optimale

Les algorithmes déterministes permettent de trouver la solution optimale, mais leur complexité est de l’ordre du factoriel. Ces algorithmes complexes ont un code de l’ordre de 10 000 lignes. De plus, ils sont très gourmands en puissance de calcul. Par exemple, il a fallu 27 heures à un puissant super-calculateur pour trouver la solution optimale pour 2392 villes.

Les algorithmes d’approximation permettent de trouver une solution dont la longueur est proche de celle de la solution optimale. Ils ont l’avantage de permettre, en un temps raisonnable, de trouver une solution. De ce fait, ils ne sont à utiliser que dans les cas où une solution approchée est acceptable.

3.3 Résolution

3.3.1 La méthode de séparation et évaluation ³

Cette méthode est une *méthode exacte* mais contrairement à une méthode de recherche exhaustive, elle n’énumère pas l’ensemble des solutions car elle évite des ensembles de solutions trop mauvaises. Cette méthode a permis de trouver la solution exacte à un problème à 13 509 villes.

J’ai essayé de programmer cette méthode mais j’ai manqué de temps pour y parvenir car elle s’est avérée difficile à implémenter.

³ *angl.* Branch and Bound

3.3.2 La méthode du glouton

La méthode du glouton est probablement la plus ancienne, elle consiste à se déplacer systématiquement vers la ville la plus proche qui n'a pas encore été visitée. Elle permet rarement d'obtenir la solution optimale mais peut permettre de trouver un premier parcours de longueur acceptable. Le trajet dépendant du point initial, on peut améliorer la technique en effectuant tous les essais à partir des différents points et choisir le meilleur.

J'ai réussi à implémenter cet algorithme sur Matlab, ce qui a été mon point de départ.

3.3.3 La méthode du recuit-simulé

Le *recuit* est une technique utilisée en métallurgie qui consiste à faire fondre plusieurs fois un métal puis à le laisser lentement refroidir pour en améliorer les qualités mécaniques.

La fonction objectif que l'on cherche à minimiser dans tout algorithme de résolution du PVC est la longueur du trajet. L'avantage de cette méthode est qu'elle accepte (avec une certaine probabilité) une augmentation de cette fonction objectif. Cependant, un paramètre de contrôle (classiquement la température) rend de moins en moins probable une transformation désavantageuse.

J'ai réussi à implémenter cet algorithme sur Matlab et j'ai trouvé le principe très intéressant et les résultats que j'ai obtenus étaient meilleurs que ceux de l'algorithme glouton.

3.3.4 Les algorithmes génétiques

Les algorithmes génétiques sont des algorithmes d'optimisation s'appuyant sur des techniques dérivées de la génétique et des mécanismes d'évolution de la nature : croisements, mutations, sélections, etc... Ils appartiennent à la classe des algorithmes évolutionnaires.

Lorsque l'on utilise un algorithme génétique, contrairement aux méthodes précédentes, on ne travaille pas avec un seul trajet mais avec une *population* de trajets que l'on fait évoluer en *croisant* les meilleurs entre-eux et en les faisant *muter* de façon aléatoire.

Ces algorithmes me paraissant les plus compliqués à implémenter, j'ai voulu attendre d'avoir réussi à programmer les autres avant d'essayer. Finalement, je n'ai pas eu le temps de commencer une implémentation Matlab

mais j'aurais tout de même compris le principe de ces algorithmes.

3.3.5 La méthode du "2-opt amélioré"

C'est la solution que j'ai choisi de programmer pour améliorer le parcours obtenu grâce à l'algorithme glouton, elle est largement inspirée d'un algorithme vu sur internet utilisant la transformation du 2-opt [2].

Les explications de cette méthode seront illustrées, en annexe, avec un exemple à 30 villes.

Algorithme glouton⁴ J'ai donc utilisé cet algorithme en premier lieu afin d'obtenir un premier trajet.

Décroisement J'ai ensuite utilisé un algorithme qui permet de décroiser le premier chemin après avoir remarqué que le trajet optimal n'est jamais croisé.

Insertion Enfin, j'ai utilisé un algorithme permettant d'insérer un point dans un segment plutôt que dans un autre dans le but de réduire la longueur totale du trajet.

Flip Afin de ne pas rester bloqué dans un minimum local⁵, j'ai utilisé une fonction qui choisissait aléatoirement deux villes et qui inversait leurs positions. Après cette opération, il ne faut pas oublier de répéter les étapes de *Décroisement* et d'*Insertion*.

3.4 Bilan

3.4.1 Analyse sur un exemple

Dans cette partie, nous traiterons le même exemple que dans la section 3.3.5 (page 15) avec la méthode du "2-opt amélioré" afin d'observer le gain pour chaque étape.

Etape de la méthode	Temps de calcul	Longueur	Pourcentage gagné
Algorithme glouton	<1s	4.8692	\
Algorithme de décroisement	<1s	4.4033	9%
Algorithme d'insertion	<1s	4.2971	2%
Record obtenu	\	4.2489	1%
Algorithme glouton	<1s	4.8692	\
Algorithme glouton amélioré	2s	4.3332	11%

On remarque que, pour un exemple de seulement 30 villes, les temps de cal-

⁵voir section 3.1.2, page 12

cul sont très courts, cependant j'ai pu constater que ces durées augmente de façon importante avec le nombre de villes.

De plus, grâce à la colonne faisant apparaître le pourcentage de longueur gagnée entre deux étapes, on peut voir que plus on améliore le parcours, plus il est difficile de continuer à l'améliorer.

3.4.2 Le défi des 250 villes

Lors de mes recherches sur internet, j'ai découvert qu'il existait un défi, le défi des 250 villes, qui proposait de résoudre le PVC pour 250 villes. J'ai donc téléchargé le fichier donnant la position des 250 villes et j'ai ensuite utilisé la méthode du "*2-opt amélioré*". Finalement, j'ai comparé le meilleur résultat que j'ai obtenu, soit 11.9926 ⁶, avec le classement disponible sur internet. Ainsi j'ai pu constater que si je m'inscrivais sur ce site [5], je serai classé 10^{ième} sachant que le premier du classement est à 11.8093 ⁷.

3.5 Intérêt et applications

Le PVC fournit un exemple d'étude d'un problème NP-complet dont les méthodes de résolution peuvent s'appliquer à d'autres problèmes de mathématiques discrètes. De plus, voici une liste non-exhaustive d'applications du PVC :

- bus de ramassage scolaire
- conception de circuit électronique
- optimisation de parcours en robotique
- passage de train sur une voie [6]
- atterrissage d'avions [6]
- processus de fabrication en industrie chimique [6]
- production de cartes génétiques [7]

⁶cf. annexe B, page 29

⁷cf. annexe B, page 30

Chapitre 4

La rédaction de documents avec L^AT_EX

Introduction de *commentcamarche.net* [8] : L^AT_EX est un langage permettant de créer des documents écrits (rapports, comptes-rendus, livres, lettres) de haute qualité. En effet, même si sa mise en place peut sembler rebutante au début, L^AT_EX permet d'obtenir un meilleur rendu final (en terme de mise en page) qu'avec les traitements de texte classiques. Cela est lié au principe de L^AT_EX : l'utilisateur n'édite pas directement le document final (à la manière de Microsoft Word par exemple), mais il crée un fichier source qui sera compilé. Ainsi, il peut avoir un contrôle total et rigoureux sur la mise en page.

L^AT_EX se base principalement sur les travaux de deux chercheurs. Tout d'abord Donald E. Knuth a créé le langage T_EX en 1978, qui selon ses propres termes, avait pour but de palier aux difficultés d'édition des livres de l'époque. Par la suite, Leslie Lamport et d'autres chercheurs ont décidé d'assouplir T_EX, en définissant de nouvelles commandes, plus simples que celles de TeX, à l'aide de macros (enchaînement de commandes). Le résultat (en 1982) est L^AT_EX sorte de méta-langage (langage "dirigeant" un autre langage) sur T_EX.

Mes commentaires sur L^AT_EX : Comme la plupart des gens, j'avais l'habitude de rédiger mes documents avec des traitements de texte classiques, dit WYSIWYG (What You See Is What You Get) mais lorsque mon maître de stage m'a proposé d'utiliser L^AT_EX après me l'avoir présenté, j'ai immédiatement eu envie de relever le défi, et je ne regrette pas car je suis persuadé que j'aurais l'occasion de m'en servir pendant ma scolarité et même plus tard. Ce que j'ai le plus apprécié avec L^AT_EX est que c'est lui qui gère la mise en page. Je n'ai donc pas perdu de temps à savoir si j'allais mettre les titres des chapitres en 14pt ou en 16pt...

Troisième partie

Observations

Chapitre 5

Mon poste de travail

Pendant la durée de mon stage, j'ai travaillé dans un bureau où il y avait 3 stations de travail. Deux étaient occupées par des doctorants et la troisième était celle d'un ancien doctorant qui venait de passer sa thèse avec M. SPITERI.

De plus, le premier jour, la secrétaire Josiane GAMBINO m'a remis mon *login* et mon *mot de passe* afin que je puisse ouvrir ma session sur mon ordinateur.

5.1 Le système d'exploitation

Le système d'exploitation installé sur mon ordinateur n'était pas *Windows* mais un système UNIX¹, *Linux*. En effet, Linux possède plusieurs avantages :

- Linux est un système ouvert², c'est à dire que son code source peut être modifié, ce que les informaticiens préfèrent.
- Le CRI³ estime que les systèmes UNIX sont plus faciles à administrer.

Bien que je sois encore loin de savoir exécuter des tâches complexes sous Linux, ce stage m'aura permis d'avoir une première approche de cet environnement que j'aurai sûrement l'occasion d'utiliser dans mes études et peut-être même dans mon métier.

¹ *Wikipédia* [9] : UNIX est le nom d'un système d'exploitation créé en 1969, à usage principalement professionnel, conceptuellement ouvert [...] Il a donné naissance à une famille de systèmes, dont les plus populaires en 2005 sont GNU/Linux et Mac OS X.

² *angl.* Open source

³ voir section 1.1, page 7

5.2 Le matériel

Concernant l'achat des ordinateurs, il faut savoir que le laboratoire est soumis aux marchés, en effet, il a des fournisseurs attitrés qui ont été choisis à la suite d'un appel d'offre. Quant au renouvellement des stations de travail, les ordinateurs sont remplacés seulement s'ils sont en panne, ou si leurs caractéristiques ne permettent plus de répondre aux attentes de leurs utilisateurs, ou bien, il arrive que pour un projet spécifique, il soit nécessaire d'investir dans du nouveau matériel.

De plus, les claviers étaient des claviers QWERTY, plutôt utilisés dans les pays anglophones⁴, ce qui m'a un peu dérouté au départ. Néanmoins, ces claviers se sont avérés beaucoup plus ergonomiques quand il s'agissait d'utiliser la console de Linux ou de rédiger des documents avec \LaTeX . Ceci à cause de la disposition des caractères $\{ \}$, très utilisés avec \LaTeX et plus facilement accessibles que sur un clavier AZERTY.

La maintenance des stations de travail et du réseaux est assurée par le service informatique du CRI⁵.

5.3 Mes commentaires

Pour ce qui est de l'utilisation d'internet ou de Matlab, le fait d'être sous Linux ne change pas grand chose, en revanche, l'utilisation de \LaTeX est bien plus facile sous Linux. En effet, j'ai essayé d'installer sur mon ordinateur personnel un logiciel utilisant le langage \LaTeX , qui me permettrait de travailler mon rapport chez moi et cela a été très difficile. Finalement, j'ai réussi à installer un logiciel mais celui-ci est bien moins performant que celui que j'ai utilisé au laboratoire.

Par ailleurs, l'écran de mon ordinateur était un écran à dalle plate de 19" de diagonale ce qui n'était pas négligeable sachant que je passais la quasi-totalité de mon temps à travailler sur l'ordinateur. Je n'ai donc pas particulièrement ressenti de fatigue visuelle même s'il était parfois difficile de se concentrer en fin de journée.

⁴en France, on a l'habitude de travailler avec des claviers AZERTY.

⁵voir section 1.1, page 7

Chapitre 6

Ambiance physique, Sécurité

6.1 La température

A l'étage où je me trouvais, et tout particulièrement dans mon bureau, la température montait vite les jours de beau temps. Ce problème ne semblait pas nouveau car à la demande des doctorants qui travaillaient dans le même bureau que moi, une climatisation avait même été installée, malheureusement, cette climatisation était en panne et n'a été réparée que durant la 4^{ème} semaine de mon stage.

6.2 La sécurité

Lors de mon arrivée, Josiane GAMBINO m'a remis tout ce dont j'avais besoin pour accéder à mon bureau :

Un badge pour ouvrir le portail d'entrée,

Le code qui ouvre toutes les portes menant aux étages,

La clé de mon bureau.

Grâce à ce dispositif, il était très difficile à quelqu'un d'étranger au laboratoire d'entrer, il était très important de refermer le bureau à chaque fois qu'on le quittait, même pour un très court instant, afin d'éviter un quelconque vol.

Chapitre 7

Temps de travail

Les horaires de travail du laboratoire était plutôt souples ce qui me permettait de les adapter en fonction de mon travail. En effet, la gare Matabiau n'étant qu'à 10 minutes à pied de l'IRIT, j'ai utilisé le train comme moyen de transport pendant la durée du stage, cela avait plusieurs avantages :

- la durée du voyage : 10 minutes de train et 10 minutes de marche,
- pas de problème pour trouver une place pour se garer,
- un coût faible,
- la possibilité de se reposer pendant le voyage.

Ainsi je commençais la journée, soit à 8h30, soit à 10h, et je la finissais, soit à 17h15, soit à 18h.

Quant à la pause du midi, je la prenais généralement entre 12h30 et 13h45.

Chapitre 8

Le personnel

J'ai demandé à Josiane GAMBINO la liste du personnel de l'ENSEEIH-IRIT, d'où j'ai tiré quelques chiffres significatifs.

Catégorie	Nombre	Pourcentage
Doctorants	44	34%
Maître de conférences	41	32%
Professeurs	22	17%
Ingénieurs	7	5%
ATER ^a	5	4%
PAST ^b	4	3%
Secrétaires	3	<3%
Post-doctorants	2	<3%
TOTAL	128	

^aAttaché Temporaire d'Enseignement et de Recherche

^bProfesseur ASSocié à Temps partiel

De plus, il faut savoir qu'il n'y a que 18 femmes pour 110 hommes, ce qui ne représente que 14% du personnel. On remarque donc que la parité est loin d'être atteinte.

Conclusion

Ce stage aura été très enrichissant, autant sur le plan scientifique, que social et personnel. En effet, j'ai pu découvrir un monde qui m'était jusqu'alors inconnu, le monde de la recherche.

De plus, j'ai énormément apprécié de découvrir l'environnement Linux totalement nouveau pour moi. Comme cet environnement est le plus utilisé dans le milieu de l'informatique et du calcul numérique, je suis persuadé que j'aurais l'occasion d'en apprendre d'avantage si, comme je le souhaite, j'intègre à la rentrée prochaine, le département Informatique et Mathématiques Appliquées de l'ENSEEIH.

D'une manière générale, non seulement tout ce que j'ai pu apprendre ou découvrir durant mon stage m'a intéressé, mais cela m'a également donné un aperçu de ce qui m'attendait dans mes études et plus tard, quand je serai dans la vie active. En effet, ces cinq semaines m'ont permis de découvrir le monde de l'entreprise, qui ne diffère, à mon avis, que très peu de celui de la recherche.

Bibliographie

- [1] <http://www.irit.fr>
- [2] *français*, <http://www.crdp.ac-grenoble.fr/imel/index.htm>
- [3] T. Christof and G. Reinelt, (1995) "Parallel cutting plane generation for the TSP in Parallel Programming and Applications" (P. Fritzon, L. Finmo, eds.) IOS Press, 163-169.
- [4] http://www.lim.univ-mrs.fr/~vancan/mait/documents/cours4_8.pdf
- [5] http://labo.algo.free.fr/defi250/defi_des_250_villes.html
- [6] <http://www.claire-language.com/files/whitepaper/thesis fla.pdf>
- [7] <http://www.inra.fr/bia/T/degivry/Givry03c.pdf>
- [8] <http://www.commentcamarche.net/latex/latex-intro.php3>
- [9] <http://fr.wikipedia.org/wiki/UNIX>

Annexe A

Exemple de la méthode du "2-opt amélioré" avec 30 villes

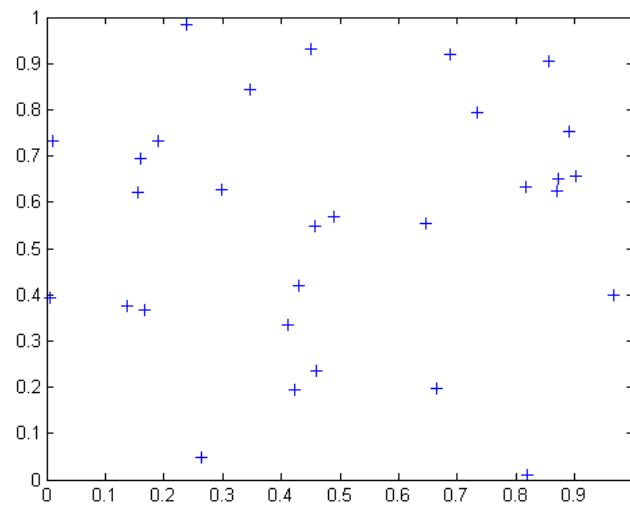


FIG. A.1 – Problème avec 30 villes

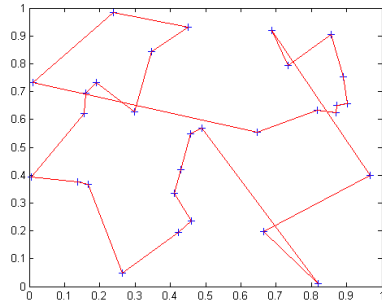


FIG. A.2 – Chemin avec un algorithme glouton

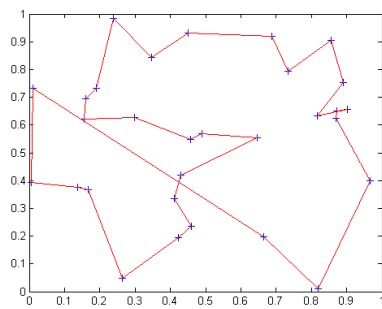


FIG. A.3 – Chemin avec le meilleur algorithme glouton

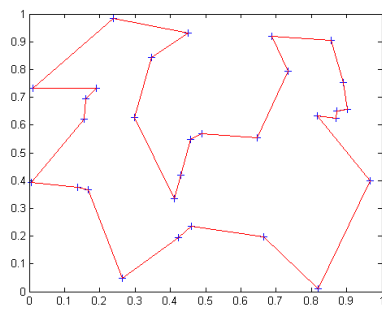


FIG. A.4 – Chemin décroisé

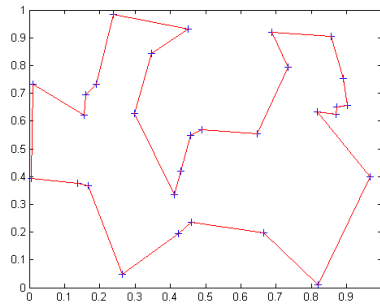


FIG. A.5 – Chemin après insertion

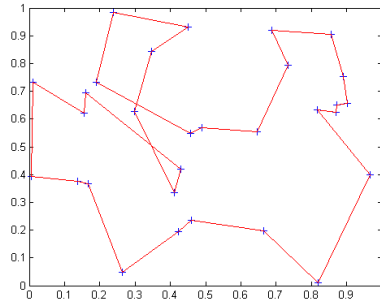


FIG. A.6 – Exemple de flip

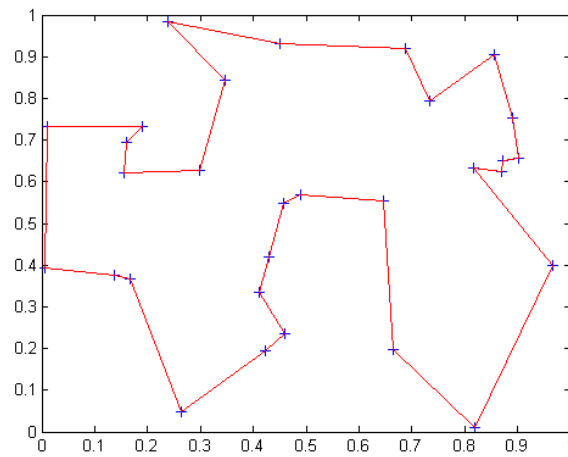


FIG. A.7 – Meilleur chemin trouvé avec la méthode de "2-opt amélioré"

Annexe B

Le défi des 250 villes

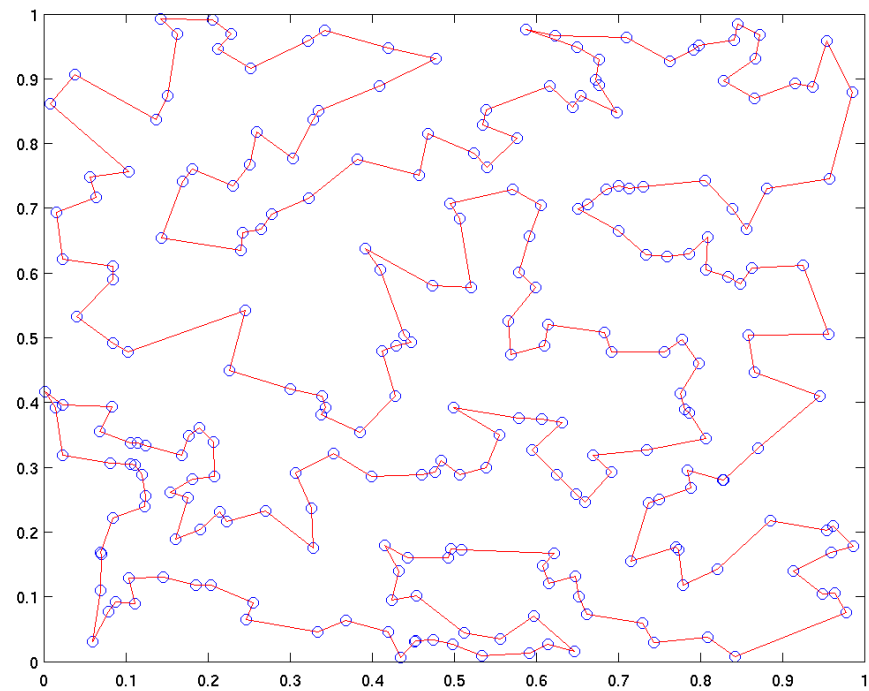


FIG. B.1 – Mon meilleur résultat au défi des 250 villes : 11,9926

Location: <http://labo.algo.free.fr/defi250/classement.php?id=1>

Le problème du voyageur de commerce : le défi des 250 villes

Labo Algo

Le défi des 250 villes : le classement

Cliquez sur le nom du participant pour avoir plus de détails sur ses résultats, son algorithme et son logiciel !

Pos	Participant	Milleur trajet	Temps de calcul	Temps de calcul corrigé	Configuration	Logiciel	Langage	Algorithme	Date d'entrée
1	Xavier Clarist	11.8093	1200	360	PC K6/2	mon logiciel	Pascal	Personnel	21/12/2002
2	François P-Fressancourt	11.8093	480	480	PC P-III	mon logiciel	C	Topologies statistiques adaptatives	23/11/2001
3	Nael Le Boucher	11.8093	1420	640	PC PII 450MHz	mon logiciel	Fortran/MSDev	Algo génétique modifié	07/01/2004
4	Alexandre Aupetit	11.8093	580	773.14	Athlon 1.3 GHz	mon logiciel	C++ (gcc 3.2)	Algo génétique + optimisations	30/09/2000
5	Konstantin Artouchine	11.8093	3600	1620	Bi-proc PII-300MHz	mon logiciel	CLAIR	Relaxation lagrangienne et Lin-Kernighan (méthode)	03/08/2001
6	Louis-Joseph	11.8093	10800	1080000	PC 900MHz	mon logiciel	C++/gcc 3.3	Algorithme génétique	11/04/2003
7	Tnotts	11.8093	123456	12345600	PC7	mon logiciel	??	Perso	31/08/2003
8	Antoine Simon-Chautemps	11.9	960	432	PC PII-450MHz	mon logiciel	Delphi	Personnel (Type Monte Carlo)	29/03/2003
9	Raphaël Condamin	11.93	1234	123400	PC7	mon logiciel	C	Algo génétique	26/02/2002
10	Martin Lorang	12.0363	4500	6300	PIV 1.45GHz	mon logiciel	C/Borland C++ 5	Algo génétique + méthode perso	19/08/2001
11	Ahmed Baddredine Naama	12.0365	1234	123400	Pentium II 450 MHz	mon logiciel	Delphi 5	Méthode secrète	30/09/2000
12	Aurélien Bonias et Jean-William Cousin	12.07	18900	18900	PC 1GHz	mon logiciel	Maple 7	Proches voisins + mutations + optimisation	06/04/2003
13	Aklbobo	12.1265	1200	360	PC AMD 300 mhz	mon logiciel	Java	Zopt symétrique (exploration partielle de voisinag	20/05/2001
14	Colas	12.1723	3600	4140	PC AMD Athlon 1.15GHz	mon logiciel	Maple 8	Colonie de fourmis	05/06/2003
15	Thomas Grunberg	12.29	1200	0	KE-2-350MHz	mon logiciel	Java	Méthode perso	27/11/2001
16	Vincent Bour, Bruno Piemont, Oscar Devys	12.528	70	119	PC athlon xp 1700	mon logiciel	C/DevC++	Puis proches voisins et échanges de portions de tr	19/01/2003
17	Jean-Marc Varenne	12.539	65	65	PC Duron 1 GHz	mon logiciel	Java	PVCPPNV + Permutations de points + permutation de s	24/11/2002

Le meilleur trajet trouve actuellement

Applet failed.

Longueur = 11.8093

Trouvé initialement par Xavier Clarist !

Les autres défis

- Double spirale 3 (200 villes)
- La quadrature du cercle (200 villes)
- Le défi des 250 villes
- Spirale 4 (256 villes)
- ra3793 (793 villes)
- pr1002 (1002 villes)

Faites participer votre algorithme !

Sujets connexes sur ce site

Introduction au problème du voyageur de commerce (PVC)

Les méthodes de résolution du PVC : Algorithme Génétique, Algorithme de la colonie de fourmis, Plus proches voisins Algorithme Zopt, Algorithme glouton (meilleure insertion)

teppen, mon logiciel le plus abouti pour résoudre le PVC et participer au défi des 250 villes :-)

DisplayTSP : l'applet Java d'affichage d'un parcours du PVC

Application du PVC à la Coupe de France de Robotique 2004

Sites intéressants sur le PVC

Le forum de Labo Algo

Donnez votre avis et discutez de cette page sur le Forum de Labo Algo !

FIG. B.2 – Le classement du défi des 250 villes