

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique  
Université Abderrahmane Mira de Bejaia  
Faculté des Sciences Exactes  
Département de Recherche Opérationnelle



Projet de Fin de Cycle  
En vue de l'obtention du Diplôme de Master  
en Mathématiques Appliquées  
Master : Modélisation Mathématique et Techniques de Décision  
Présentée par : LATRECHE Roumaïssa

## Gestion du Système de Transport de Carburants : Cas de l'Entreprise NAFTAL, Jijel.



Soutenu à l'Université Abderrahmane Mira de Bejaia, Le 10/07/2023.  
Devant le jury composé de :

|                           |               |              |                    |
|---------------------------|---------------|--------------|--------------------|
| D <sup>r</sup> N.Khimoum  | M.C. classe B | Président    | à l'UAMB - Bejaia. |
| P <sup>r</sup> D. Aissani | Professeur    | Encadrant    | à l'UAMB - Bejaia  |
| D <sup>r</sup> L. Idres   | M.R. classe B | Co-encadrant | à l'CREAD - Alger  |
| D <sup>r</sup> Z.Aoudia   | M.A. classe A | Examineur    | à l'UAMB - Bejaia. |
| M <sup>r</sup> S.Yadrudj  |               | Invité       | NAFTAL.            |

Année Universitaire 2022 – 2023

# Remerciements

Après avoir rendu grâce à Dieu le tout puissant et le miséricordieux, mes vifs remerciements vont :

**À mon encadrant :**

**M. Djamil AISSANI**

Professeur à l'Université de Béjaïa

Pour avoir veillé au bon suivi de ce travail par son expertise, ses orientations, ses conseils qui ont été d'une grande utilité, sa disponibilité et surtout ses qualités humaines. Soyez assurée de ma profonde gratitude et mes sincères appréciations.

**À mon Co-encadrant :**

**Idres Lahna**

Pour son soutien en tant que co-encadrant de ce mémoire.

**À tous les membres du jury :**

**Dr N. KHIMOUM , Mlle Z. AOUDIA**

Pour avoir accepté d'évaluer mon travail.

**À Mon encadreur de stage :**

**M. S. Yadroudj**

qui grâce à lui j'ai eu l'opportunité d'effectuer mon stage au sein de l'entreprise Naftal de Jijel, ainsi que toute l'équipe du centre de CDD pour leurs aides et encouragements.

**À toutes les personnes :**

ayant contribué de près ou de loin au bon déroulement et à l'aboutissement de ce mémoire, tant sur le plan professionnel que sur le plan personnel.

# Dédicaces

## **Je dédie ce travail**

### **À MA CHÈRE MÈRE**

Source inépuisable de tendresse, de patience et de sacrifice. Ta prière et ta bénédiction m'ont  
été

d'un grand secours tout au long de ma vie. Quoique je puisse dire et écrire, je ne pourrais  
exprimer ma grande affection et ma profonde reconnaissance. J'espère ne jamais te décevoir, ni  
trahir ta confiance et tes sacrifices.

Puisse Dieu tout puissant, te préserver et t'accorder santé, longue vie et bonheur.

### **À MON TRÈS CHER PÈRE**

De tous les pères, tu es le meilleur. Tu as été et tu seras toujours un exemple pour moi par tes  
qualités humaines, ta persévérance et perfectionnisme. En témoignage de brut d'années de  
sacrifices, de sollicitudes, d'encouragement et de prières. Vous pourriez trouver dans ce travail  
le

fruit de toutes vos peines et tous de vos efforts. Aucune dédicace ne saurait exprimer mes  
respects,  
ma reconnaissance et mon profond amour.

Puisse Dieu vous préserver et vous procurer santé et bonheur.

### **À MES CHERS FRÈRES : Walid, Houssam, Azize, Raouf, Islem et Fayez**

Vous étiez toujours à mes côtés, je vous en suis très reconnaissante. Aucune dédicace ne peut  
exprimer la profondeur des sentiments fraternels et d'amour, d'attachement que j'éprouve à  
vos

égards. Je vous dédie ce travail en témoignage de ma profonde affection. Puisse dieu vous  
protège.

### **À MES ADORABLES SŒURS : Ibtissam et Lamia**

Soyez rassuré de toute ma reconnaissance et mon grand attachement indefectible à vous, je  
vous

remercie d'avoir été là pour moi, je vous aime. Puisse dieu vous protège et vous accorde la  
santé,

longue vie et le Bonheur.

### **À MES TRÈS CHÉRES AMIES : Mahassine, Assia, Sarah, Khalida, Tinhinane, Hadda, Nihad, Chahinaz, Djedjia, Lahna, Asma et Thiziri**

Vos encouragements et votre soutien étaient la bouffée d'oxygène qui me ressourçait dans les  
moments pénibles, de solitude et de souffrance. Puisse dieu vous protège.

# Liste des abréviations

## C

**CDD** : Centre De Distribution.

**CLP** : Carburants, Lubrifiants et Pneumatiques.

**CLPB** : Carburants, Lubrifiants, Pneumatique et Bitume.

**CVRP** : Problème de tournées de véhicules avec contraintes de capacité.

## E

**EJCR** : Un Etat Journalier des Commandes Réceptionnées.

## F

**FRC** : Formulaire Réception Commandes.

## G

**GD** : Les stations-services gestion directe.

**GPL** : Gaz de Pétrole Liquéfié.

## I

**ING** : Informations de gestion du centre.

## M

**MRO** : Garage Matériel Roulant.

## P

**PVA** :

**PVC** : Problème de voyageur de commerce.

## U

**UNG** : Unité Naftal de distribution.

## S

**SDVRP** : Problème de tournée de véhicules avec livraison fractionnée.

## T

**TSP** : Traveling Salesman Problème.

## V

---

**VRP** : Problème de tournées des véhicules.

# Table des figures

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1.1 | Organisation structurelle de l'agence commerciale [9]            | 12 |
| 1.2 | Organigramme du Centre de Distribution                           | 15 |
| 1.3 | Organigramme du district CLP de Jijel [9]                        | 16 |
| 2.1 | Exemple sur le VRP   | 26 |
| 2.2 | Exemple de livraison d'un dépôt aux clients                      | 27 |
| 2.3 | Le principe de l'algorithme génétique                            | 32 |
| 2.4 | Taxonomie des méthodes de résolution de problèmes d'optimisation | 33 |
| 4.1 | L'exécution de la journée 01/07/2023                             | 41 |
| 4.2 | L'exécution de la journée 02/07/2023                             | 43 |
| 4.3 | L'exécution de la journée 03/07/2023                             | 44 |

# Liste des tableaux

|      |  |    |
|------|--|----|
| 1.1  | Personnel de l'agence en chiffres. . . . .   | 11 |
| 4.1  | Le nombre de stations de service à visiter le 01/07/2023 . . . . .                     | 40 |
| 4.2  | Le nombre de camions NAFTAL disponibles le 01/07/2023 . . . . .                        | 41 |
| 4.3  | Le nombre de camions privés disponibles le 01/07/2023 . . . . .                        | 41 |
| 4.4  | Le nombre de stations de service à visiter le 02/07/2023 . . . . .                     | 42 |
| 4.5  | Le nombre de camions NAFTAL disponibles le 02/07/2023 . . . . .                        | 42 |
| 4.6  | Le nombre de camions privés disponibles le 02/07/2023 . . . . .                        | 42 |
| 4.7  | Le nombre de stations de service à visiter le 03/07/2023 . . . . .                     | 43 |
| 4.8  | Le nombre de camions NAFTAL disponibles le 03/07/2023 . . . . .                        | 43 |
| 4.9  | Le nombre de camions privés disponibles le 03/07/2023 . . . . .                        | 43 |
| 4.10 | Les économies de coûts réalisées grâce à la planification utilisant notre heuristique. | 44 |
| 4.11 | Les postes de chargement de chaque dépôt . . . . .                                     | 49 |
| 4.12 | Les camions citernes. . . . .  | 49 |
| 4.13 | Liste des stations de service. . . . .   | 51 |
| 4.14 | Liste des citernes NAFTAL. . . . .   | 51 |
| 4.15 | Liste des citernes tiers. . . . .  | 52 |
| 4.16 | Liste des tracteurs NAFTAL. . . . .  | 52 |
| 4.17 | Liste des tracteurs tiers. . . . .   | 53 |
| 4.18 | Liste des stations situées sur la même route depuis le dépôt de SKIKDA . . . .         | 53 |
| 4.19 | Liste des stations situées sur la même route depuis le dépôt de EL KHROUB . .          | 54 |
| 4.20 | Liste des stations situées sur la même route depuis le dépôt de BEJAIA . . . .         | 54 |
| 4.21 | Liste des stations situées sur la même route depuis le dépôt de EL EULMA . .           | 54 |
| 4.22 | Liste des demandes Gasoil et Sans plomb pour la journée 01/07/2023 . . . . .           | 55 |
| 4.23 | Liste des demandes Gasoil et Sans plomb pour la journée 02/07/2023 . . . . .           | 56 |
| 4.24 | Liste des demandes Gasoil et Sans plomb pour la journée 03/07/2023 . . . . .           | 57 |

# Table des matières

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Liste des abréviations</b>   | <b>1</b>  |
| <b>Introduction générale</b>  | <b>7</b>  |
| <b>1 Présentation de l'entreprise et position du problème</b>               | <b>9</b>  |
| 1.1 Introduction  | 9         |
| 1.2 Présentation de l'entreprise NAFTAL                                     | 9         |
| 1.2.1 Historique de NAFTAL  | 9         |
| 1.2.2 Présentation de l'organisme d'accueil                                 | 10        |
| 1.2.2.1 Missions de l'agence  | 10        |
| 1.2.2.2 Moyens matériels et humains   | 11        |
| 1.2.2.3 L'organisation de l'agence commerciale                              | 12        |
| 1.3 Organigramme du district CLP de Jijel [9]                               | 16        |
| 1.4 L'organisation du transport routier par camion au sein de la CDD        | 16        |
| 1.4.1 Présentation du système « Dispatching Carburants »                    | 16        |
| 1.4.2 Paramétrage et configuration du système                               | 16        |
| 1.4.3 Exploitation du système   | 18        |
| 1.4.3.1 La réception commande   | 18        |
| 1.4.3.2 Dispatching   | 21        |
| 1.5 Problématique   | 24        |
| 1.5.1 Position de problème  | 24        |
| 1.6 Conclusion  | 24        |
| <b>2 Modélisation et résolution des problèmes de tournées de véhicules</b>  | <b>25</b> |
| 2.1 Introduction  | 25        |
| 2.2 Problème du voyageur de commerce PVC                                    | 25        |
| 2.2.1 Formulation mathématique  | 25        |
| 2.3 Problème de tournées de véhicules VRP                                   | 26        |
| 2.3.1 Quelques variantes du problème de tournées de véhicules               | 27        |
| 2.3.2 Formulation mathématique de VRP                                       | 28        |
| 2.3.2.1 Méthodes de résolution de VRP                                       | 29        |
| 2.4 Conclusion  | 33        |
| <b>3 Modélisation du problème</b>   | <b>34</b> |
| 3.1 Introduction  | 34        |
| 3.2 Modélisation du problème soulevé au niveau du district CLP-NAFTAL Jijel | 34        |
| 3.2.1 Notations   | 34        |
| 3.2.2 Indices   | 35        |



|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 3.2.3    | Variables de décision . . . . .                                    | 35        |
| 3.2.4    | Fonction objectif . . . . .  | 35        |
| 3.2.5    | Contraintes . . . . .  | 36        |
| 3.2.6    | Modèle général . . . . .   | 37        |
| 3.3      | Conclusion . . . . .   | 38        |
| <b>4</b> | <b>Approche de résolution et Interprétation des résultats</b>      | <b>39</b> |
| 4.1      | Introduction . . . . .   | 39        |
| 4.2      | Méthode de distribution adoptée par le CDD . . . . .               | 39        |
| 4.3      | Description du langage Visual Basic . . . . .                      | 39        |
| 4.4      | Heuristique proposée pour la résolution du problème posé . . . . . | 40        |
| 4.5      | Application numérique . . . . .                                    | 40        |
| 4.5.1    | Discuter les résultats . . . . .                                   | 40        |
| 4.5.2    | Interprétation des résultats . . . . .                             | 45        |
| 4.6      | Conclusion . . . . .   | 45        |
|          | <b>Conclusion générale</b>   | <b>46</b> |
|          | Bibliographie . . . . .  | 46        |

# Introduction générale

Les systèmes de distribution sont des maillons essentiels de l'économie, permettant de connecter les producteurs aux consommateurs à travers des réseaux complexes, assurant ainsi la disponibilité des produits et services nécessaires. Le problème de la tournée de véhicules joue un rôle crucial dans le domaine des systèmes de distribution [11].

Plusieurs études relatives à la tournée des véhicules, ont été traitées ces dernières années, citons le mémoire de F.Laib concernant le ramassage des ordres ménagères[18], ou bien celui de S.Merrad et Y.Kebiche concernant la distribution du gaz butane[20]. H.Mahiout a traité le problème de la planification de la distribution des carburants au niveau du CLP-Naftal Bejaia[17]. A la différence de cette étude, le problème d'alimentation en carburant à Naftal Jijel se fait à partir de plusieurs dépôts (Jijel, Bejaia, El Khroub, El Eulma et Skikda).

Il existe deux types de méthodes d'optimisation : l'optimisation mono-objectif et l'optimisation multi-objectif. Dans l'optimisation mono-objectif, le but est de minimiser ou maximiser une seule fonction objectif afin de trouver la meilleure solution, également appelée solution optimale. Cette approche est facilement définie en se basant sur une seule mesure de performance du problème étudié. En revanche, dans l'optimisation multi-objectif, on cherche à optimiser simultanément plusieurs fonctions objectifs, qui sont souvent contradictoires entre elles. L'objectif est de trouver la meilleure solution en prenant en compte un ensemble de mesures de performance du problème.

Bien que les méthodes de résolution exactes garantissent l'optimalité dans certaines situations, il est parfois préférable de rechercher des solutions de qualité satisfaisante, même sans garantie d'optimalité, afin de réduire le temps de calcul. Pour cela, on utilise des méthodes appelées méta-heuristiques, spécifiquement adaptées à chaque problème traité. Cependant, un inconvénient de ces méthodes est qu'elles ne fournissent aucune information sur la qualité des solutions obtenues.

Le district CLP de Jijel désire optimiser son schéma de distribution des stations de service de la wilaya de Jijel en carburants. Notre travail se concentre sur le problème de la tournée de véhicules avec contrainte de capacité. Il s'agit d'un problème essentiel qui consiste à planifier les itinéraires des véhicules en attribuant chaque client à une tournée réalisée par un seul véhicule de capacité limitée. Ces tournées débutent et se terminent au dépôt.

L'objectif étant d'optimiser le réseau de distribution de Naftal Jijel par une heuristique. Il s'agira de minimiser les coûts des tournées en tenant compte de leurs capacités. Nous avons structuré ce mémoire comme suit :

**Introduction générale**

**Chapitre 1 :** Ce chapitre est consacré à la présentation de l'entreprise NAFTAL Jijel et à cerner d'une manière précise la position de problème.

**Chapitre 2 :** Dans ce chapitre, on effectuera un aperçu sur les problèmes du voyageur de commerce et de tournées de véhicules ainsi que leurs méthodes de résolution.

**Chapitre 3 :** Nous citons le modèle mathématique adéquat à notre problème.

**Chapitre 4 :** Dans ce chapitre, nous proposons une heuristique qui permet de résoudre notre problème, ainsi que la description du programme que nous avons conçu sous le Visual Basic.

**Conclusion générale**

# Présentation de l'entreprise et position du problème

## 1.1 Introduction

L'activité économique d'une entreprise vise à optimiser ses bénéfices. Ces derniers ne peuvent être atteints sans une bonne gestion et une bonne maîtrise des coûts. NAFTAL est une entreprise dont la gestion de ses coûts est très complexe du fait qu'elle active dans un secteur stratégique et très sensible qu'est les hydrocarbures.

Le statut juridique de cette entreprise, à savoir qu'elle est étatique, ajouter à ceci, le fait que les prix des carburants sont fixés par l'Etat, rend sa gestion très vulnérable étant donné qu'elle ne peut pas répercuter ses coûts sur le prix de vente des produits.

Toutefois, une gestion rationnelle et une bonne planification de la distribution des carburants peuvent atténuer le poids de ses coûts et lui donner une marge qui peut lui garantir une certaine rentabilité, sinon lui éviter des pertes et des déficits dans sa trésorerie.

L'objectif de ce chapitre est de présenter les outils utilisés par NAFTAL afin de faire face à la demande quasi-irrégulière de carburant, mais aussi à maîtriser ses coûts de transport.

## 1.2 Présentation de l'entreprise NAFTAL

### 1.2.1 Historique de NAFTAL

Issue de SONATRACH, (société nationale pour la recherche, transport, production, transformation, la commercialisation des hydrocarbures), l'entreprise nationale de raffinage et de distribution de produits pétroliers (ERDP) a été créée par le décret N° 80-101 du 06 avril 1980. Entrée en activité le 01 janvier 1982, elle est chargée de l'industrie de raffinage et de la distribution de produits pétroliers.

Le 04 mars 1985, les anciens districts CLPB et GPL (Carburants, lubrifiants, pneumatique et bitume) ont été regroupés sous le nom UND (unité NAFTAL de distribution) par Wilaya. En 1987, l'activité raffinage est séparée de la distribution, conformément au Décret N° 87-189 du 25 Août 1987 modifiant le décret N° 80-101 du 06 Avril 1980, modifié, portant création de l'Entreprise nationale de raffinage (NAFTEC) et de distribution de produits pétroliers, il est créé une Entreprise nationale dénommée : « Entreprise nationale de commercialisation et de

distribution de produits pétroliers », sous le sigle de « NAFTAL ».

A partir de 1998, elle change de statut et devient société par action filiale à 100% de SONATRACH, en intervenant dans les domaines suivants :

- Enfûtage GPL,
- Formulation des bitumes,
- Distribution, Stockage et Commercialisation des carburants, GPL, lubrifiants, bitumes, pneumatique, GPL /produits spéciaux,
- Transport des produits pétroliers.

Elle est chargée, dans le cadre du plan national de développement économique et social, de la commercialisation et de la distribution des produits pétroliers et dérivés.

Le 01 janvier 2000 l'activité GPL enfûtage est séparée de l'activité CLP. Par décision N° S 554 du 29 mars 2000, il a été procédé à l'organisation générale de la division CLP et l'identification des zones de distribution «CLP» (carburants, lubrifiants et pneumatiques). Par décision N° S 555 du 29 mars 2000, il a été procédé à la création des zones de distribution CLP.

Par décision N° S 606 du 10 Février 2001, il a été procédé à l'organisation et la classification des centres Bitumes de la Division Bitume. Par décision N° S 705 du 17 Juin 2002, il a été procédé à la dénomination des zones de distribution CLP et GPL en District.

Par décision N° S 766 du 22 Décembre 2003, il a été procédé à la dissolution de la Branche CLPB. Par décision N° S 770 du 03 Janvier 2004, il a été procédé à la dissolution des Districts CLP et création des Districts Commercialisation. A partir du 01.12.2006 l'activité Carburants est séparée de l'activité commercialisation.

### 1.2.2 Présentation de l'organisme d'accueil

L'Agence Commerciale Jijel est une nouvelle structure créée à partir du 1er Janvier 2007, suite à l'application de la décision N° S.767 R9 du processus de séparation des structures et activités spécifiques à la « Commercialisation » de celles spécifiques aux flux des « Carburants ».

#### 1.2.2.1 Missions de l'agence

L'Agence Commerciale Jijel est une structure commerciale relevant du District Commercialisation Alger, chargée essentiellement de la distribution et la commercialisation des produits pétroliers à travers le territoire de la Wilaya de Jijel et les points de vente carburants limitrophes des wilayas de Sétif, Milia, Bou-Argeridj et Bejaia.

Elle a pour missions :

- Assurer l'animation commerciale et la gestion des clients de l'agence,
- Exploiter et maintenir le réseau de stations-service et gérer l'activité de conversion au sirghaz,
- Elaborer les prévisions ventes ainsi que le programme d'enlèvement et de livraison des produits commercialisés,
- Contrôler la réalisation du programme de livraison et s'assurer de la satisfaction des commandes de la clientèle par les centres livreurs,

## CHAPITRE 1. PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE ET POSITION DU PROBLÈME

---

- Assurer la prise en charge des nouveaux clients (réception dossier et analyse préliminaire avant envoi au district commercialisation pour codification) et des dossiers des clients existants ainsi que la gestion, y compris en matière de recouvrement, des comptes clients, notamment ceux du M.D.N et de la D.G.S.N,
- Assurer l'exploitation et la maintenance du réseau de stations-service, l'animation commerciale, la promotion des produits marque NAFTAL,
- Assurer la vente des tickets à crédit carburants et des cartes à puce,
- Approuver les bons de commande de la clientèle extra réseau,
- Tenir une comptabilité en matière des produits commercialisés,
- Elaborer les rapports d'activités périodiques et les transmettre au district,
- Orienter et assister la clientèle dans les choix des produits commercialisés,
- Diriger le personnel de l'agence et assurer la gestion des courriers avec le district commercialisation et les structures NAFTAL de l'agence.

### 1.2.2.2 Moyens matériels et humains

L'agence commerciale de Jijel dispose d'un nombre important de moyens matériels et humains :

#### ☞ Moyens matériels :

Pour assurer sa mission principale de distribution et commercialisation des carburants, l'agence commerciale s'est dotée d'un parc de transport réparti comme suit :

- 04 tracteurs routiers,
- 02 camions plateau,
- 02 camions citernes rigides,
- 04 Semi-remorques,
- 02 véhicules de service,
- 02 fourgons tôleés.

#### ☞ Moyens humains :

Dans le but de concrétiser ses objectifs, l'agence commerciale dispose d'un capital humain qui est de l'ordre de 27 Agents répartis comme suit :

| Catégories        | Total | Permanent | Temporaire |
|-------------------|-------|-----------|------------|
| Cadres supérieurs | 0     | 0         | 0          |
| Cadres            | 3     | 3         | 0          |
| Maîtrise          | 5     | 5         | 0          |
| Exécution         | 19    | 13        | 6          |
| TOTAL             | 27    | 21        | 6          |

TABLE 1.1 – Personnel de l'agence en chiffres.

Ce chiffre comprend le nombre de personnes employées dans les différents secteurs qui sont :

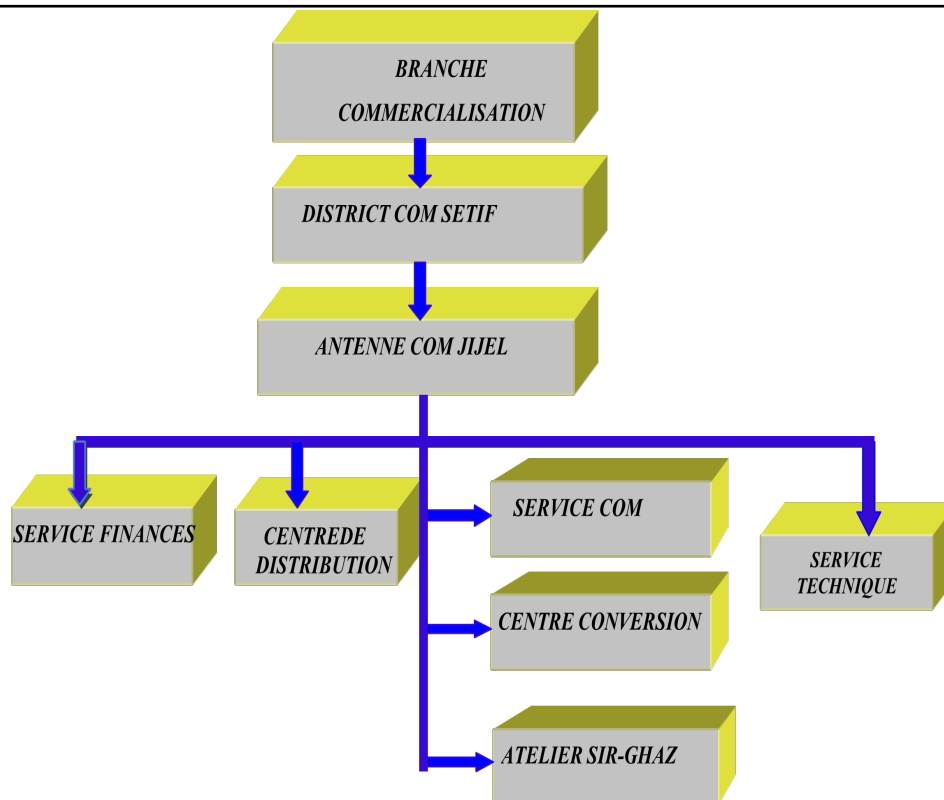


FIGURE 1.1 – Organisation structurelle de l'agence commerciale [9]

- Les stations gérées par l'agence commerciale, les stations-services gestion directe (GD).
- Les centres de distribution 2187, 218P et 218L.
- L'agence commerciale Jijel 2180.

### 1.2.2.3 L'organisation de l'agence commerciale

L'organisation de l'agence commerciale est présentée à travers l'organigramme suivant : L'Agence Commercialisation Jijel est organisée comme suit :

- Un (03) (Centre de Distribution 2187. Centre Conversion 218P et Atelier Sir-Ghaz 218L).
- Deux (03) Services (Finance, Commercial et Technique).

#### ☞ Commercial :

- Le suivi et le contrôle de la gestion des stations-service GD.
- Assure la disponibilité des produits au niveau des points de vente.
- Veille à l'application et au respect des procédures de gestion.
- Analyse des réalisations et leurs évolutions dans le champ temporel.
- Analyse des écarts (stocks et prévisions) et préconise des corrections.
- Réalisation d'étude pour répondre aux exigences du marché.
- Préserve l'image de marque de NAFTAL sur l'ensemble du réseau.
- Propose des actions susceptibles d'améliorer et de renforcer l'activité des ventes.
- Suivi de l'opération de lancement du système de paiement électronique.
- Veille à l'application des tarifs en vigueur pour tous les produits.

☞ **Service Technique :**

- Assure le suivi et le contrôle des attachements des travaux des projets.
- Assure la gestion technique des installations.
- Assure l'entretien et la maintenance des équipements au niveau des stations-service.

☞ **Centre de Distribution :**

- Gérer les relations avec la clientèle carburant terre.
- Organiser, coordonner et exécuter les programmes de distribution des carburants.
- Exploiter les moyens de transport carburants et en assurer la maintenance.
- Réceptionner et traiter les commandes et requêtes des clients.
- Elaborer le programme de livraison, désigné les moyens de transport et personnel de conduite, émettre les documents source.
- Transmettre le programme de livraison au dépôt carburant et en contrôler l'exécution.
- Procéder à la reconnaissance contradictoire et conformité des produits carburant au poste de chargement produit, avant plombage, et au contrôle des retours produits.
- Facturer toute la clientèle y compris les stations-service Gestions Directs et autres structures de NAFTAL, contrôler et valider les avoirs.
- Procéder à la confrontation des enlèvements journaliers sur la base des documents source émis par le dépôt carburant et le centre de distribution.
- Etablir quotidiennement la journée comptable et la transmettre au plus tard le lendemain aux structures commerciale et finances du district commercialisation territorialement compétent.
- Gérer la flotte transports moyens propres et en suivre les performances.
- Assurer le recouvrement des chèques des factures au comptant et procéder au versement des espèces et chèques au compte recettes.
- Gérer les magasins de pièces de rechange, ateliers et les infrastructures de maintenance de matériel roulant.
- Veiller au strict respect des règles et procédures de gestion et des consignes de sécurité régissant l'activité de distribution des produits pétroliers.
- Gérer, suivre et contrôler le personnel du centre.
- Elaborer le budget annuel et le bilan du centre.
- Etablir un rapport périodique des activités du centre.
- Elaborer le budget annuel et le bilan du centre.
- Elabore le plan de transport.

☞ **Garage Matériel Roulant (MRO) :**

- Gère et suit le matériel roulant.
- Elabore le programme de gestion du parc roulant de l'Agence.
- Assure la maintenance de la flotte.

☞ **Section Créances :**

- Suivi des créances.
- Etablissement d'une situation mensuelle des créances.



- Recouvrement des créances.

☞ **Force de Vente :**

Elle est chargée de :

- Démarcher et promouvoir tous les produits de l'Entreprise auprès de la clientèle (PVA, GL, SLG, ...).
- Promouvoir l'image de marque de l'entreprise.
- Suivi de la clientèle.

☞ **Les produits et services commercialisés :**

- GPL / C.
- GPL B 13 et B 03.
- Essence normale ; Super ; sans plomb ; gasoil.
- Les lubrifiants.
- Les pneumatiques
- Les produits d'entretien.

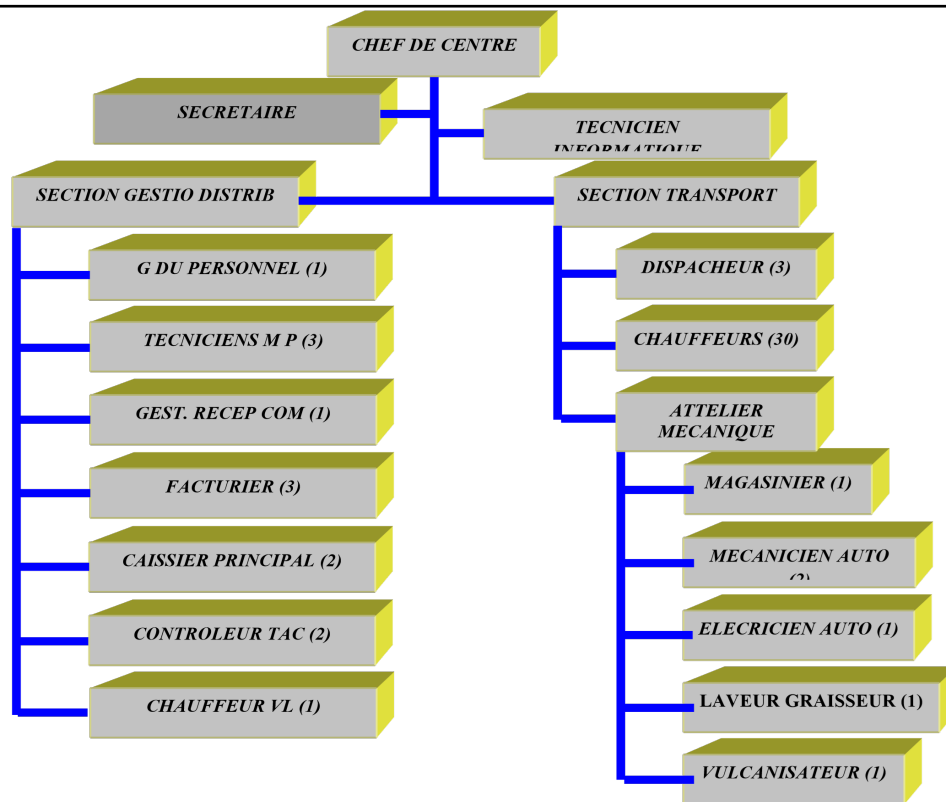


FIGURE 1.2 – Organigramme du Centre de Distribution

### 1.3 Organigramme du district CLP de Jijel [9]

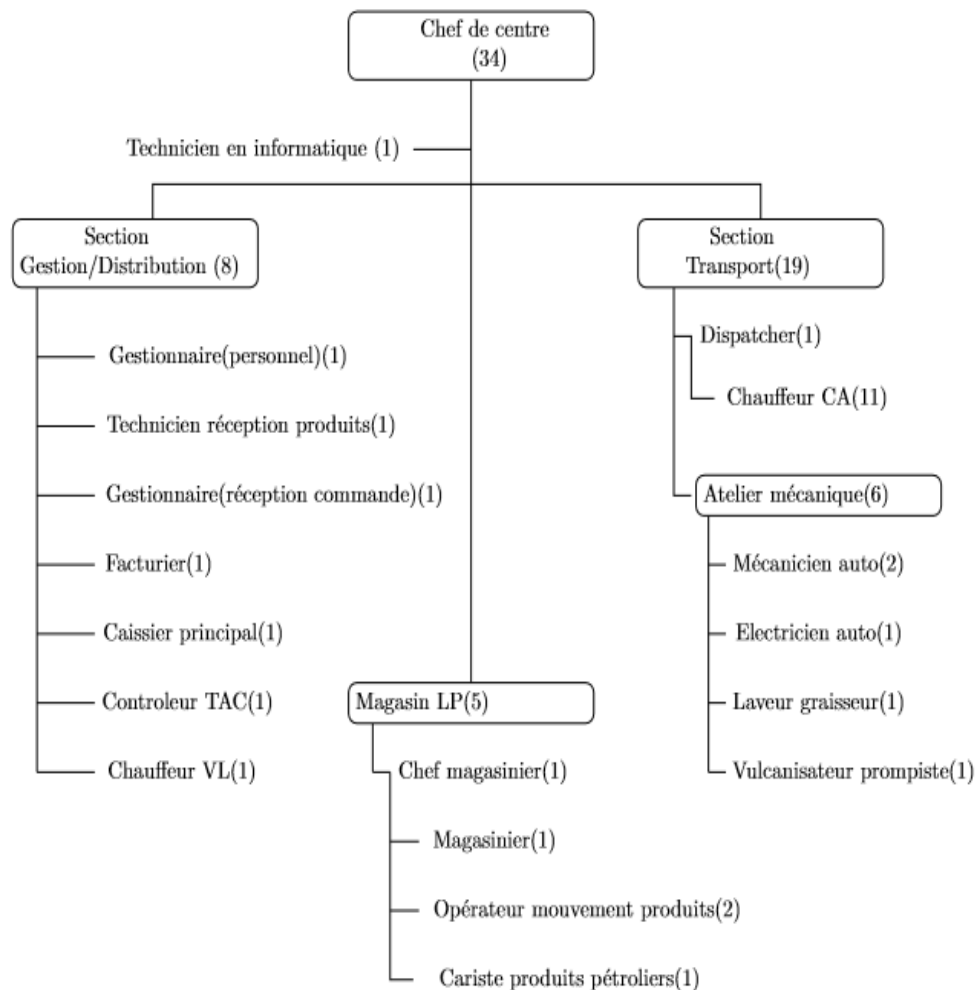


FIGURE 1.3 – Organigramme du district CLP de Jijel [9]

## 1.4 L'organisation du transport routier par camion au sein de la CDD

### 1.4.1 Présentation du système « Dispatching Carburants »

Le système « Dispatching Carburants » est une application informatique qui permet le traitement automatique des fonctions : réception commandes, dispatching et facturation. Ce système est applicable au sein du centre de distribution carburants relevant de l'activité commercialisation.

### 1.4.2 Paramétrage et configuration du système

Le système « Dispatching Carburants » repose sur des paramètres divers, ces paramètres permettent de contrôler et de diriger le système de façon à avoir, après le calcul des résultats conformes à des limitations prescrites.

L'influence directe de ces paramètres sur la qualité du programme établi favorise la définition et l'attribution de chaque paramètre à un acteur précis de manière à garantir la sécurisation du système.

Le système est configuré d'une façon personnalisée pour chacune des fonctions prise en charge (réception commandes, dispatching).

Le personnel désigné dans ces fonctions accède uniquement aux privilèges lui permettant de s'acquitter des tâches assignées et qui sont décrites dans l'exploitation du système.

### ⌘ **Classification des paramètres et définition des acteurs**

Les paramètres entrant dans la configuration du système sont classés par familles et par niveau de responsabilité, on y retrouve :

- \* **Paramètres relatifs aux différentes flottes opérationnelles** La prise en charge de ces paramètres est assurée par le chef de service ou de section de transport du centre de distribution, qui doit :
  - Fournir la situation de la flotte affectée au centre pour l'introduire dans la base de données du système.
  - Définir les paramètres techniques de chaque véhicule (temps maximaux de service, état du véhicule, parc de départ et d'arrivée, dépôts autorisés, axes autorisés, ...)
  - Mettre à jour quotidiennement la situation de la flotte de NAFTAL et des personnels de conduite, la communiquer au dispatcher pour prise en considération lors de l'établissement du programme de distribution.
- \* **Paramètres relatifs à la carte géographique du CDD**
  - Sous la responsabilité du chef du centre, les données de la carte géographique du centre (sites, axes, voisinages) sont établies par le service ou section de transport du centre.
  - Après la validation par le chef du centre de cette carte, elle sera introduite dans la base des données du système par le service ING du district.
  - Tout changement à apporter sur la carte (ajout, suppression ou modification) doit être introduit par le service informations de gestion du centre (ING).
- \* **Paramètres relatifs aux commandes clients**
  - Lors de l'installation du système, le fichier client est introduit par le service informations de gestion et il est actualisé à chaque fois qu'une mise à jour est disponible par le même service.
  - Le département commercial du district doit établir pour chaque client lors de sa codification, une « fiche de site client » regroupant les informations techniques du site client qui seront introduites dans le système, par le service informations de gestion.
  - Les informations relatives aux clients soumis aux conditions particulières de paiement doivent être fournies par le département commercial et introduites par le service informations de gestion.

\* **Paramètres relatifs à la politique locale de distribution**

Le service transport doit définir les paramètres suivants :

- L'angle du secteur dans lequel doit s'effectuer les rotations du programme de distribution (dans notre cas il est de 360 pour les deux flottes).
- Le temps de retour maximal d'un véhicule (dans notre cas il est de 120 minutes pour les deux flottes).
- La distance par rapport au dépôt de chargement, dans laquelle la flotte NAFTAL et celles des tiers effectuent les livraisons (dans notre cas il est de 20Km pour la flotte NAFTAL et 35Km pour la flotte des tiers).

Ces paramètres sont préparés au niveau du centre, puis validés par le directeur du district et le service ING s'occupe de leur insertion dans le système.

\* **Paramètres relatifs à la politique générale de distribution de NAFTAL**

Cette catégorie regroupe les paramètres définissant la politique générale de distribution arrêtée par les structures de la Branche Commercialisation (Direction commercial et direction approvisionnement) :

- Les commandes clients doivent être honorées dans un délai maximum n'excédant pas les 72h (dans notre cas c'est 24h).
- Le pourcentage de satisfaction partiel : c'est un taux de satisfaction de la commande client par produit (dans notre cas c'est 70% pour chaque produit commandé).
- Le pourcentage de satisfaction global : c'est le taux de satisfaction global des commandes (dans notre cas c'est 80% du total des quantités commandées).
- Le pourcentage complément : le taux que représente une commande complémentaire par rapport à la capacité totale de la citerne (dans notre cas c'est 20% de la capacité de la citerne).

Après la définition de ces paramètres par les structures désignées ci haut, le groupe informatique de la Branche commercialisation est chargé de leur insertion dans le système.

L'actualisation de ces paramètres est du ressort des structures en charge de leur définition.

\* **Paramètres relatifs au calcul interne de recherche**

Cette catégorie concerne spécialement le paramètre de la stabilité de confiance qui est un paramètre qui influe directement sur le temps du calcul et la qualité du programme : la plage arrêtée pour ce paramètre est de 100 à 10000. Ce paramètre doit être fixé par le chef de centre et introduit par l'ING du centre.

### 1.4.3 Exploitation du système

#### 1.4.3.1 La réception commande

##### Définition de la fonction réception commandes

La réception commande est une fonction par laquelle le centre de distribution reçoit les commandes de sa clientèle, les deux principales tâches de cette fonction sont : la réception et l'enregistrement des commandes.

## Mode de réception de commandes

Les commandes clients peuvent avoir les formes suivantes :

- **Forme écrite** : bon de commande, fax ou e-mail.
- **Forme orale** : téléphone ou présence personnelle du client ou de son préposé au bureau des commandes.

## Description de la fonction réception commandes

### 1. Réceptionner la commande

#### ≻ **Commande écrite** :

- S'assurer que la commande est complète et authentique (quantité/qualité du produit, renseignement client, cachet et signature).
- Saisir le client par téléphone pour compléter ou confirmer la commande, si nécessaire, avant son enregistrement.
- Saisir les renseignements de la commande dans le système : code client, numéro de site, période commande (date et heure) et les quantités commandées ainsi que toutes les informations demandées par les versions ultérieures du système.
- Editer le formulaire réception commande sur demande du client ou en cas du besoin.
- Si la commande ne peut être enregistrée (suspension du client, absence d'avance commercial, ect), informer le client.

#### ≻ **Commande orale** :

- Enregistrement dans le système de la commande du client simultanément durant la conversation.
- Communiquer le numéro du formulaire réception commandes aux clients, pour utilisation en cas du besoin.
- Informer le client de tout problème relatif à sa commande.

### 2. Horaires de réception commandes

La réception commande est assurée durant les horaires d'ouverture du centre. Au début de la journée et en démarrant le système, le préposé à la réception commande procède à l'ouverture de la journée de réception. Ensuite il entame la saisie des commandes reçues au fur et à mesures.

La journée de réception des commandes est clôturée à une heure fixée par le chef du centre (dans la CDD 2187 c'est à midi) de manière à permettre le traitement des commandes par la fonction Dispatching.

Les horaires de réception doivent faire l'objet d'un affichage au niveau de la structure réception commande et d'une diffusion à la clientèle.

En cas d'une journée de fermeture du centre (repos, férié), les commandes seront reçues la veille de la journée de fermeture.

### 3. Changements apportés aux commandes (annulation, modification)

#### ≻ **Avant la clôture de la journée réception des commandes**

Le client peut apporter des changements sur sa commande (J-1) durant la journée de réception commande. Ces modifications sont effectuées au niveau de la fonction réception commandes.

≻ **Après la clôture de la journée réception des commandes**

A cette phase, les changements de la commande doivent être justifiés par un document dûment signé, ce dernier est récupéré par la réception commande et il transmet à la fonction Dispatching pour prise en charge.

≻ **Après l'établissement du programme de Dispatching**

Les modifications apportées par le client sur sa commande, à ce stade, entraînent une perturbation de l'exécution du programme.

A cet effet, le dispatcher doit procéder comme suite :

- Si la commande est programmée seule dans une rotation ou avec une autre commande complémentaire : annulation de la livraison.
- Si la commande est programmée avec une autre commande non complémentaire : effectuer la modification et relancer le calcul d'un nouveau programme.

Les clients doivent être informés des dispositions nouvelles liées à l'exploitation de ce système.

**4. Edition du formulaire réception commandes et des états de synthèse**

Le FRC n'est édité que sur demande du client ou en cas d'un besoin (ex : le cas d'un client soumis au paiement par chèque certifié). Toute fois le numéro de la commande est communiqué systématiquement au client.

Un Etat Journalier des Commandes Réceptionnées EJCR est édité en fin de journée pour archivage dans un chrono ouvert à cet effet. D'autres états de synthèse sont disponibles pour l'édition selon les besoins.

**Remarque**

En cas d'indisponibilité du système (panne électrique, défaillance du système ou du microordinateur), la réception commande est assurée en utilisant les FRC manuels : pour cela, cet imprimé doit être disponible en quantités suffisante au niveau du centre, le registre de transcription des informations des FRC est gardé ouvert pour l'enregistrement des FRC manuels.

Dès rétablissement du système, les FRC établis manuellement doivent être saisis dans l'ordre de leurs enregistrements.

**5. Contrôle crédit**

La fonction « contrôle crédit » des clients est particulièrement des clients soumis aux conditions particulières de paiement (paiement par chèque certifié, avance commercial, ...) doit être acquitté d'une manière permanente par une personne désignée par le chef du centre.

Les informations relatives à ces clients sont transmises par le chef de service gestion à la personne ayant accès au système pour mise à jour régulièrement.

Les commandes de cette catégorie de client sont enregistrées normalement au niveau de la réception commande, ils apparaissent avec une couleur différente (rose) sur la liste des commandes passées de la journée, toute fois, ils ne seront programmables (prises en considération dans l'établissement du programme de distribution) qu'après paiement (le visa caissier faisant foi).

**6. Approbation des commandes réceptionnées par la fonction Dispatching**

Dès la clôture de la journée de réception des commandes et l'édition des états de synthèse, le préposé à la fonction Dispatching doit, après vérification, approuver l'état récapitulatif fourni par la fonction réception commandes. Cet état comporte le nombre de commandes et les quantités globales par produits réceptionnées durant la journée en question et doit être archivé au niveau de la structure « Réception de Commandes ».

### 1.4.3.2 Dispatching

#### Définition de la fonction Dispatching carburants

La fonction Dispatching est la deuxième phase dans le système « Dispatching carburants », elle assure principalement les tâches suivantes :

- Etablir un programme de distribution
- Suivre l'exécution du programme établi.

#### Les différentes phases d'un programme de distribution

##### 1. La phase A : La phase préparatoire

###### ⤵ Préparation de la flotte « véhicule (attelages, rigides) /chauffeurs »

Les informations concernant la flotte et les chauffeurs sont introduites après l'installation du système au niveau de la fonction Dispatching.

Avant le lancement du calcul du programme de distribution, le dispatcher procède à la préparation de la flotte : cette opération consiste à apporter les modifications nécessaires sur la situation réelle de la flotte.

La mise à jour du fichier flotte est communiqué sur un état journalier approuvé par le chef de service transport, elle concerne les informations relatives aux :

- Tracteurs et des citernes (active, bon, altéré, heures de service, parc de départ).
- Chauffeurs affectés à chaque véhicule.

Concernant la flotte des transporteurs tiers conventionnés avec le centre, le chef du centre doit veiller à ce que le (les) transporteur (s) tiers communique (ent) quotidiennement la situation réelle de sa flotte (disponible ou non disponible) afin de permettre au dispatcher de préparer la flotte à utiliser (NAFTAL et tiers) pour la réalisation de son programme de distribution.

#### Remarque

Le transporteur tiers doit mettre à la disposition de NAFTAL ses moyens de transport suivant la convention le liant avec NAFTAL, toute dérogation à ces obligations contractuelles doit être signalé par le chef du centre à qui de droit.

###### ⤵ Traitement des commandes des clients soumis aux conditions particulières de paiement (contrôle crédit au niveau du dispatching)

Le chargé du dispatching reçoit du préposé à la caisse, les FRC des clients soumis aux conditions particulières de paiement sur un bordereau joint afin de cocher sur la liste des commandes reçues de la réception commandes la mention « payer » et intégrer les commandes de ces clients dans la liste des commandes à programmer.

##### 2. La phase B : Le lancement du calcul du programme de distribution

Une fois les préparatifs nécessaires accomplis, le dispatcher lance la recherche du programme optimal, cette opération prend quelques minutes et à la fin le système choisira le meilleur programme de distribution pour la journée complète (J+1).

###### ⤵ Définition de différentes données d'un programme

On trouve dans un programme de distribution, autrement dit « document des rotations optimales » qui correspond au programme n° 14169 du 29/05/2023, les éléments suivants :



- Le nombre de livraisons produit=12, c'est le nombre total des commandes pour cette journée.
- Code citerne programmé pour la livraison (ex : citerne 3589R).
- Code tracteur programmé pour la livraison (ex : tracteur 7307L).
- La quantité commandé (ex : 270 HL).
- Le nombre de cuve de la citerne (ex : Nbr cuve 4).
- Parc de départ (ex : point de départ 2187, il correspond au CDD JIJEL).
- Le parc d'arrivée (ex : point d'arrivée K1340).
- Temps fixé pour la livraison aller-retour du véhicule (ex : temps de service 03 :17 :00).
- Numéro de la rotation (ex : Rot  $n^{\circ}$  79967).
- Numéro de la commande par apport à la livraison (ex : 107948).
- Numéro de la commande reçue (ex : 0000107999).
- Code de la station (ex : k1340).
- Le chauffeur programmé pour la rotation (ex : BOUTALBI LAAGHOUN).
- Le nom de la station (ex : K1342 GD TAHER).
- Le lieu de la station (ex : JIJEL).
- Le code de dépôt carburants (ex : 2187, c'est le code de dépôt carburants de Jijel).
- La distance de la rotation par kilométrage (ex : 2 km).
- La qualité de produit commandé (ex : ESSENCE SANS PLOMB).
- Le code du produit commandé (ex : 13040).
- L'heure de la livraison (ex : MA 05 :00 :00, il est recommandé par le client si sa commande est pour la mâtinier ou pour l'après-midi).
- L'heure de pointe du chauffeur (ex : 05 :00 :00 à 20 :00 :00).

### ⤿ **Analyse du programme de distribution optimal**

L'analyse du programme consiste à :

- Vérifier l'applicabilité du programme.
- Constater les nombres de commandes satisfaites et de commandes en instances.
- Vérifier l'existence de rotation incomplète (un ou plusieurs compartiments de la citerne non affectés) afin de procéder à leur affectation.

### ⤿ **Le traitement des commandes complémentaire**

Le programme optimal peut comprendre des rotations incomplètes. Pour les compléter, le dispatcher dispose des solutions suivantes offertes par le système :

- Contacter le/les clients concernés par la rotation pour leurs proposer de prendre le complément
- Contacter les stations en gestion directe du secteur de la rotation concernée pour voir la possibilité de prendre le complément.
- Consulter les commandes en instance et déterminer celles qui peuvent être intégrées dans la rotation (après accord du client)
- Contacter un client du secteur de la livraison qui n'a pas passé de commande et lui proposer le complément.

Si les commandes complémentaires sont affectées pour les stations GD ou pour un nouveau client (solutions n°2 ou 4 ci-dessus), le dispatcher passe une nouvelle commande pour le client en question dans le séquentiel réservé pour les commandes complémentaires.

☞ **Validation du programme de livraison par le chef de centre**

Une fois le programme de distribution complété suivant la procédure décrite ci-dessus, le dispatcher l'édite et l'envoi au chef de centre pour analyse et validation.

Après sa validation, le programme doit être affiché sur le panneau d'affichage pour permettre aux chauffeurs de prendre connaissance de leurs rotations programmées.

La partie du programme à réaliser par les transporteurs tiers doit être communiquée aux concernés pour préparation de leurs flottes.

☞ **Exportation du fichier programme vers SDCOM**

Le système Dispatching carburants offre la possibilité d'exportation du fichier programme vers SDCOM, une fois le programme validé par le chef de centre, le dispatcher l'exporte vers SDCOM pour établissement automatique des factures.

### 3. La phase C : Exécution du programme

Le dispatcher veille sur l'exécution du programme généré par le système Dispatching carburants. Au moment de l'exécution de chaque livraison, le dispatcher confirme les références de la rotation (code de véhicule, chauffeur, n° de rotation) au facturier pour l'établissement du BLF en question.

☞ **Traitement de non-exécution d'une livraison programmée**

Dans la réalité et suite à des imprévus (panne de véhicule programmé, ...) une livraison peut ne pas être exécutée : pour y faire face, le préposé au dispatching annule la livraison pour réintégrer la commande au prochain calcul du programme de distribution suivant la procédure décrite au paragraphe « le traitement des commandes complémentaire » dans la phase B.

☞ **Traitement des retours produits**

De par son importance, et du préjudice y résultant pour NAFTAL, une instruction de gestion n°060119 R2, intitulée « contrôle des entrées-sorties de produits et la gestion du retour produit » visant la réduction des retours produit, voir leurs bannissements, prend en charge sa gestion.

L'automatisation de la distribution des carburants rend plus important la réduction des retours produits qui entraveront nécessairement la bonne exécution du programme de distribution établi au préalable.

Pour cela, et en plus des dispositions que doit appliquer le responsable du centre de distribution, le préposé au Dispatching procède comme suit pour poursuivre l'exécution de son programme :

\* **Retour intégral de la cargaison cuve (s) non entamée (s)**

Après l'accomplissement des formalités édictées dans l'IDG traitant des retours produits, le dispatcher :

- Si le ou les produits que contient la citerne correspondent à la prochaine rotation programmée, il continue l'exécution de son programme normalement
- Si non, il contacte le ou les clients programmés sur la prochaine rotation pour voir la possibilité de changer leurs commandes suivants les quantités chargées sur la citerne retournée

- Si les deux premières possibilités ne sont pas réalisables, contacter les stations en gestion directe pour recevoir cette citerne
  - En dernière solution, puiser sur les commandes en instances pour régulariser la situation et permettre la reprise de l'exécution du programme initial.
- \* **Retour partiel de la cargaison cuve (s) non entamée (s)**  
Procéder de la même manière que le point précédent, c'est-à-dire, intégrer les quantités retournées dans les prochaines rotations.
- \* **Retour avec cuve (s) entamée (s)**  
Après la détermination des quantités résiduelles, reprendre l'exécution du programme si aucune contrainte ne se représente, si non appliquer la procédure édictée dans le point « traitement de non-exécution d'une livraison programmée » ci-dessus.

## 1.5 Problématique

### 1.5.1 Position de problème

Le projet proposé par l'entreprise NAFTAL Jijel vise à résoudre la problématique de l'optimisation de la distribution des carburants (gasoil et essence sans plomb) dans les stations-service de la wilaya de Jijel. Pour y parvenir, il est nécessaire de déterminer la taille et la structure de la flotte nécessaire pour répondre aux demandes des clients de manière précise. Afin de trouver le programme de distribution optimal, les méthodes de la recherche opérationnelle seront utilisées pour minimiser les coûts et le temps nécessaires tout en satisfaisant les demandes des clients en produits et en quantités. Les contraintes telles que la capacité des citernes, leur fonctionnement, les fenêtres de temps et les priorités seront prises en compte pour garantir la faisabilité du programme de distribution. L'objectif ultime est de garantir la satisfaction des clients en termes de produits et de quantités tout en réduisant les coûts de distribution.

L'objectif de notre étude est de mettre en place une méthode scientifique pour déterminer les camions qui conviennent le mieux pour approvisionner chaque station de manière efficace, tout en minimisant les coûts de transport.

## 1.6 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons présenté la structure de l'Entreprise Naftal de Jijel, ainsi que ses activités et objectifs. Nous avons également décrit le lieu de stage le centre de distributions (CDD), ainsi que le logiciel utilisé au sein de ce centre chez Naftal.

Nous avons abordé la problématique liée à l'organisation à moindre coût de l'approvisionnement en carburant des stations de service, qui est actuellement l'une des principales préoccupations de l'entreprise NAFTAL. Cette problématique sera étudiée pour fournir des réponses adaptées. Dans le chapitre suivant, nous aborderons quelques notions relatives aux problèmes de tournées de véhicules (VRP).

# Modélisation et résolution des problèmes de tournées de véhicules

## 2.1 Introduction

Le problème de tournées de véhicules (Vehicle Routing Problem VRP) est considéré comme un des problèmes d'optimisation combinatoire les plus étudiés, et est classé comme un problème NP-Complet. Ce problème consiste à déterminer les tournées optimales d'une flotte de véhicules qui doit desservir un ensemble de clients[4].

Le VRP est vu comme une combinaison du problème du voyageur de commerce TSP[1].

Dans ce chapitre, nous allons présenter le problème du voyageur de commerce et le problème de tournées de véhicules, ensuite nous citerons quelques variantes du VRP ainsi quelques méthodes de résolution.

## 2.2 Problème du voyageur de commerce PVC

Le problème du voyageur de commerce (Traveling Salesman Problem TSP) est le problème le plus simple, le plus ancien et le plus étudié parmi les problèmes de tournées[7].

Un voyageur de commerce ayant un ensemble de villes à visiter, noté  $I$  avec  $|I| = n$ , souhaite établir une tournée qui lui permet de passer par chaque station une et une seule fois, pour finalement revenir à son point de départ tout en minimisant la distance totale parcourue.

### 2.2.1 Formulation mathématique

Notons  $C_{ij}$  le coût du déplacement de la station  $i$  vers la station  $j$ ;  $\forall i, j \in I \times I, i \neq j$ . La variable de décision de ce problème est donnée par :

$$x_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si la station } i \text{ précède la station } j; \forall i, j \in I, i \neq j \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases}$$

Le problème du voyageur de commerce se modélise comme suit :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Min} Z = \sum_{i \in I} \sum_{j \in I} C_{ij} x_{ij} \\ \text{s.c.} \\ \sum_{j \in I} x_{ij} = 1; \quad \forall i \in I \quad (1) \\ \sum_{i \in I} x_{ij} = 1; \quad \forall j \in I \quad (2) \\ \sum_{i \in S} \sum_{j \in S} x_{ij} \leq |S| - 1; \quad \forall S \in I, \quad 1 \leq |S| \leq \lfloor \frac{n}{2} \rfloor \quad (3) \\ x_{ij} \in \{0, 1\}; \quad \forall i, j \in I, i \neq j \quad (4) \end{array} \right.$$

- ★ Dans ce problème, l'objectif est de minimiser le coût de déplacement total.
- ★ Les contraintes (1) et (2) désignent que l'on cherche à affecter à chaque station, la station qui lui succède selon l'ordre du parcours.
- ★ La troisième famille de contraintes permet d'éliminer les sous-cycles.
- ★ La famille de contraintes (4) indiquent que les variables de décision sont binaires.

En terme de graphe, on peut représenter le **TSP** à l'aide d'un graphe complet d'ordre  $n$ , noté  $G = (X, U)$ , où  $X$  désigne l'ensemble des sommets et  $U$  l'ensemble des arêtes, et soit  $C_{ij}$  le cout de l'arête  $u = (i, j)$ .

## 2.3 Problème de tournées de véhicules VRP

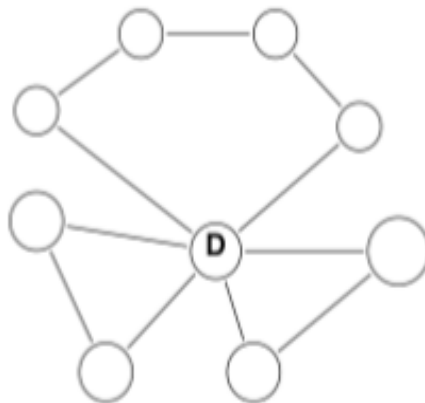


FIGURE 2.1 – Exemple sur le VRP

Le problème de tournées de véhicules est une classe de problèmes de recherche opérationnelle et d'optimisation combinatoire. Il s'agit d'une extension du problème classique du voyageur de commerce. L'objectif est de déterminer les tournées d'une flotte de véhicules afin de livrer une liste de clients ou de réaliser des visites planifiées.

Le problème de tournées de véhicules, souvent appelé Vehicle Routing Problem (VRP), n'est pas récent et remonte à 1959 avec la première formulation attribuée à Dantzig et Ramser. À partir d'une liste de clients, chacun ayant une demande connue, et d'une flotte de camions homogènes ayant une capacité déterminée, l'objectif est de créer une série de tournées pour chaque véhicule partant d'un seul entrepôt. L'objectif est de minimiser la distance totale parcourue tout en respectant la contrainte de capacité de chaque camion, c'est-à-dire en s'assurant de ne pas dépasser la quantité maximale qu'un camion peut transporter.

En résumé, le problème de tournées de véhicules consiste à optimiser la planification des itinéraires de plusieurs véhicules pour répondre aux demandes de clients, tout en minimisant les distances parcourues et en respectant les contraintes de capacité des véhicules[8].

### 2.3.1 Quelques variantes du problème de tournées de véhicules

La multitude d'applications du VRP dans de nombreux domaines, comme celui du transport et de la distribution, a donné naissance à nombreuses variantes du VRP dans la littérature, en fonction des contraintes additionnelles au VRP classique. Dans ce qui suit, nous allons définir les variantes confrontées par NAFTAL.

- **Le VRP avec contrainte de capacité (CVRP) :**

On considère dans cette variante une flotte de véhicules homogènes de capacité limitée, devant desservir un ensemble de clients. La formulation de ce problème nécessite la connaissance des demandes dès le départ. Les tournées débutent et se terminent au dépôt et dans chacune la demande totale des clients à desservir ne doit pas dépasser la capacité  $Q$  du véhicule.

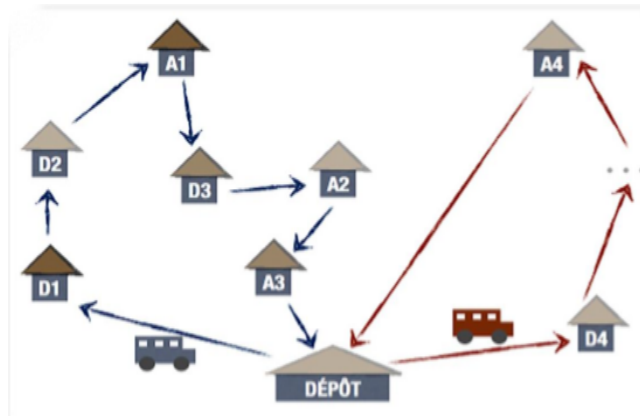


FIGURE 2.2 – Exemple de livraison d'un dépôt aux clients

- **Le VRP avec livraison fractionnée (SDVRP) :**

Appelée aussi VRP avec livraisons divisibles, c'est un assouplissement du VRP. Dans cette variante on considère une flotte de véhicules homogènes devant desservir un ensemble de clients. Ce problème est caractérisé par les hypothèses suivantes :

- Chaque client peut être visité plusieurs fois.  
La demande de chaque client peut être supérieure à la capacité du véhicule.
- Chaque véhicule doit démarrer du dépôt et y revenir.

- Le SDVRP consiste à trouver des tournées satisfaisant toutes les demandes et telles que la somme des quantités livrées dans chaque véhicule ne doit pas excéder sa capacité. L'objectif est de réduire la distance totale parcourue par la flotte.

Dans ce problème, chacun des véhicules utilisés doit démarrer et terminer sa tournée au dépôt. Les demandes doivent être satisfaites tout en respectant la capacité  $Q$  de chaque véhicule utilisé.

### 2.3.2 Formulation mathématique de VRP

Soient :

- $n$  : nombre de clients ;
- $m$  : nombre de véhicule  $m \leq n$  ;
- $C^k$  : la capacité du véhicule  $k$  ;
- $q_j$  : la demande du client  $j$  avec  $q_0 = 0$  ;
- $t_i^k$  : temps nécessaire au véhicule  $k$  pour décharger ou charger ;
- $t_{ij}$  : le temps nécessaire pour passer du client  $i$  et client  $j$  ;
- $T^k$  : temps maximale de la tournée du véhicule  $k$  ;
- $d_{ij}$  : la distance séparant le client  $i$  vers le client  $j$  ;
- $C_{ij}$  : le coût de déplacement du client  $i$  vers le client  $j$  ;
- $x_{ij}^k$  : une variable binaire égale 1 si l'arc  $(i, j)$  est parcouru par le véhicule  $K$ , 0 sinon.

Le problème de tournées de véhicule peut être modélisé ainsi :

Minimiser  $Z$  :

$$Z = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n C_{ij} \sum_{k=1}^m x_{ijk} \quad (1)$$

S.C :

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_{ij}^k \leq C^k; \quad K = \overline{1, m}; \end{array} \right. \quad (2)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n t_i^k x_{ij}^k + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n t_{ij} x_{ij}^k \leq T^k; \quad K = \overline{1, m}; \end{array} \right. \quad (3)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^n x_{ip}^k - \sum_{j=1}^n x_{pj}^k = 0; \quad K = \overline{1, m}; \quad P = \overline{1, m}; \end{array} \right. \quad (4)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i \in S} \sum_{j \in S} x_{ij}^k \leq |S| - 1; \quad \forall s \in N; \quad |S| \leq (n - 1); \quad K = \overline{1, m}; \end{array} \right. \quad (5)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{j=2}^n x_{1j}^k \leq 1; \quad K = \overline{1, m}; \end{array} \right. \quad (6)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=2}^n x_{i1}^k \leq 1; \quad K = \overline{1, m}; \end{array} \right. \quad (7)$$

$$\left\{ \begin{array}{l} x_{ij}^k \in \{0, 1\}; \quad i, j = \overline{1, n} \end{array} \right. \quad (8)$$

---

★ Dans ce problème, l'objectif est de minimiser le coût de déplacement total.

- ★ la contrainte (1) permet de respecter la capacité de chaque véhicule.
- ★ la contrainte (2) assure que la durée totale d'une tournée ne dépassera jamais sa durée totale maximale.
- ★ la contrainte (3) assure que si un véhicule entre dans un sommet, il faudra qu'il en sorte.
- ★ la contrainte (4) est sert à éliminer les sous-tours.
- ★ les deux contraintes (5) et (6) assurent que la disponibilité d'un véhicule n'est pas dépassée.
- ★ la contrainte (7) indiquent que le variable de décision est binaire.

### 2.3.2.1 Méthodes de résolution de VRP

#### 1– Méthodes exactes :

Les méthodes exactes sont des algorithmes qui aboutissent à des meilleures solutions. Elles consistent à rechercher de manière implicite une solution ou l'ensemble des solutions d'un problème[8] .

L'optimisation exacte englobe toutes les méthodes qui donnent un résultat dont on sait qu'il est optimal à un problème précis.

Il existe de nombreuses méthodes exactes dans la littérature, mais ces dernières ne sont pas efficaces pour la résolution des problèmes combinatoires avec des instances de très grandes tailles. Dans ce cas là, on s'intéresse à la construction d'heuristiques et métaheuristiques. Citons comme exemples quelques méthodes exactes :

- **La programmation dynamique :**

La programmation dynamique peut être utilisée pour résoudre le Problème de Tournée de Véhicules (VRP - Vehicle Routing Problem), qui consiste à trouver la meilleure façon de livrer un ensemble de clients en minimisant les coûts de déplacement des véhicules[8].

Pour appliquer la programmation dynamique au VRP, on peut suivre les étapes suivantes :

**Définition du problème :** Formuler le problème de VRP en identifiant les composantes clés, telles que les clients, les véhicules, les distances entre les emplacements, les contraintes de capacité, etc.

**Définition des sous-problèmes :** Décomposer le problème en sous-problèmes plus petits. Dans le VRP, cela peut être fait en considérant les sous-problèmes de livraison pour chaque client individuel ou en divisant l'ensemble des clients en groupes.

**Formulation de la relation de récurrence :** Établir une relation de récurrence qui lie les sous-problèmes entre eux. Par exemple, la solution d'un sous-problème peut dépendre de la solution d'autres sous-problèmes déjà résolus.

**Détermination de l'ordre de résolution :** Déterminer l'ordre dans lequel les sous-problèmes doivent être résolus. Cela peut être basé sur des dépendances de prérequis entre les sous-problèmes ou sur une approche itérative en résolvant les sous-problèmes de manière progressive.

**Mémorisation des résultats :** Utiliser une structure de données appropriée pour stocker les résultats intermédiaires des sous-problèmes. Dans le VRP, cela peut être une table de programmation dynamique qui enregistre les coûts de déplacement pour différentes configurations de tournées.

**Résolution des sous-problèmes :** Résoudre les sous-problèmes en utilisant la programmation dynamique, en tenant compte des contraintes de capacité, des distances entre les emplacements, des coûts de déplacement, etc. Cela peut être fait de manière récursive ou itérative, en utilisant les résultats stockés dans la table.



**Construction de la solution finale :** Utiliser les résultats des sous-problèmes pour construire la solution finale du VRP, qui comprendra les tournées optimales pour les véhicules.

Il est important de noter que le VRP peut avoir différentes variantes et contraintes supplémentaires, telles que des fenêtres de temps pour les livraisons, des contraintes de capacité différentes pour les véhicules, etc. La programmation dynamique peut être adaptée en conséquence pour tenir compte de ces spécificités.

Il convient également de mentionner que le VRP est un problème NP-difficile, ce qui signifie qu'il n'existe pas d'algorithme de résolution optimal qui fonctionne en temps polynomial pour toutes les instances du problème. Cependant, la programmation dynamique peut fournir des approches efficaces pour trouver des solutions de qualité pour de nombreuses instances de VRP.

- **La méthode de Branch and Bound :**

Le Branch and Bound, également connu sous le nom d'algorithme de séparation et d'évaluation, est une méthode qui repose sur l'énumération et l'évaluation progressive de différentes solutions potentielles. Son principe consiste à construire un arbre de recherche et à élaguer les branches qui ne mèneront pas à la solution optimale. Le problème initial est considéré comme la racine de cet arbre de recherche. Une évaluation de la solution recherchée est effectuée en cherchant à définir des bornes inférieures et supérieures pour les solutions dans le domaine de recherche.

Si les bornes inférieures et supérieures se rejoignent, la solution optimale est déterminée. Sinon, le domaine de recherche est divisé en deux sous-problèmes distincts, qui sont ensuite étudiés séparément. À tout moment, si une borne supérieure est trouvée pour être inférieure à la borne inférieure d'un domaine situé plus haut dans l'arbre, on peut arrêter d'explorer cette branche de l'arbre de recherche, car toute solution trouvée dans cette branche sera forcément moins bonne que celle déjà trouvée. Ce processus se poursuit jusqu'à ce que toutes les branches de l'arbre aient été étudiées.

## 2– Méthodes approchées :

- **Heuristiques :**

Une heuristique est définie comme un algorithme qui fournit une solution réalisable, pas nécessairement optimale, en temps polynomial. Une heuristique est conçue pour un problème spécifique[3]. Lorsqu'un algorithme est composé de plusieurs heuristique, on dit alors qu'il s'agit d'une heuristique composite[20].

- \* **Heuristiques de construction et composites**

Les heuristiques de construction et les heuristiques composites jouent un rôle essentiel dans le domaine de l'optimisation. Un grand nombre d'auteurs ont présenté des articles utilisant ce type d'heuristique pour résoudre divers problèmes de tournées. En effet, treize articles ont proposé une heuristique de construction qui couvre quasiment l'ensemble des problèmes de tournées. Souvent, ces articles introduisent d'abord une heuristique de construction, puis proposent une heuristique d'amélioration[20].

Les problèmes abordés sont extrêmement variés. Les recherches couvrent des problèmes tels que le voyageur asymétrique (Glover, Gutin, Yeo et Zverovich, 2001), les tournées

de véhicules avec dépôts multiples (Chan, Carter et Burnes, 2001) et les tournées avec fenêtres de temps (Chen et Hsiao, 2003 et Ioannou, Kriticos et Prastacos, 2003). De plus, les heuristiques présentées sont tout aussi diversifiées, allant de l'heuristique de balayage proposée par Renaud et Boctor (2002) pour le problème de la flotte hétérogène, à l'heuristique d'économie proposée par Gronalt, Hartl et Reimann (2003), ainsi qu'à l'approche du "best t decreasing" de Glover, Gutin, Yeo et Zverovich (2001)[20].

### \* **Heuristiques d'amélioration**

Les heuristiques d'amélioration commencent en utilisant une solution initiale générée par une autre méthode, puis tentent de trouver une solution meilleure en effectuant différents échanges. On peut diviser ce type d'heuristique en deux catégories : déterministes et non déterministes. Les heuristiques non déterministes peuvent également être subdivisées en plusieurs méthodes. Toutes ces méthodes seront abordées dans la section suivante.

### • **Métaheuristiques :**

Les métaheuristiques sont définies comme des méthodes génériques permettant d'optimiser différents problèmes, sans avoir besoin d'effectuer des changements profonds dans l'algorithme employé[3].

Les métaheuristiques sont considérées généralement comme des algorithmes non-déterministes, elles peuvent ne pas trouver la solution optimale.

Citons comme exemples quelques méthodes métaheuristiques :

### \* **La méthode de recherche tabou**

La recherche Tabou est une méta-heuristique développée par Glover. Elle est basée sur des idées simples, mais elle est néanmoins très efficace. Elle combine une procédure de recherche locale avec un certain nombre de règles et de mécanismes pour surmonter l'obstacle des optima locaux. Elle a été appliquée avec succès pour résoudre de nombreux problèmes difficiles d'optimisation combinatoire. Dans une première phase, la méthode de recherche Tabou peut être vue comme une généralisation des méthodes d'amélioration locale. En effet, en partant d'une solution quelconque  $x$  appartenant à l'ensemble de solutions  $X$ , nous nous dirigeons vers une solution  $x'$  appartenant au voisinage  $V(x)$  de  $x$ . L'algorithme explore donc itérativement l'espace de solutions  $X$ . Afin de choisir le meilleur voisin  $x'$  l'algorithme évalue la fonction-objectif  $F$  en chaque point  $x'$  et retient le voisin qui améliore la valeur de  $F$ , ou celui qui la dégrade le moins [Fred .1993].

### \* **Algorithme génétiques**

Les algorithmes génétiques (AG) sont des techniques de recherche inspirées par l'évolution biologique des espèces. Introduits par J.H. Holland au début des années 1970 [12]. Ces algorithmes s'inspirent du fonctionnement de l'évolution naturelle des espèces. Dans un algorithme génétique l'idée de base est de simuler l'évolution d'une population. On part d'une population initiale de solution, un procédé de reproduction permet aux solutions parents d'être sélectionnées parmi la population. Cette sélection est souvent en relation avec la qualité de la solution obtenue par ces parents. On effectue alors un croisement entre les parents afin de produire une descendance. Les solutions enfants présentent ainsi des caractéristiques des parents. Les meilleures solutions enfants ont de meilleures

chances de survie puisqu'on élimine les individus ayant une moins bonne valeur, à l'occasion une mutation est appliquée afin d'ajouter de nouvelles propriétés et de la diversité dans l'ensemble des solutions générées.

La figure (2.3) représente le principe de l'algorithme génétique :

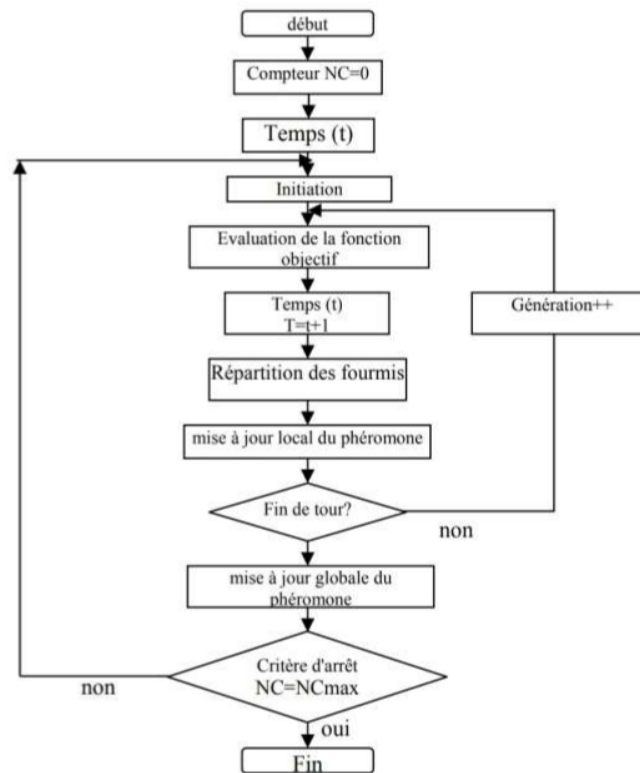


FIGURE 2.3 – Le principe de l'algorithme génétique

#### \* La méthode de colonie de fourmis

L'optimisation par Colonie de Fourmis est un algorithme très récent qui a été proposé pour la première fois en 1991 par Colorni, Dorigo et Maniezzo (1991). Le premier algorithme de cette métaheuristique a été appliqué pour résoudre le problème du voyageur de commerce. Elle est inspirée du comportement des fourmis, ces insectes qui sont presque aveugles réussissent malgré tout à trouver le plus court chemin entre leur point de départ et la nourriture grâce à une forme d'apprentissage et à un moyen de communication "la phéromone".

La figure suivante résume les principales méthodes de résolution exactes et approchées pour les problèmes combinatoires :

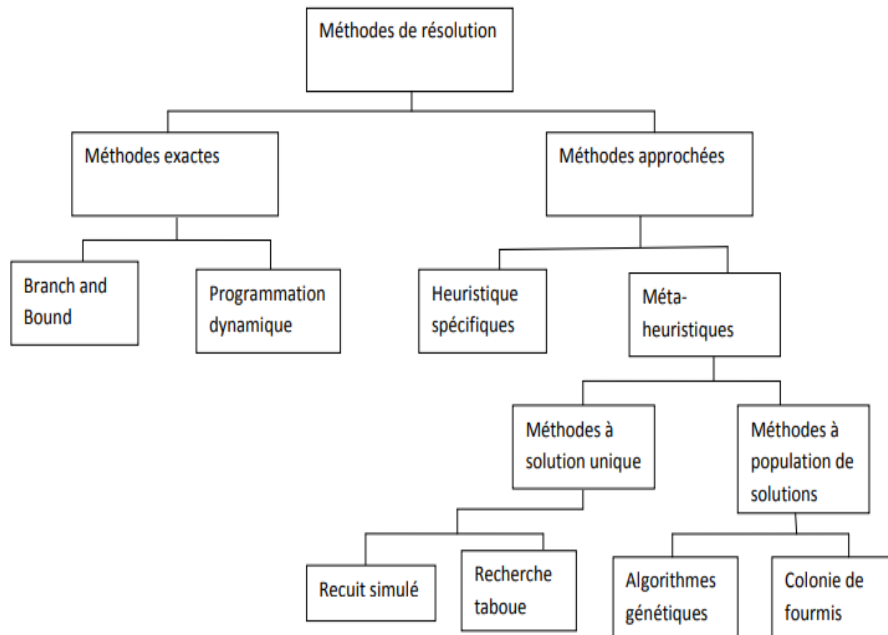


FIGURE 2.4 – Taxonomie des méthodes de résolution de problèmes d'optimisation

## 2.4 Conclusion

Dans le problème de distribution de l'entreprise Naftal jijel, nous allons appliquer une heuristique pour résoudre le problème posé. Dans le prochain chapitre, nous aborderons la modélisation mathématique de notre problème spécifique.

## Modélisation du problème

### 3.1 Introduction

Pour obtenir la meilleure contribution, il est nécessaire de construire un modèle mathématique correspondant au problème. Le but du modèle mathématique est d'évaluer toutes les tournées possibles permettant de livrer toutes les commandes. Ainsi, diverses solutions réalisables seront créées et parmi elles, nous retiendrons la solution répondant le mieux à l'objectif.

### 3.2 Modélisation du problème soulevé au niveau du district CLP-NAFTAL Jijel

#### 3.2.1 Notations

- $S$  : le nombre de dépôts ;
- $N$  : le nombre de stations ;
- $P$  : le nombre de produits commercialisés ;
- $k$  : le nombre de camion utiliser pour l'approvisionnement ;
- $R$  : le nombre de compartiments ;
- $C^k$  : la capacité du  $k^{\text{ème}}$  véhicule ( $m^3$ ) ;
- $t_{ij}$  : le temps nécessaires pour aller de  $i$  à  $j$  ;
- $\alpha_i$  : le temps de chargement au dépôt  $i$  ;
- $\beta_j$  : le temps de déchargement à la station  $j$  ;
- $T_k$  : le temps de service pour un camion  $K$  ;
- $DS_i^p$  : la disponibilité du  $p^{\text{ème}}$  produit au niveau du  $i^{\text{ème}}$  dépôt.
  
- $D_{ij}$  : la distance entre le dépôt  $i$  et la station  $j$  ;
  
- $D_{jp}$  : la demande de la  $j^{\text{ème}}$  station en  $p^{\text{ème}}$  produit ;
  
- $Q_{ip}^k$  : la quantité du produit ( $p$ ) livré depuis le dépôt ( $i$ ) par le camion ( $k$ ) ;
  
- $Q_{jp}^k$  : la quantité du produit ( $p$ ) livrée à la station ( $j$ ) par le camion ( $k$ ) ;
- $C$  : le coût unitaire lié à l'utilisation d'un camion externe est de  $2.76DA/Km/m^3$ .

### 3.2.2 Indices

- **Indices dépôts**
  - \*  $i_0=0$  pour désigner le dépôt de JIJEL.
  - \*  $i=1$  pour désigner le dépôt de BEJAIA.
  - \*  $i=2$  pour désigner le dépôt de EL KHROUB.
  - \*  $i=3$  pour désigner le dépôt de EL EULMA.
  - \*  $i=4$  pour désigner le dépôt de SKIKDA.
- **Indices stations**
  - \*  $j=(1,\dots,n)$  les stations de service.
- **Indices produits**
  - \*  $p=1$  pour le Gasoil.
  - \*  $p=2$  pour le Sans Plomb.
- **Indices camions**
  - \*  $K=\{1, \dots, k_1, \dots, k_m\}$  : l'ensemble des camions tel que :  
 les camions de 1 à  $k_1$  appartiennent à la société Naftal et de  $k_1$  à  $k_m$  sont des camions tiers.  
 $m$  : nombre total de camions.
- **Indices compartiments**
  - \*  $r = (1, \dots, 4)$ .

Ce problème peut être représenté par un graphe non orienté  $G = (V, E)$ , tel que :

$$V = v_0 \cup V_1 \cup V_2 \text{ où :}$$

$v_0$  : est le dépôt de jijel ;

$V_1 = \{v_1^1, v_1^2, v_1^3, v_1^4\}$  : l'ensemble de dépôts ;

$V_2 = \{v_2^1, v_2^2, v_2^3, \dots, v_2^n\}$  : l'ensemble des stations  $n = 1, \dots, 31$

on obtient en tout 36 sommets.

### 3.2.3 Variables de décision

On définit les variables de décision suivantes :

- $x_{ij}^k$  :  $\begin{cases} 1 & \text{si le } k^{\text{ème}} \text{ véhicule passe de la station } (i) \text{ à la station } j; \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases}$
- $z_{ri}^k$  :  $\begin{cases} 1 & \text{si le } r^{\text{ème}} \text{ compartiment du } k^{\text{ème}} \text{ véhicule est déchargé à la } i^{\text{ème}} \text{ station}; \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases}$

### 3.2.4 Fonction objectif

L'objectif de notre étude est de minimiser le coût de transport des carburants. La fonction objectif s'écrit sous la forme suivante :

Minimiser  $f$  :

$$f = C \left( \sum_{k=1}^k \sum_{\substack{i=1 \\ i \in V_1}}^4 x_{i_0 i}^k D_{i_0 i} + \sum_{k=1}^k \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^4 x_{ij}^k D_{ij} \right),$$

### 3.2.5 Contraintes

\* Contraintes de disponibilité des produits au niveau des dépôt :

$$\sum_{k=1}^k \sum_{j=1}^n x_{ij}^k Q_{ip}^k \leq DS_i^p; \quad \forall i = \overline{1,4}; \quad \forall p = \overline{1,2}.$$

\* La durée de travail de chaque véhicule :

$$\sum_{j=1}^n (\alpha_{i_0} + t_{i_0j} + \beta_j) x_{i_0j}^k + \sum_{i \in V_1} \sum_{j=1}^n (\alpha_i + t_{ij}) x_{ij}^k + \sum_{i \in V_2} \sum_{j=1}^n (\beta_j + t_{ij}) x_{ij}^k \leq T_k; \quad \forall k \in K.$$

\* Toutes les tournées doivent être connexes et issues du dépôt :

$$\sum_{i \in S} \sum_{j \in n} x_{ij}^k \leq |S| - 1; \quad S \cup \{1, \dots, n\}; \quad \forall k \in K.$$

\* Capacité des véhicules :

$$\sum_{p=1}^2 \sum_{j=1}^n x_{i_0j}^k Q_{i_0p}^k + \sum_{p=1}^2 \sum_{i \in V_1} \sum_{j=1}^n x_{ij}^k Q_{ip}^k - \sum_{p=1}^2 \sum_{i \in V_2} \sum_{j \in V_2} x_{ij}^k Q_{ip}^k \leq C^k \quad \forall k \in K.$$

\* Chaque véhicule quitte et revient au dépôt de Jijel :

$$\sum_{j=2}^n x_{i_0j}^k \geq 1; \quad \forall k = \overline{1, k_m}.$$

$$\sum_{j=2}^n x_{ji_0}^k \geq 1; \quad \forall k = \overline{1, k_m}.$$

\* Chaque station doit être livrée au moins par un véhicule :

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^{|V_2|} x_{i,j}^k \geq 1, \quad \forall j \in V_2.$$

$$\sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{|V_2|} x_{i,j}^k \geq 1, \quad \forall i \in V_2.$$

\* Un compartiment est entièrement transvidé dans une seule station :

$$\left[ \sum_{\substack{i=1 \\ i \in V_2}}^{|V_2|} z_{ri}^k \left[ \sum_{\substack{j=1 \\ j \in V_2}}^{|V_2|} x_{ij}^k = 1; \quad \forall k \in K \quad \forall r = \overline{1,4}; \right. \right.$$

\* Aucune station ne doit en rupture de stock :

$$\sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^n x_{ij}^k Q_{ip}^k \geq D_{jp}; \quad \forall j = \overline{1, |V_2|} \quad \forall p = \overline{1,2}.$$

\* Conservation des flots :

$$\sum_{i=1}^n x_{ip}^k - \sum_{j=1}^n x_{pj}^k = 0, \quad \forall p = \overline{1, 2}.$$

\* Les variables sont booléennes donc :

$$x_{ij}^k \in \{0, 1\}; \quad \forall i = \overline{1, 4}; \quad \forall j = \overline{1, n}; \quad \forall k = \overline{1, k_m}.$$

$$z_{rp}^k \in \{0, 1\}; \quad \forall r = \overline{1, 4}; \quad \forall k = \overline{1, k_m}; \quad \forall p = (1, 2).$$

### 3.2.6 Modèle général

En rassemblant la fonction objectif et les contraintes décrites ci-dessus, on obtient le programme linéaire suivant :

Minimiser f :

$$f = C \left( \sum_{k=1}^k \left[ \sum_{\substack{i=1 \\ i \in V_1}}^4 x_{i_0 i}^k D_{i_0 i} + \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^4 x_{ij}^k D_{ij} \right] \right)$$

Sous les contraintes :



$$\left\{ \begin{array}{l}
 \sum_{k=1}^k \sum_{j=1}^n x_{ij}^k Q_{ip}^k \leq DS_i^p; \quad \forall i = \overline{1,4}; \quad \forall p = \overline{1,2}. \\
 \sum_{j=1}^n (\alpha_{i_0} + t_{i_0j} + \beta_j) x_{i_0j}^k + \sum_{i \in V_1} \sum_{j=1}^n (\alpha_i + t_{ij}) x_{ij}^k + \sum_{i \in V_2} \sum_{j=1}^n (\beta_j + t_{ij}) x_{ij}^k \leq T_K; \quad \forall k \in K. \\
 \sum_{i \in S} \sum_{j \in n} x_{ij}^k \leq |S| - 1; \quad S \in \{1, \dots, n\}; \quad \forall k \in K. \\
 \sum_{p=1}^2 \sum_{j=1}^n x_{i_0j}^k Q_{i_0p}^k + \sum_{p=1}^2 \sum_{i \in V_1} \sum_{j=1}^n x_{ij}^k Q_{ip}^k - \sum_{p=1}^2 \sum_{i \in V_2} \sum_{j \in V_2} x_{ij}^k Q_{ip}^k \leq C^k; \quad \forall k \in K. \\
 \sum_{j=1}^n x_{i_0j}^k \geq 1; \quad \forall k = \overline{1, k_m}. \\
 \sum_{j=1}^n x_{ji_0}^k \geq 1; \quad \forall k = \overline{1, k_m}. \\
 \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^{|V_2|} x_{i,j}^k \geq 1, \quad \forall j \in V_2. \\
 \sum_{k=1}^K \sum_{j=1}^{|V_2|} x_{i,j}^k \geq 1, \quad \forall i \in V_2. \\
 \left[ \sum_{\substack{i=1 \\ i \in V_2}}^{|V_2|} z_{ri}^k \left[ \sum_{\substack{j=1 \\ j \in V_2}}^{|V_2|} x_{ij}^k = 1; \quad \forall k \in K; \quad \forall r = \overline{1,4}. \right. \right. \\
 \sum_{k=1}^K \sum_{i=1}^n x_{ij}^k Q_{ip}^k \geq D_{jp}; \quad \forall j = \overline{1, |V_2|} \quad \forall p = \overline{1,2}. \\
 \sum_{i=1}^n x_{ip}^k - \sum_{j=1}^n x_{pj}^k = 0, \quad \forall p = \overline{1,2}. \\
 x_{ij}^k \in \{0, 1\}; \quad \forall i = \overline{1,4}; \quad \forall j = \overline{1,n}; \quad \forall k \in K. \\
 z_{rp}^k \in \{0, 1\}; \quad \forall r = \overline{1,4}; \quad \forall k \in K; \quad \forall p = (1,2).
 \end{array} \right.$$

### 3.3 Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons modélisé le problème soulevé au niveau de district CLP-NAFTAL Jij sous forme d'un programme linéaire.

# Approche de résolution et Interprétation des résultats

## 4.1 Introduction

Le problème d'approvisionnement des stations de service en carburants au niveau de l'entreprise NAFTAL Jijel fait partie des problèmes d'une classe très complexe à résoudre. En effet, il comporte plusieurs exigences et contraintes à respecter, ce qui rend sa résolution avec une méthode exacte très difficile, voire presque impossible. Cela nous a conduits à développer une approche heuristique pour sa résolution à quatre phases.

Dans ce chapitre, notre objectif est de présenter les différentes étapes de l'heuristique que nous avons proposé pour résoudre le problème soulevé.

## 4.2 Méthode de distribution adoptée par le CDD

Actuellement, l'approvisionnement des stations de service de la wilaya par l'entreprise NAFTAL de Jijel repose sur une politique comprenant les étapes principales suivantes (Voir l'application du programme Dispatching Carburants [24]) :

1. **Etablir la liste des commandes à livrer :**

La liste des commandes d'une journée ( $t$ ) est constituée des commandes passées par les stations de service à la date ( $t-1$ ).

2. **Elaboration d'un plan de distribution :**

À cette étape, le dispatcheur de l'entreprise utilise un logiciel appelé (Dispatching Carburants). Cet outil propose des schémas de distribution en tenant compte des ressources disponibles. Les plans suggérés par ce logiciel sont optimisés en termes de distances parcourues lors d'une tournée, garantissant ainsi leur rentabilité.

## 4.3 Description du langage Visual Basic

Visual Basic est un langage de programmation puissant et convivial pour le développement d'applications Windows. Avec son IDE robuste, sa syntaxe claire et sa prise en charge de la

programmation événementielle, il est largement utilisé par les développeurs pour créer des applications interactives avec une interface utilisateur attrayante.

## 4.4 Heuristique proposée pour la résolution du problème posé

Notre heuristique proposée pour résoudre le problème repose principalement sur quatre étapes :

1. Initialisation des produits au niveau des dépôts :
2. Optimisation des distances : Calcul des dépôts prioritaires (par rapport aux distances) pour chaque station,
3. Optimisation des quantités transportées : Minimiser l'écart entre la qualité transportée par un camion et la commande des stations,
4. Favorisation des camions NAFTAL.

## 4.5 Application numérique

Dans cette section, nous allons expérimenter le programme que nous avons conçu afin de voir les résultats et de les comparer avec ceux obtenus au niveau de l'entreprise (Dispatching Carburants). Pour les données, nous avons pris trois (03) jours du mois de juillet.

### 4.5.1 Discuter les résultats

Une fois que nous avons exécuté l'heuristique que nous avons proposée, nous avons obtenu les résultats illustrés ci-dessous :

1– **Résultats obtenus pour la journée du 01/07/2023 :**

- **Les Commandes :**

| Produit            | Sans plomb | Gasoil |
|--------------------|------------|--------|
| Nombre de stations | 16         | 19     |

TABLE 4.1 – Le nombre de stations de service à visiter le 01/07/2023

- **Les camions disponibles**

- \* **Les camions NAFTAL :**

# CHAPITRE 4. APPROCHE DE RÉOLUTION ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

| Type de camion (capacité) | 12 m <sup>3</sup> | 15 m <sup>3</sup> | 25 m <sup>3</sup> | 27 m <sup>3</sup> | 30 m <sup>3</sup> | Total |
|---------------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|
| Nombre de camions         | 01                | 02                | 00                | 00                | 03                | 06    |

TABLE 4.2 – Le nombre de camions NAFTAL disponibles le 01/07/2023

## \* Les camions privés :

| Type de camion (capacité) | 27 m <sup>3</sup> |
|---------------------------|-------------------|
| Nombre de camions         | 08                |

TABLE 4.3 – Le nombre de camions privés disponibles le 01/07/2023

## • Les livraisons construites

Le nombre de livraisons par la politique de NAFTAL (Dispatching Carburants) est :

- \* 29 livraisons par les camions tiers.
- \* 11 livraisons par les camions NAFTAL

Le nombre de livraisons par notre heuristique est :

- \* 15 livraisons par les camions tiers.
- \* 20 NAFTAL.

## • Les coûts de distribution liés à l'utilisation des camions externes :

- \* Le coût obtenu par la politique de NAFTAL (Dispatching Carburants) est de : **185 834.62 DA**
- \* Le coût obtenu par l'heuristique qu'on a proposé est de : **103 458.60 DA**

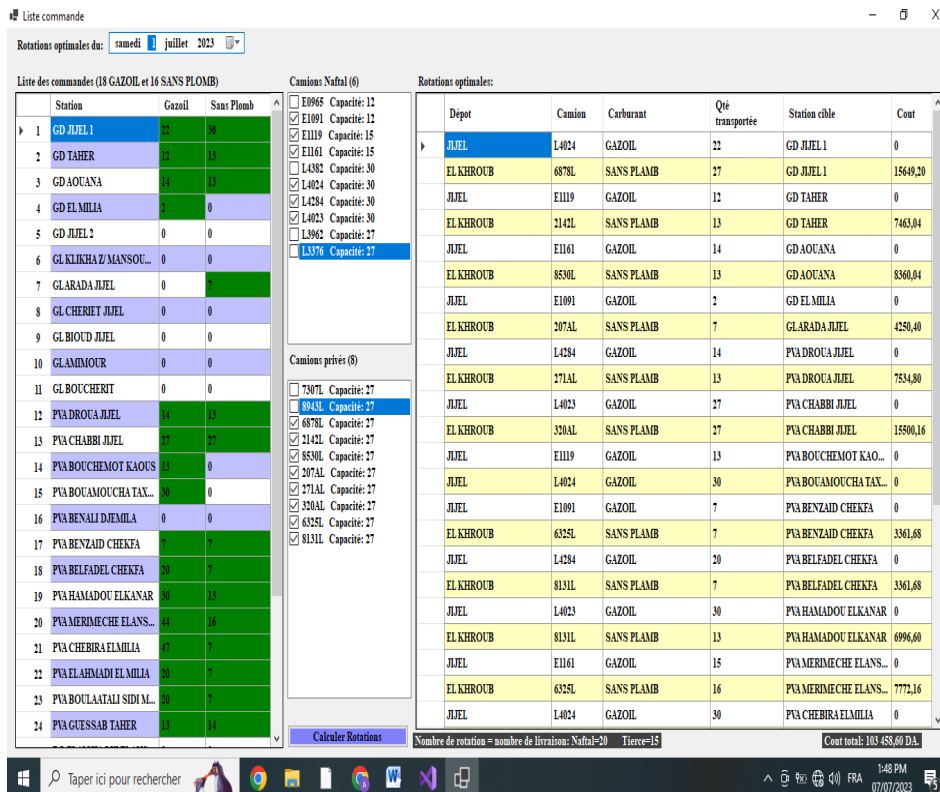


FIGURE 4.1 – L'exécution de la journée 01/07/2023

2– Résultats obtenus pour la journée du 02/07/2023 :

• Les Commandes :

| Produit            | Sans plomb | Gasoil |
|--------------------|------------|--------|
| Nombre de stations | 18         | 20     |

TABLE 4.4 – Le nombre de stations de service à visiter le 02/07/2023

• Les camions disponibles

\* Les camions NAFTAL :

| Type de camion (capacité) | 12 m <sup>3</sup> | 15m <sup>3</sup> | 25 m <sup>3</sup> | 27 m <sup>3</sup> | 30m <sup>3</sup> | Total |
|---------------------------|-------------------|------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------|
| Nombre de camions         | 01                | 02               | 00                | 00                | 04               | 07    |

TABLE 4.5 – Le nombre de camions NAFTAL disponibles le 02/07/2023

\* Les camions privés :

| Type de camion (capacité) | 27 m <sup>3</sup> |
|---------------------------|-------------------|
| Nombre de camions         | 09                |

TABLE 4.6 – Le nombre de camions privés disponibles le 02/07/2023

• Les livraisons construites :

Le nombre de livraisons par la politique de NAFTAL (Dispatching Carburants) est :

- \* 28 livraisons par les camions tiers.
- \* 18 livraisons par les camions NAFTAL.

Le nombre de livraisons par notre heuristique est :

- \* 17 livraisons par les camions tiers.
- \* 23 livraisons par les camions NAFTAL.

Les coûts de distribution liés à l'utilisation des camions externes :

- \* Le coût obtenu par la politique de NAFTAL (Dispatching Carburants) est de : **170 834.64 DA**
- \* Le coût obtenu par l'heuristique qu'on a proposé est de : **168 404.16**

# CHAPITRE 4. APPROCHE DE RÉOLUTION ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

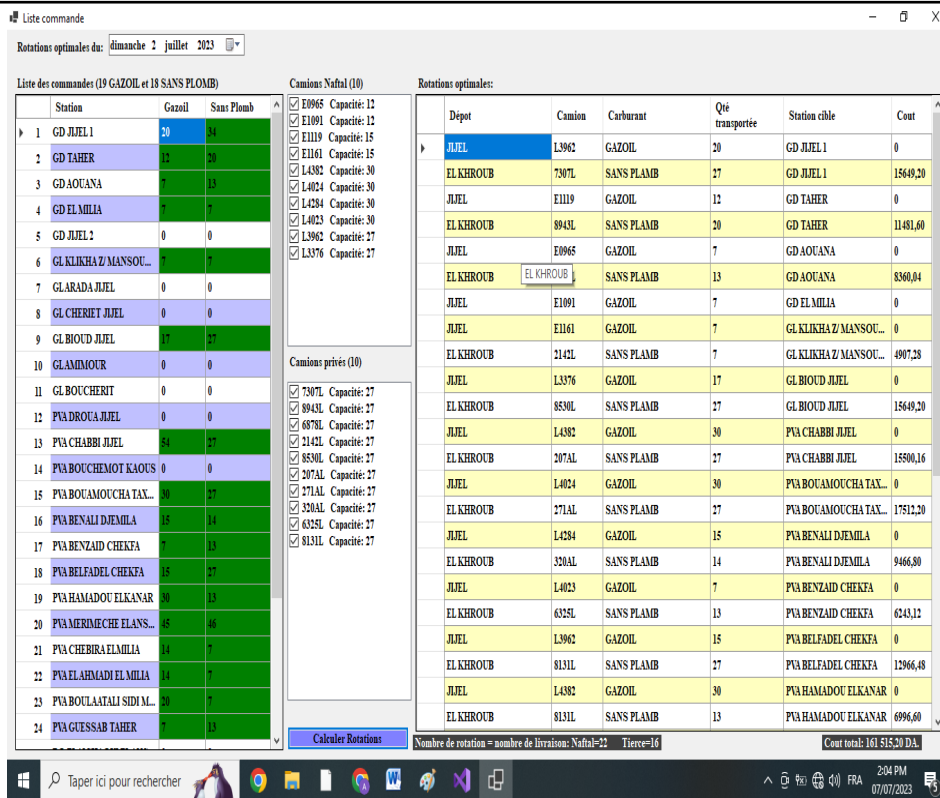


FIGURE 4.2 – L'exécution de la journée 02/07/2023

### 3– Résultats obtenus pour la journée du 03/07/2023 :

- Les Commandes :

| Produit            | Sans plomb | Gasoil |
|--------------------|------------|--------|
| Nombre de stations | 19         | 17     |

TABLE 4.7 – Le nombre de stations de service à visiter le 03/07/2023

- Les camions disponibles :

- \* Les camions NAFTAL :

| Type de camion (capacité) | 12m <sup>3</sup> | 15 m <sup>3</sup> | 25 m <sup>3</sup> | 27 m <sup>3</sup> | 30m <sup>3</sup> | Total |
|---------------------------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|------------------|-------|
| Nombre de camions         | 02               | 02                | 00                | 01                | 04               | 09    |

TABLE 4.8 – Le nombre de camions NAFTAL disponibles le 03/07/2023

- \* Les camions privés :

| Type de camion (capacité) | 27 m <sup>3</sup> |
|---------------------------|-------------------|
| Nombre de camions         | 09                |

TABLE 4.9 – Le nombre de camions privés disponibles le 03/07/2023

## CHAPITRE 4. APPROCHE DE RÉOLUTION ET INTERPRÉTATION DES RÉSULTATS

### • Les livraisons construites :

Le nombre de livraisons par la politique de NAFTAL (Dispatching Carburants) est :

- \* 29 livraisons par les camions tiers.
- \* 19 livraisons par les camions NAFTAL.

Le nombre de livraisons par notre heuristique est :

- \* 19 livraisons par les camions tiers.
- \* 21 livraisons par les camions NAFTAL.

Les coûts de distribution liés à l'utilisation des camions externes :

- \* Le coût obtenu par la politique de NAFTAL (Dispatching Carburants) est de : **181 218.12 DA**
- \* Le coût obtenu par l'heuristique qu'on a proposé est de : **161 233.68 DA**

| Station                     | Gazoil | Sans Plomb |
|-----------------------------|--------|------------|
| 8 GL CHERET JUJEL           | 0      | 0          |
| 9 GL BLOUD JUJEL            | 6      | 7          |
| 10 GL AMMOUR                | 0      | 0          |
| 11 GL BOUCHERT              | 0      | 0          |
| 12 PVA DROUA JUJEL          | 21     | 21         |
| 13 PVA CHABBI JUJEL         | 27     | 27         |
| 14 PVA BOUCHEMOT KLOUS      | 0      | 0          |
| 15 PVA BOUAMOUCHA TAX...    | 0      | 0          |
| 16 PVA BENALI DJEMILA       | 0      | 0          |
| 17 PVA BENZAID CHEKFA       | 0      | 13         |
| 18 PVA BELFADEL CHEKFA      | 14     | 27         |
| 19 PVA HAMADOU ELKANAR      | 0      | 13         |
| 20 PVA MERMECHE ELANS...    | 103    | 14         |
| 21 PVA CHEBIRA EL MILIA     | 14     | 7          |
| 22 PVA EL AHMADI EL MILIA   | 13     | 7          |
| 23 PVA BOULAATALI SIDI M... | 10     | 14         |
| 24 PVA GUESSAB TAHER        | 0      | 0          |
| 25 RO ELAICHAOUI ELANS...   | 0      | 0          |
| 26 GASSAP TAHER             | 20     | 27         |
| 27 PM TEBIRA ZMANSOUR...    | 0      | 0          |
| 28 PM MERMECHE JUJEL        | 15     | 7          |
| 29 PVA SARL ENERPRO         | 21     | 8          |
| 30 PVA RIAD MOUSSAOUI       | 20     | 7          |
| 31 PVA SARL GRAND Z         | 0      | 0          |

| Depot     | Camion | Carburant  | Qté transportée | Station cible          | Cout     |
|-----------|--------|------------|-----------------|------------------------|----------|
| JUJEL     | L3962  | GAZOIL     | 16              | GD JUJEL1              | 0        |
| EL KHROUB | 8943L  | SANS PLAMB | 27              | GD JUJEL1              | 15649,20 |
| JUJEL     | L4382  | GAZOIL     | 16              | GD TAHER               | 0        |
| EL KHROUB | 6878L  | SANS PLAMB | 27              | GD TAHER               | 15500,16 |
| JUJEL     | L4024  | GAZOIL     | 20              | GD AOUCANA             | 0        |
| EL KHROUB | 2142L  | SANS PLAMB | 13              | GD AOUCANA             | 8360,04  |
| JUJEL     | E0965  | GAZOIL     | 7               | GD EL MILIA            | 0        |
| JUJEL     | E1119  | GAZOIL     | 12              | GLARADA JUJEL          | 0        |
| EL KHROUB | 8550L  | SANS PLAMB | 7               | GLARADA JUJEL          | 4250,40  |
| JUJEL     | E1091  | GAZOIL     | 6               | GL BLOUD JUJEL         | 0        |
| EL KHROUB | 207AL  | SANS PLAMB | 7               | GL BLOUD JUJEL         | 4057,20  |
| JUJEL     | L4284  | GAZOIL     | 21              | PVA DROUA JUJEL        | 0        |
| EL KHROUB | 271AL  | SANS PLAMB | 21              | PVA DROUA JUJEL        | 12171,60 |
| JUJEL     | L4025  | GAZOIL     | 27              | PVA CHABBI JUJEL       | 0        |
| EL KHROUB | 320AL  | SANS PLAMB | 27              | PVA CHABBI JUJEL       | 15500,16 |
| EL KHROUB | 6325L  | SANS PLAMB | 13              | PVA BENZAID CHEKFA     | 6243,12  |
| JUJEL     | E1161  | GAZOIL     | 14              | PVA BELFADEL CHEKFA    | 0        |
| EL KHROUB | 8131L  | SANS PLAMB | 27              | PVA BELFADEL CHEKFA    | 12966,48 |
| EL KHROUB | 8131L  | SANS PLAMB | 13              | PVA HAMADOU ELKANAR    | 6996,60  |
| JUJEL     | L4382  | GAZOIL     | 30              | PVA MERMECHE ELANS...  | 0        |
| EL KHROUB | 6325L  | SANS PLAMB | 14              | PVA MERMECHE ELANS...  | 6800,64  |
| JUJEL     | E1119  | GAZOIL     | 14              | PVA CHEBIRA EL MILIA   | 0        |
| JUJEL     | E1161  | GAZOIL     | 13              | PVA EL AHMADI EL MILIA | 0        |

Calculer Rotations: Nombre de rotation = nombre de livraison: Naftal=21 Tierce=19 Cout total: 161 233,68 DA

FIGURE 4.3 – L'exécution de la journée 03/07/2023

Le tableau ci-dessous récapitule les divers coûts obtenus grâce à la politique de NAFTAL et à l'heuristique proposée, ainsi que les bénéfices réalisés sur l'horizon de planification (du 01/07/2023 au 03/07/2023) :

| Date       | Coût obtenu par NAFTAL (DA) | Coût obtenu par l'heuristique (DA) | Gain (DA) |
|------------|-----------------------------|------------------------------------|-----------|
| 01/07/2023 | 185 834.62                  | 103 458.60                         | 82 376.02 |
| 02/07/2023 | 170 834.64                  | 168 404.16                         | 2 430.48  |
| 03/07/2023 | 181 218.12                  | 161 233.68                         | 19 984.44 |

TABLE 4.10 – Les économies de coûts réalisées grâce à la planification utilisant notre heuristique.

### **4.5.2 Interprétation des résultats**

Nous avons comparé les résultats obtenus en appliquant notre heuristique avec ceux qui ont été obtenus par NAFTAL Jijel en utilisant l'application "Dispatching Carburants". La différence en terme de coût de transport est significatif.

## **4.6 Conclusion**

Nous avons appliqué notre heuristique aux données fournies par NAFTAL Jijel sur les trois premiers jours du mois de juillet. Le gain en terme de coût de transport en privilégiant les camions NAFTAL est marquant.



# Conclusion générale

Le travail réalisé dans ce mémoire porte essentiellement sur l'étude d'une variante du problème de tournée de véhicules avec capacité (CVRP), pour le district CLP Jijel, en affectant des véhicules aux dépôts pour la livraison de gasoil et essence sans plomb et concevoir un planning de rotation et qui répond le mieux aux objectifs souhaités par le District selon les données existantes. A cela, s'ajoute le souci de l'entreprise de satisfaire l'ensemble de ses stations-services et de les approvisionner sans impliquer des ruptures de stocks.

Nous avons conçu une heuristique suivant les quatre étapes mentionnées au paragraphe 4.3 en utilisant le langage Visual Basic. Les résultats obtenus sur les données des trois premiers jours du mois de juillet 2023, ont été comparés à ceux obtenus par NAFTAL Jijel en utilisant le programme "Dispatching Carburants". Le gain en terme de coût de transport est significatif.

En terme de perspectives, nous proposons d'étendre cette étude en prenant en compte les distances entre les stations.

# Bibliographie

- [1] AISSANI. D, RADJEF.M.S, Collaborateurs, L'université de Bejaia et application des méthodes scientifiques au transport, Actes du séminaire spécialisé sur le transport : en-jeux et perspectives, Bejaia, avril 2009, pages 6–8.
- [2] BALDACCI. R and BATTARRA. M and VIGO. D, The vehicle routing problem : latest advances and new challenges, by Bruce Golden, S. Raghavan and Edward Wasil. Springer. Chap. Routing a heterogeneous fleet of vehicles , pages 3–27, 2008.
- [3] BELHOUL. A, L'algorithme Séquentielle (Réduit Simulé+ Algorithme 2-Opt Pour La Résolution Du Problème De Routage De Véhicules avec Capacité (PRVC), Mémoire de Master, Université de Bordj Bou Arreridj Faculty of Mathematics and Computer Science, 2021.
- [4] BOUSSAID. I, Perfectionnement de métaheuristiques pour l'optimisation continue, Thèse de Doctorat, Paris Est, 2013.
- [5] BOUBAAYA. Z, Le problème de routage de véhicule avec capacité par l'algorithme de colonies de fourmis CVRP, Mémoire de Master, Université de Bordj Bou Arreridj, Faculty of Mathematics and Computer Science, 2021.
- [6] BRAEKERS. K and RAMAEKERS. K and VAN NIEUWENHUYSE. I, The vehicle routing problem : State of the art classification and review, Computers & industrial engineering, Elsevier, pages 300–313, 2016.
- [7] COLORNI. A and DORIGO. M and MANIEZZO. V and others, Distributed optimization by ant colonies, Proceedings of the first European conference on artificial life, pages 134–142, 1991.
- [8] DEROUSSI. L, Métaheuristiques pour la logistique, ISTE Group, 2016.
- [9] "Document interne de Naftal". (2023).
- [10] ELSHAER. R and AWAD. H, A taxonomic review of metaheuristic algorithms for solving the vehicle routing problem and its variants, Computers & Industrial Engineering, Elsevier, 2020.
- [11] FRIEDRICH. C, The periodical vehicle routing problem : Research overview and practical application to a south German, GRIN Verlag, 2006.
- [12] GHEZALI. Y, Le problème de la tournée de véhicule avec contrainte de capacité par l'algorithme génétique, Mémoire de Master, Université de Bordj Bou Arreridj Faculty of Mathematics and Computer Science, 2021.
- [13] IDRES. L and ZIANI. S, Modeling and Solving a Bus University Routing Problem, 2022 First International Conference on Computer Communications and Intelligent Systems (I3CIS), IEEE, pages 1–6, 2022.
- [14] KHERBOUCHE. L and OUBAHRI. Z, Quelques méthodes de résolutions en optimisation combinatoire, Mémoire de Master, Université de Tizi Ouzou, 2017.

- [15] LACOMME. P et PRINS. C et TANGUY. A, Optimisation par colonies de fourmis pour les tournées sur arcs, 4e Conférence Francophone de Modélisation et Simulation MOSIM03, Toulouse (France), 2003.
- [16] LAIB. F, Optimisation du coût de transport des déchets ménagers, Mémoire d'ingénieur, Département de Recherche Opérationnelle, Université de Béjaia, 1998.
- [17] LAOUZAI. B et MAHIOUT. H et AISSANI. D et autres, Planification de la distribution des carburants au niveau du district CLP-NAFTAL de Béjaia, Mémoire de fin d'études, Université de Béjaia, 2016.
- [18] LAYEB. A et SAIDOUNI.D, Utilisation des approches d'optimisation combinatoire pour la vérification des applications temps réel, Mémoire de Master, Université de Constantine 1, 2017.
- [19] MANIEZZO. D and DORIGO. M and MANIEZZO. V and COLORNI. A, Ant system : An autocatalytic optimizing process, Technical Report No. 91-016 Revised, 1991.
- [20] MERRAD. S et KEBICHE. Y et AISSANI. D et KHIMOUM. N, Elaboration d'un programme de distribution de GPL/c. au niveau de l'entreprise NAFTAL de Béjaia, Mémoire de Master, Université de Béjaia, 2016.
- [21] SAADI. L et BRAHMI. B et autres, Elaboration d'un plan de distribution des carburants, Mémoire Master 2, Université de Béjaia, 2013.
- [22] ZEDDAM. B et MENAA. Z, Amélioration des performances d'une entreprise de distribution Cas d'étude : NAFTAL, Mémoire Master 2, Université de Tlemcen, 2018.
- [23] Dispatching carburants, programme informatique utilisée par l'entreprise NAFTAL Jijel(documents internes).

# Annexes

| Les dépôts | Nombre de postes de chargements |        |
|------------|---------------------------------|--------|
|            | Sans plomb                      | Gasoil |
| Jijel      | 01                              | 00     |
| Béjaia     | 04                              | 02     |
| El khroub  | 05                              | 04     |
| El eulma   | 06                              | 04     |
| Skikda     | 02                              | 02     |

TABLE 4.11 – Les postes de chargement de chaque dépôt

| Num | Code  | Capacité | Nombre de compartiments et leurs capacité |
|-----|-------|----------|---|
| 01  | E0965 | 12       | 3*4                                       |
| 02  | E1091 | 12       | 3*4                                       |
| 03  | E1119 | 15       | 2 + 3 + 4 + 6                             |
| 04  | E1161 | 15       | 2 + 3 + 4 + 6                             |

TABLE 4.12 – Les camions citernes.

| Nom station/ Dépôt    | Jijel | Bejaia | EL Khroub | EL Eulma | Skikda |
|-----------------------|-------|--------|-----------|----------|--------|
| GD Jijel -1-          | 17    | 103    | 199       | 210      | 174    |
| GD Taher              | 2     | 123    | 179       | 208      | 168    |
| GD Aouana             | 37    | 83     | 219       | 233      | 191    |
| GD AL Milia           | 51    | 175    | 127       | 161      | 115    |
| GD Jijel -2-          | 14    | 103    | 199       | 210      | 174    |
| GL Klikha Z/Mansouria | 62    | 62     | 240       | 254      | 212    |
| GL Arada Jijel        | 16    | 103    | 199       | 210      | 172    |
| GL Cheriet Jijel      | 16    | 103    | 199       | 210      | 172    |
| GL Bioud Jijel        | 15    | 103    | 199       | 210      | 170    |
| GL Amimour            | 34    | 160    | 142       | 174      | 131    |
| GL Boucherit          | 47    | 175    | 127       | 159      | 113    |
| PVA Droua Jijel       | 26    | 103    | 199       | 210      | 172    |
| PVA Chabbi Jijel      | 12    | 103    | 199       | 208      | 170    |
| PVA Bouchemot Kaous   | 14    | 115    | 211       | 220      | 180    |
| PVA Bouamoucha Texana | 23    | 128    | 224       | 235      | 213    |
| PVA Benali Djimla     | 42    | 160    | 150       | 267      | 245    |
| PVA Benzaid Chekfa    | 10    | 129    | 174       | 214      | 174    |
| PVA Belfadel Chekfa   | 9     | 129    | 174       | 214      | 174    |

| Nom station/ Dépôt          | Jijel | Bejaia | EL Khroub | EL Eulma | Skikda |
|-----------------------------|-------|--------|-----------|----------|--------|
| PVA Hamadou EL Kanar        | 12    | 129    | 174       | 195      | 153    |
| PVA Merimeche EL Anacer     | 31    | 160    | 142       | 176      | 134    |
| PVA Chebira EL Milia        | 47    | 175    | 127       | 160      | 118    |
| PVA EL Ahmadi EL Milia      | 52    | 175    | 127       | 158      | 112    |
| PVA Boulaatali Sidi Maarouf | 66    | 191    | 111       | 140      | 151    |
| PVA Guessab Taher           | 1     | 123    | 179       | 208      | 168    |
| RO Laichaoui EL Anasser     | 55    | 160    | 142       | 176      | 134    |
| Cassap Taher                | 2     | 123    | 179       | 208      | 168    |
| PM Tebira Z.Mansouria       | 62    | 66     | 240       | 254      | 212    |
| PM Merimeche Jijel          | 15    | 103    | 199       | 210      | 188    |
| PVA Sarl Grand Z            | 64    | 62     | 240       | 254      | 212    |
| PVA Sarl Enerpro            | 51    | 175    | 127       | 161      | 115    |
| PVA Riad Moussaoui          | 8     | 123    | 179       | 208      | 168    |

TABLE 4.13 – Liste des stations de service.

| Num | Code  | Capacité | Nombre de compartiments et leurs capacités |
|-----|-------|----------|--|
| 01  | R848  | 25       | 5*3 + 10                                   |
| 02  | R107  | 27       | 9*3  |
| 03  | R939  | 27       | 9*3  |
| 04  | R1432 | 30       | 8*2 + 7*2                                  |
| 05  | R1326 | 30       | 8*2 + 7*2                                  |
| 06  | R1394 | 30       | 8*2 + 7*2                                  |
| 07  | R1428 | 30       | 8*2 + 7*2                                  |

TABLE 4.14 – Liste des citernes NAFTAL.

| Num | Code  | Capacité | Nombre de compartiments et leurs capacités |
|-----|-------|----------|--|
| 01  | 3589R | 27       | 7*3 + 6                                    |
| 02  | 3871R | 27       | 7*3 + 6                                    |
| 03  | 4157R | 27       | 7*3 + 6                                    |
| 04  | 6142R | 27       | 7*3 + 6                                    |
| 05  | 302R  | 27       | 7*3 + 6                                    |
| 06  | 6141R | 27       | 7*3 + 6                                    |
| 07  | 6142R | 27       | 7*3 + 6                                    |
| 08  | 6181R | 27       | 7*3 + 6                                    |
| 09  | 3912R | 27       | 7*3 + 6                                    |
| 10  | 4765R | 27       | 7*3 + 6                                    |

TABLE 4.15 – Liste des citernes tiers.

| Numéro de tracteur | Code du tracteur |
|--------------------|------------------|
| 01                 | E0965            |
| 02                 | E1091            |
| 03                 | E1119            |
| 04                 | E1161            |
| 05                 | L4382            |
| 06                 | L4024            |
| 07                 | L4284            |
| 08                 | L4023            |
| 09                 | L3962            |
| 10                 | L3376            |

TABLE 4.16 – Liste des tracteurs NAFTAL.

| Numéro de tracteur | Code du tracteur |
|--------------------|------------------|
| 01                 | 7307L            |
| 02                 | 8943L            |
| 03                 | 6878L            |
| 04                 | 2142L            |
| 05                 | 8530L            |
| 06                 | 207AL            |
| 07                 | 271AL            |
| 08                 | 320AL            |
| 09                 | 6325L            |
| 10                 | 8131L            |

TABLE 4.17 – Liste des tracteurs tiers.

|        | Distances | Itinéraires |           |           | Destinations |
|--------|-----------|-------------|-----------|-----------|--------------|
|        |           | Ville -A-   | Ville -B- | Ville -C- |              |
| SKIKDA | 202       | JIJEL       | AL AOUANA | /         | Z/MANSOURIA  |
|        | 185       | JIJEL       | KAOUS     | /         | TEXANNA      |
|        | 140       | EL KENNAR   | CHAKFA    | /         | TAHER        |
|        | 217       | JIJEL       | KAOUS     | TEXANNA   | DJIMLA       |
|        | 113       | EL MILIA    | EL ANCER  | /         | B.BELHADEF   |

TABLE 4.18 – Liste des stations situées sur la même route depuis le dépôt de SKIKDA



|           | Distances | Itinéraires |           |           | Destinations |
|-----------|-----------|-------------|-----------|-----------|--------------|
|           |           | Ville -A-   | Ville -B- | Ville -C- |              |
| EL KHROUB | 240       | JIJEL       | AL AOUANA | /         | Z/MANSOURIA  |
|           | 224       | JIJEL       | KAOUS     | /         | TEXANNA      |
|           | 179       | EL KENNAR   | CHAKFA    | /         | TAHER        |
|           | 150       | CH LAID     | FERDJIOUA | /         | DJIMLA       |
|           | 152       | SIDI MAROUF | EL MILIA  | EL ANCER  | B.BELHADEF   |

TABLE 4.19 – Liste des stations situées sur la même route depuis le dépôt de EL KHROUB

|        | Distances | Itinéraires |           |           | Destinations |
|--------|-----------|-------------|-----------|-----------|--------------|
|        |           | Ville -A-   | Ville -B- | Ville -C- |              |
| BEJAIA | 83        | ZIAMA       | /         | /         | EL AOUANA    |
|        | 128       | JIJEL       | KAOUS     | /         | TEXANNA      |
|        | 129       | JIJEL       | TAHER     | /         | CHEKFA       |
|        | 160       | JIJEL       | KAOUS     | TEXANNA   | DJIMLA       |
|        | 160       | EL KENNAR   | /         | /         | EL ANCER     |

TABLE 4.20 – Liste des stations situées sur la même route depuis le dépôt de BEJAIA

|          | Distances | Itinéraires   |             |           | Destinations |
|----------|-----------|---------------|-------------|-----------|--------------|
|          |           | Ville -A-     | Ville -B-   | Ville -C- |              |
| EL EULMA | 210       | OUED OTHMANIA | SIDI MAROUF | EL MILIA  | JIJEL        |

TABLE 4.21 – Liste des stations situées sur la même route depuis le dépôt de EL EULMA

| Nom de la station           | La demande en $m^3$ |        |
|-----------------------------|---------------------|--------|
|                             | Sans plomb          | Gasoil |
| GD Jijel                    | 30                  | 22     |
| GD TAHER                    | 13                  | 12     |
| GD EL AOUANA                | 13                  | 14     |
| GD EL MILIA                 | 00                  | 02     |
| GL ARADA JIJEL              | 07                  | 00     |
| PVA CHABBI JIJEL            | 27                  | 27     |
| PVA BOUCHEMOT               | 00                  | 13     |
| PVA BOUAMOUCHE TEXANA       | 00                  | 30     |
| PVA GUESSAB TAHER           | 14                  | 13     |
| PVA BEN ZAID CHEKFA         | 07                  | 07     |
| PVA BELFADEL CHEKFA         | 07                  | 20     |
| HAMADOU EL KANAR            | 13                  | 30     |
| PVA MERIMECHE EL ANCER      | 16                  | 44     |
| PVA CHEBIRA EL MILIA        | 07                  | 47     |
| PVA SARL ENERPRO            | 13                  | 14     |
| PVA EL AHMADI EL MILIA      | 7                   | 20     |
| PVA BOULAATALI SIDI MAAROUF | 7                   | 20     |
| PVA SARL GRAND Z            | 13                  | 14     |
| PVA DROUA JIJEL             | 13                  | 14     |

TABLE 4.22 – Liste des demandes Gasoil et Sans plomb pour la journée 01/07/2023

| Nom de la station                | La demande en $m^3$ |        |
|----------------------------------|---------------------|--------|
|                                  | Sans plomb          | Gasoil |
| GD Jijel                         | 34                  | 20     |
| GD TAHER                         | 20                  | 12     |
| GD EL AOUANA                     | 13                  | 7      |
| GD EL MILIA                      | 7                   | 7      |
| GD KLIKHA Z/MANSOURIA            | 7                   | 7      |
| GL BIOUD Jijel                   | 27                  | 17     |
| PVA CHABBI JIJEL                 | 27                  | 54     |
| PVA BOUAMOUCHE TEXANNA           | 27                  | 30     |
| PVA BENALI DJIMLA                | 14                  | 15     |
| PVA BEN ZAID CHEKFA              | 13                  | 7      |
| PVA BELFADEL CHEKFA              | 27                  | 15     |
| HAMADOU EL KANAR                 | 13                  | 30     |
| PVA MERIMECHE EL ANCER           | 46                  | 45     |
| PVA CHEBIRA EL MILIA             | 7                   | 14     |
| PVA EL AHMADI EL MILIA           | 7                   | 14     |
| PVA BOU LAATALI SIDI MAAFOUF     | 7                   | 20     |
| PVA GUE                          | 13                  | 7      |
| PVA SARL GRAND Z                 | -                   | 23     |
| PVA SARL ENERPRO                 | 13                  | 14     |
| GL CHERIET JIJEL (GL MALEK AMAL) | -                   | 6      |

TABLE 4.23 – Liste des demandes Gasoil et Sans plomb pour la journée 02/07/2023

| Nom de la station           | La demande en $m^3$ |        |
|-----------------------------|---------------------|--------|
|                             | Sans plomb          | Gasoil |
| GD Jijel 1                  | 34                  | 16     |
| GD TAHER                    | 34                  | 16     |
| GD EL AOUANA                | 13                  | 20     |
| GD EL MILIA                 | 7                   | 7      |
| GL ARADA                    | 7                   | 12     |
| GL BIOUD Jijel              | 7                   | 6      |
| PVA CHABBI Jijel            | 27                  | 27     |
| PVA DROUA Jijel             | 21                  | 21     |
| CASSAB TAHER                | 27                  | 30     |
| PVA RIAD MOUSSAOUI          | 7                   | 20     |
| BELFADEL CHEKFA             | 27                  | 14     |
| PVA BEN ZAID CHEKFA         | 13                  | 00     |
| PVA HAMADOU EL KANAR        | 13                  | 00     |
| PVA MERIMECHE EL ANCER      | 14                  | 103    |
| PVA CHEBIRA EL MILIA        | 7                   | 14     |
| PVA SARL ENERPRO            | 6                   | 21     |
| PVA EL AHMADI EL MILIA      | 7                   | 13     |
| PVA BOULAATALI SIDI MAAROUF | 14                  | 40     |
| PM MERIMECHE JIJEL          | 7                   | 15     |

TABLE 4.24 – Liste des demandes Gasoil et Sans plomb pour la journée 03/07/2023

# Résumé

L'étude présentée dans ce mémoire consiste à la résolution d'un problème pratique d'approvisionnement au sein du district CLP Naftal Jijel, Il s'agit d'approvisionner les stations de service de la wilaya de Jijel en carburants en utilisant deux moyens de transport (interne et externe) d'après plusieurs dépôts. En particulier, notre objectif consiste à mettre en oeuvre une stratégie de gestion qui permettra de minimiser le coût total de transport. En premier lieu, une représentation détaillée de l'entreprise Naftal Jijel a été effectuée. En second lieu, nous avons modélisé le problème sous forme d'un programme linéaire mixte, en termes de variables et de contrainte. Pour résoudre ce problème, nous avons proposé une heuristique. Pour mettre en pratique cette heuristique, nous avons développé un programme en utilisant Visual Basic. Une comparaison des résultats a été réalisée avec ceux obtenus par Naftal Jijel en utilisant le programme "Dispatching Carburants". Le gain obtenu en termes de coût de transport est significatif.

**Les mots clés :** Tournées de véhicules avec capacité - Visual Basic - Approvisionnement - Heuristique

---

## Abstract

The study presented in this dissertation consists of solving a practical supply problem within the CLP Naftal Jijel district. The aim is to supply the service stations in the wilaya of Jijel with fuel using two means of transport (internal and external) from several depots. In particular, our objective is to implement a management strategy that will minimise the total cost of transport. First, a detailed representation of the Naftal Jijel company was carried out. Secondly, we modelled the problem as a mixed linear program, in terms of variables and constraints. To solve this problem, we proposed a heuristic. To put this heuristic into practice, we developed a programme using Visual Basic. The results were compared with those obtained by Naftal Jijel using the "Dispatching Carburants" programme. The gain in terms of transport costs is significant.

**Keywords :** Vehicle tours with capacity - Visual Basic - Procurement - Heuristics .