



MÉMOIRE DE STAGE

RÉSOLUTION DE SUDOKU

MINATCHY Jérôme
M1 Informatique
Année universitaire 2020/2021 à rendre pour le 3 Juin 2021

8	1	3	9	2	5	7	4	6
9	5	6	8	4	7	3	1	2
4	7	2	3	6	1	8	9	5
6	2	4	7	1	9	5	3	8
7	9	5	6	3	8	4	2	1
3	8	1	4	5	2	9	6	7
2	3	8	1	7	4	6	5	9
5	4	9	2	8	6	1	7	3
1	6	7	5	9	3	2	8	4

Table des figures

1.1	Exemple de Sudoku complet.	4
1.2	Sudoku où l'on applique la règle de l'unicité des chiffres sur les diagonales.	4
1.3	Logo de Python.	5
1.4	Logo de Qt.	5
1.5	Logo de Cplex.	5
1.6	Logo de GitHub.	6
1.7	Logo de LaTeX	6

Table des matières

1	Introduction	3
1.1	Présentation de la structure d'accueil	3
1.1.1	L'université des Antilles	3
1.1.2	Le LAMIA	3
1.2	Contexte général	4
1.2.1	Qu'est ce que le sudoku	4
1.3	Contexte du problème	4
1.4	Méthodologie	5
1.4.1	Outils utilisés	5
1.5	Annonce du plan	6
1.5.1	Présentation des stratégies de résolution	6
1.5.2	Implémentation des stratégies	6
1.5.3	Test du résolveur	6
1.5.4	Conclusion	7
2	Intitulé du métier de Data Scientist	8
2.1	8
3	Conclusion	9
3.1	Rappel de la problématique	9
3.2	Réponse apportées	9
3.3	Piste d'amélioration	9
3.4	Les apports du stage	9
3.4.1	les apports à l'entreprise	9
3.4.2	les apports personnels	10
	Bibliographie	11

Chapitre 1

Introduction

1.1 Présentation de la structure d'accueil

Durant la période de mon stage, j'ai été accueilli au **Laboratoire de Mathématiques Informatique et Application (LAMIA)** de l'Université des Antilles (UA).

Pour présenter cette structure, il me faut tout d'abord présenter l'université à laquelle il est rattaché.

1.1.1 L'université des Antilles

Bien que ce soit l'université dans laquelle j'ai fait toutes mes études, voici quelques chiffres que je ne connaissais pas et qui donnent la mesure de sa taille :

L'Université des Antilles s'organise autour deux pôles universitaires régionaux autonomes : le « Pôle Guadeloupe » et le « Pôle Martinique ».

Sur ces pôles, l'Université assure des missions d'*enseignement* et de *recherche*, assistées par des *administratifs et des techniciens*.

Administration et personnel technique

L'UA emploie 414 Administratifs et Techniciens (environ 200 personnes pour l'administration centrale et 100 répartis sur chaque pôle)

Enseignements

L'UA délivre des diplômes de la licence au doctorat dans de nombreux domaines. Au total, cela représente :

- 484 enseignants-chercheurs (environ 240 pour chaque pôle)
- 12 000 étudiants (environ 7000 pour la Guadeloupe, 5000 pour la Martinique)

Pour l'informatique, cela représente : - autour de 20 enseignants-chercheurs - autour de 120 étudiants

1.1.2 Le LAMIA

Le **Laboratoire de Mathématiques Informatique et Application (LAMIA)**, comme son nom l'indique, se concentre sur les recherches en informatique et mathématiques.

Il compte une soixantaine de membres (Professeurs des Universités, Maîtres de Conférences, ATER, Doctorants) répartis sur deux pôles (Guadeloupe et Martinique) au sein de trois équipes internes :

- Equipe **Mathématiques** (analyse variationnelle, analyse numérique, EDP, analyse statistique, mathématiques discrètes) ;
- Equipe Informatique **DANAIS** : Data analytics and big data gathering with sensors ;
- Equipe Informatique **AID** : Apprentissages Interactions Données ;

De plus, le LAMIA accueille en son sein un groupe de chercheurs associés travaillant en Epidémiologie clinique et médecine.

1.2 Contexte général

1.2.1 Qu'est ce que le sudoku

Le sudoku est un jeu représenté par une grille de 81 cases découpées en 9 lignes et 9 colonnes et 9 sous grilles 3 par 3. Le but du jeu est de remplir chaque ligne avec 9 chiffres allant de 1 à 9 en faisant en sorte qu'il n'y ai pas le même chiffre plusieurs fois sur la même ligne colonne ou dans la même sous grille.

5	3	4	6	7	8	9	1	2
6	7	2	1	9	5	3	4	8
1	9	8	3	4	2	5	6	7
8	5	9	7	6	1	4	2	3
4	2	6	8	5	3	7	9	1
7	1	3	9	2	4	8	5	6
9	6	1	5	3	7	2	8	4
2	8	7	4	1	9	6	3	5
3	4	5	2	8	6	1	7	9

FIGURE 1.1 – Exemple de Sudoku complet.

1.3 Contexte du problème

La résolution de sudoku est un sujet où plusieurs solutions existent et où c'est dans la complexité¹ et le temps de calcul des différentes solutions que réside la difficulté. Nous pouvons aussi rendre compte de la résolution de sudoku avec des règles spécifiques. tel que :

4	1	5	6	3	8	9	7	2
3	6	2	4	7	9	1	6	5
7	8	9	2	1	5	3	6	4
9	2	6	3	4	1	7	5	8
1	3	8	7	5	6	4	2	9
5	7	4	9	8	2	6	3	1
2	5	7	1	6	4	8	9	3
8	4	3	5	9	7	2	1	6
6	9	1	8	2	3	5	4	7

FIGURE 1.2 – Sudoku où l'on applique la règle de l'unicité des chiffres sur les diagonales.

Dans ce mémoire nous allons essentiellement parler de deux d'entre elles celle de la résolution de sudoku vu sous l'angle d'un problème d'optimisation linéaire grâce à l'algorithme du simplex et une autre plus simple celle de l'algorithme du backtracking.

1. le nombre d'action réalisé durant la résolution

1.4 Méthodologie

1.4.1 Outils utilisés

Présentation de Python



FIGURE 1.3 – Logo de Python.

Python est un langage de programmation interprété² qui sera utilisé pour l'ensemble du projet. Nous avons choisi ce langage car il est très propice aux méthodes utilisées et contient toutes les bibliothèques nécessaires.

Présentation Qt



FIGURE 1.4 – Logo de Qt.

QT est une bibliothèque³ qui permet la création d'interface graphique en Python. Que nous emploierons pour créer l'interface graphique que l'on utilisera au cours du projet.

Présentation Cplex



FIGURE 1.5 – Logo de Cplex.

Cplex est une bibliothèque³ qui permet la modélisation et la résolution de problème d'optimisation linéaire⁴.

2. Langage nécessitant un programme informatique qui joue le rôle d'interface entre le projet et le processeur appelé interpréteur, pour exécuter du code.

3. Une bibliothèque est un fichier contenant du code (généralement un ensemble de fonction et classes permettant de faciliter et/ou de réaliser certains programmes)

4. Terme que j'expliciterais plus tard dans mon rapport

Présentation de GitHub



FIGURE 1.6 – Logo de GitHub.

Nous pouvons définir GitHub comme une plateforme de développement de projet informatique en groupe. Elle simplifie grandement le développement de projets. Elle permet de versionner ses programmes et d'y apporter des modifications en temps réel à plusieurs. Ce rapport ainsi que le code généré durant le projet en plus de ce trouver en annexe, se trouverons aussi sur github à ces addresses :

Rapport de Stage : <https://github.com/MrMinatchy2/Rapport-de-stage-2021>

Code généré : <https://github.com/MrMinatchy2/Projet-de-Stage>

Présentation de LaTeX



FIGURE 1.7 – Logo de LaTeX

Nous pouvons dire que LaTeX est un langage de traitement de texte tel que le markdown qui permet de mettre en forme notre texte de manière scientifique cela veut dire que. LaTeX permet une faciliter d'écriture des équations et de toutes les écriture mathématiques. Permet de par ses nombreux package une quasi-infinité de possibilités. L'utilisation de cet outil permettra une synergie entre ceux-ci car LaTeX peut-être utiliser avec un simple bloc-note c'est donc du texte ce qui permet une interaction facilitée avec GitHub d'ailleurs ce rapport est écrit avec Latex et retrouvable sur GitHub.

1.5 Annonce du plan

1.5.1 Présentation des stratégies de résolution

Dans cette première partie je commencerais par vous présenter la première solution de résolution choisie qui est la résolution du sudoku en tant que problème d'optimisation linéaire.

En deuxième grande sous partie de cette section je vous présenterai ce qu'est le backtracking.

En dernière sous partie de cette présentation je vous expliquerai pourquoi le choix de ces deux solutions.

1.5.2 Implémentation des stratégies

La première sous partie de cette grande sous partie commencera avec la modélisation et l'implémentation d'un sudoku en python et l'implémentation de l'interface graphique.

La seconde sera l'implémentation de la méthode résolution utilisant cplex.

Pour finir nous ferons l'implémentation de la méthode utilisant l'algorithme du backtracking.

1.5.3 Test du résolveur

Nous commencerons par établir nos méthodes de test et expliquer la raison du choix de ces test.

Nous continuerons avec l'implémentation de ceux-ci.

Nous finirons par présenter et analyser nos résultats.

1.5.4 Conclusion

Nous terminerons ce rapport par une conclusion où nous rappellerons brièvement la problématique.
Nous ferons le bilan des produits du projet de stage.
Et ferons le bilan des apports du stage.

Chapitre 2

Intitulé du métier de Data Scientist

2.1

Chapitre 3

Conclusion

3.1 Rappel de la problématique

Notre problématique à la base était la résolution de sudoku Standart ce que nous avons réussi. Nous avons donc pour avoir une autre vision du problème nous avons choisi de généraliser celui-ci. Ce qui nous a ouvert à des pistes d'améliorations dont nous n'aurions pas eu besoin dans le cas de la résolution de sudoku standart.

3.2 Réponse apportées

Nous avons en ce qui concerne la résolution de sudoku standart deux programmes permettant leurs résolution quand à la généralisation de ceux-ci nous avons un programmes parfaitement fonctionnel permettant sa résolution via Cplex.

3.3 Piste d'amélioration

Nous pourrions pour voir les limites de l'algorithme du Cplex l'utiliser sur un grand volume de sudoku et voir le temps mis pour tous les résoudre en une seule fois. Nous pourrions essayer avec des sudokus d'une taille extrême pour en vérifier la consistance.

Comme dit précédemment en ce qui concerne la déduction des valeurs nous pouvons éviter beaucoup de test inutiles grace à cela pour améliorer notre algorithme utilisant le backtracking.

Nous pouvons aussi pour les tests sur les sudokus de taille standart tester nos algorithme sur les classes de sudoku décrite dans cette article :

[1]

Nous expliquant que tout les sudoku possibles peuvent être obtenu par plusieurs actions élémentaires à partir de 5472730538 grilles de sudoku que nous pouvons qualifier d'élémentaires. Cela nous permettrait d'affirmer de manière solide que nos algorithme fonctionnent dans tout les cas possibles.

3.4 Les apports du stage

3.4.1 les apports à l'entreprise

Grace à ce Stage les chercheurs auront une meilleur idée de l'utilisation de Cplex sur python pour la résolution de leurs problèmes et grace à notre algorithme utilisant le backtracking nous pouvons appuyer que l'utilisation des algorithmes de Cplex est bien plus efficaces que les méthodes que nous pouvons coder de façon artisanal sans y consacrer une très grande quantité de connaissances.

3.4.2 les apports personnels

Avant ce stage je n'avais aucune connaissance en résolution de problème d'optimisation linéaire. Grâce à ce stage je connais maintenant un de ses outils de résolution les plus puissant. J'ai aussi pu apprendre plusieurs termes de mathématique combinatoire que je n'aurais jamais connu autrement. J'ai maintenant la connaissance de plusieurs algorithmes de résolution de problème de satisfaction de contrainte. J'ai maintenant aussi les connaissances basique nécessaire quant à la programmation d'interface graphique avec Qt.

Bibliographie

- [1] Ed Russell and Frazer Jarvis. There are 5472730538 essentially different sudoku grids. 2005.