



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE et POPULAIRE.  
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique.

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI, TIZI-OUZOU  
Faculté des Sciences  
Département de Mathématiques

\*\*\*

Mémoire D'ingénieur D'état  
en  
Recherche Operationnelle  
Thème

*Optimisation de la distribution des produits  
pétroliers (les carburants) au niveau de  
L'entreprise NAFTAL de TIZI OUZOU*

Présenté par

Halimaoui Dahbia

\*\*\*

Devant le jury d'examen composé de :

<i>M<sup>er</sup></i> AIDENE Mohamed	Professeur	UMMTO	Président
<i>M<sup>er</sup></i> OUKACHA Brahim	Maitre de conférences(A)	UMMTO	Promoteur
<i>M<sup>er</sup></i> MERAKEB Abdelkader	Maitre de conférences(B)	UMMTO	Examineur

Soutenu le 15 / 09 / 2011



# Remerciements

*Je remercie tout d'abord, Dieu le tout puissant d'avoir guidé mes pas vers les ports du savoir.*

*J'exprime mes plus grandes reconnaissances, et mes remerciements à mon promoteur M<sup>er</sup> OUKACHA BRAHIM(U.M.M.T.O), et ainsi qu'à mon encadreur M<sup>er</sup> BAIKACHE(NAFTAL) pour leurs aides, conseils et précieuses orientations dans la direction de ce projet, et pour avoir guidé ce travail, en conjuguant habilement disponibilité, conseils et critiques constructives.*

*Je témoigne mes reconnaissances particulières à M<sup>me</sup> KHACHABA pour son aide, son obligeant M<sup>er</sup> YABDA qui m'a vraiment aidé dans mon stage au sein de l'entreprise NAFTAL de TIZI OUZOU.*

*À toutes personnes de poste de dispatching, ainsi qu'à toutes les travailleuses de l'entreprise, pour leur bon accueil et leur gentillesse.*

*Je tiens à exprimer mes remerciements aux membres du jury, de m'avoir honoré en acceptant de juger mon travail.*

*Enfin, que tous ceux et celles qui m'ont involontairement obliés et qui ont participé, de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail, sont obligeants tout les enseignants du département mathématiques, ainsi que à l'ensemble des enseignants qui m'ont formé à l'Université Mouloud Memmeri de Tizi Ouzou.*



*Rien n'aurait été plus beau à offrir à mes parents, ma mère DJAMILA et mon père SAID, sans lesquelles je ne serais que je suis devenus aujourd'hui, que sans leurs encouragements, et leurs réconfort qu'ils m'ont porté quand le besoin s'est fait sentir, je les dédie ce modeste travail.*

*Tout mes félicitations à ma tante SAMIA pour son fiançailles et à son mari, je leur souhaite une belle vie.*

*Le bonheur, et un vrai sentiment que chaque personne peut avoir, mon bonheur et d'avoir toutes mes proches aux côtés de moi, mon bonheur et que mon grand père(MOHAND ARAB) maternelle est encore avec nous, je le souhaite une longue vie.*

*À la mémoire de ma grande mère maternelle OUIZA, surtout à DADA VLAL, à qui je ne saurais exprimer mon regret de n'être pas parmi nous Aujourd'hui puissent-ils reposer en paix.*

*À deux personnes que je tiens vraiment, de les avoirs comme des autres parents pour moi, mes beaux parents OMAR et Ouardia à qui je souhaite une très longue vie.*

*À mes très chers frères et sœurs:  
SAMIR, MOUNIR, MOULOUD, GHILA, KAHINA, IMANE, j'ai les souhaits que de la réussite dans leurs études et vie.*

*À toute ma famille, est comprise: Mes chers oncles:  
MOURAD, avec sa petite famille (ZAHRA, AMAR, YANISSE FARID, NACER.*

*Mes très chères tantes:  
ZAHRA, avec sa famille (son mari NOURDINE, ses enfants, MANAL, FIFI, MOHAMED, RACHID, ILYAS). RASA avec sa petite famille (son mari MIHA, ses deux filles, YASMINE, OUIZA).*

À mes deux autres sœurs (mes belles sœurs)  
KAHINA avec sa famille (son mari RABAH, ses enfants, NOURDINE,  
DALYA, SISOU). Son oncle thamazouthe HAKIMA à qui je souhaite que  
de la réussite dans ses études.

À ma tante paternelle HADJILA avec ses enfants.  
À ma grand-mère paternelle DAHBIA, à qui je souhaite une longue vie,  
et de guérirai le plus tôt possible. À toutes les personnes que je connais son  
exception.

# Table des matières

<b>Introduction Générale:</b>	<b>9</b>
<b>1 Présentation de l'entreprise NAFTAL</b>	<b>12</b>
1.1 Introduction:	13
1.1.1 Aperçu historique:	13
1.1.2 Les missions de l'entreprise:	14
1.2 Le réseau nationale de distribution:	16
1.2.1 L'approvisionnement:	16
1.2.2 Le ravitaillement:	16
1.2.3 La livraison:	16
1.2.4 Le schéma de distribution:	17
1.3 Les produits commercialisés par l'entreprise:	18
1.4 L'organisation de l'entreprise NAFTAL:	19
1.4.1 Schéma d'organisation de l'entreprise NAFTAL:	20
1.4.2 La direction général:	21
1.4.3 La direction fonctionnelle:	21
1.4.4 Les stuctures operationelles:	22
1.5 Les moyens mis en oeuvres:	23
1.5.1 Les moyens humaines de NAFTAL:	23
1.5.2 Les moyens financiers:	23
1.5.3 Les moyens matérielles:	24
1.6 Présentation de la district CLP:	24
1.6.1 L'organisation du district commercial de TIZI OUZOU:	25
1.6.2 Les missions de chaque département:	26
1.6.3 Les missions du district CLP:	27
1.7 L'approvisionnement de la district CLP:	27
<b>2 Problématique</b>	<b>29</b>
2.1 Introduction:	30
2.2 Collecte des donnes:	30
2.3 Présentation et position du problème:	30
2.4 Les carectérisque du problème:	31
2.5 Le centre de stokage:	32

2.5.1	L'ensemble des clients: . . . . .	33
2.5.2	Le type des clients de l'entreprise: . . . . .	36
2.5.3	La flotte de véhicule du centre Oued-Aissi: . . . . .	36
2.5.4	Capacités de stockage des stations-services des clients: . . . . .	37
2.5.5	Les coût de transport: . . . . .	39
2.6	La méthode actuelle de distribution: . . . . .	39
2.6.1	Introduction: . . . . .	39
2.6.2	La réception commandes: . . . . .	39
2.6.3	Le dispatching(programmation): . . . . .	40
2.6.4	La facturation: . . . . .	42
2.6.5	La caisse: . . . . .	43
2.7	Description du problème: . . . . .	43
2.8	Les contraintes: . . . . .	45
2.9	Les Hypothèses: . . . . .	46
2.10	Les Objectifs: . . . . .	46
<b>3</b>	<b>Modélisation du problème:</b>	<b>47</b>
3.1	Introduction: . . . . .	48
3.2	Présentation du probleme: . . . . .	48
3.2.1	Les formules mathématiques: . . . . .	49
3.3	Le modèle mathématique: . . . . .	55
3.4	Evaluation du modèle mathématique: . . . . .	58
3.5	Optimisation multi-objectif: . . . . .	58
3.6	Consepts de base: . . . . .	59
3.7	Formules mathématiques du problème multi-objectif: . . . . .	59
3.7.1	Espace de decision: . . . . .	60
3.7.2	Espace des critères: . . . . .	60
3.7.3	Dominance: . . . . .	61
3.7.4	Domiance forte: . . . . .	61
3.7.5	Efficacité: . . . . .	61
3.7.6	La méthode d'agrégation linéaire: . . . . .	61
<b>4</b>	<b>Quelleque Méthode de Résolution:</b>	<b>63</b>
4.1	Les méthodes approchés: . . . . .	64
4.1.1	Les méthodes heuristiques: . . . . .	64
4.1.2	Les métha-heuristiques: . . . . .	72
4.1.3	La méthode de recherche tabou: . . . . .	72
4.1.4	Eléments et gestion de liste tabou: . . . . .	73
4.1.5	Choix du meilleur condidat: . . . . .	75
4.1.6	Critères d'arrêt: . . . . .	75

<b>5</b>	<b>Approche de Résolution du Problème</b>	<b>80</b>
5.1	Choix de la méthode: . . . . .	81
5.2	Les Algorithmes Génétiques: . . . . .	82
5.2.1	Les composantes d'un algorithme génétique: . . . . .	82
5.2.2	Codage des chromosomes: . . . . .	83
5.2.3	Codage binaire: . . . . .	83
5.2.4	Génération d'une population: . . . . .	84
5.2.5	Les opérateurs génétiques: . . . . .	86
5.3	Stratégie de résolution . . . . .	88
5.4	Les différents paramètres utilisés: . . . . .	89
5.4.1	Codage des données: . . . . .	89
5.4.2	Taille de la population: . . . . .	90
5.4.3	Le taux de croisement: . . . . .	90
5.4.4	Le test d'arrêt: . . . . .	90
5.5	Adaptation de l'algorithme au problème: . . . . .	91
5.5.1	Construction de la population initiale: . . . . .	91
5.5.2	Représentation génétique d'une solution(Codage): . . . . .	94
5.5.3	L'algorithme adapté a notre problème: . . . . .	94
<b>6</b>	<b>Présentation du logiciel</b>	<b>96</b>
6.1	Introduction: . . . . .	96
6.2	Déscription du DELPHI: . . . . .	96
6.3	Présentation du logiciel: . . . . .	97
6.3.1	Mode d'emploi: . . . . .	97
	<b>Conclusion Général:</b>	<b>116</b>
	<b>Bibliographie:</b>	<b>116</b>
	<b>Annexe:</b>	<b>116</b>

# Liste des tableaux

2.1	la liste des clients . . . . .	34
2.2	La flotte de Véhicules . . . . .	37
2.3	Capcité de stockage des stations-services . . . . .	38

# Table des figures

1.1	La procedure de distribution . . . . .	17
1.2	Schéma actuel d'organisation de la société NAFTAL . . . . .	20
1.3	Source NAFTAL . . . . .	25
3.1	Espace de decision et espace de critères . . . . .	60
4.1	Le schéma de l'heuristique du plus proche voisin . . . . .	65
4.2	Le schéma général de la méthode SAVING . . . . .	68
4.3	Schématisation de la procédure 2- opt . . . . .	71
5.1	Représentation schématique du croisement . . . . .	86
5.2	Une mutation . . . . .	87
5.3	chromosome représenté sur trois tournées. . . . .	89
6.1	. . . . .	100
6.2	. . . . .	100
6.3	. . . . .	101
6.4	. . . . .	102
6.5	. . . . .	103
6.6	. . . . .	104
6.7	. . . . .	105
6.8	. . . . .	106
6.9	. . . . .	107
6.10	. . . . .	107
6.11	. . . . .	108
6.12	. . . . .	108
6.13	. . . . .	109
6.14	. . . . .	109
6.15	. . . . .	110
6.16	. . . . .	111

## avant propos

La recherche opérationnelle, aussi appelée science du management ou science de la décision, est une discipline dont l'objet est d'aider les gestionnaires à prendre des décisions en utilisant des modèles et des méthodes scientifiques adaptées. On situe la naissance de la Recherche opérationnelle lors de la deuxième guerre mondiale, lorsque l'Etat-major britannique fit appel à des équipes de mathématiciens et de physiciens pour l'aider à analyser des questions de stratégie militaire (développement d'un réseau de radars, organisation des convois maritimes...). [13] Après la guerre, cette approche systématique et scientifique des problèmes de décision a été transposée au monde économique et industriel où elle a connu de nombreux succès. Depuis, de nouvelles méthodes et de nouveaux champs d'application ont vu le jour. Les questions auxquelles s'intéresse la Recherche opérationnelle peuvent être classées en différentes catégories, selon les caractéristiques des situations visées, des modèles proposées pour les présenter et des techniques de résolution utilisées. [14] On peut par exemple évoquer les problèmes combinatoires, aléatoires ou concurrentiels. Les problèmes combinatoires apparaissent lorsque les réponses possibles sont trop nombreuses pour pouvoir être énumérées complètement (ordonnancement de la production, planning du personnel...). En environnement aléatoire, tous les paramètres du problème ne sont pas connus avec certitude (gestion des pannes, des stocks, des files d'attente, de portefeuilles financiers...). En environnement concurrentiel, le décideur doit sélectionner une stratégie sans connaître la position qu'adoptera son adversaire (choix politique, décision d'investissement, positionnement des produits...). Outre l'arsenal classique de l'analyse mathématique, la Recherche opérationnelle fait un usage intensif des mathématiques discrètes et de l'algorithmique. [15] La popularité grandissante des méthodes de Recherche opérationnelle est d'ailleurs indissociablement liée à la percée fulgurante de l'informatique dans le monde de la gestion. Des outils aussi puissants et aussi complexes que la programmation linéaire, les algorithmes de graphes, l'optimisation combinatoire, la simulation, l'analyse multi-critère et les processus stochastiques sont ainsi disponibles.

# Introduction Générale

Le pétrole concerne une place prépondérante, en tête des différentes sources d'énergie, en ce qui concerne l'Algérie, pays à la fois producteurs, exportateurs et consommateurs, cette ressource naturelle joue un rôle primordial dans l'économie du pays.

La distribution des produits pétroliers, est une activité logistique qui est constituée de plusieurs maillons, (dépôt, entrepôt, centre de production, moyen de transport) qui sont liées entre eux par des échanges de produits depuis l'extraction du pétrole, et sont évacuées des champs, suivies de son traitement au niveau des raffineries, jusqu'à la disposition des consommateurs. C'est le cas de NAFTAL (zone CLP (carburants)) de Tizi Ouzou, qui a pour mission principale, la distribution et la commercialisation des produits pétroliers, est d'assurer l'équilibre entre l'offre (production), et la demande (consommation). A cela s'ajoute le souci de l'entreprise NAFTAL, de satisfaire l'ensemble de ses clients et de les approvisionner sans impliquer des ruptures de stock. Le but de ce projet est d'élaborer un modèle d'optimisation, permettant de mettre en place un plan de distribution des hydrocarbures de façon à satisfaire tous les consommateurs situés sur l'ensemble du territoire de la wilaya de Tizi Ouzou.[15]

Notre travail est basé sur les points suivants:

Le premier chapitre, est consacré à une brève présentation de la société NAFTAL de TIZI OUZOU.

Le second chapitre, aborde la problématique, avec ces différentes caractéristiques, à savoir les contraintes et les objectifs assignés.

Le troisième chapitre, nous avons présenté le modèle mathématique du problème étudié, pour les différentes contraintes régissant la distribution des carburants.

Le quatrième chapitre est consacré à la présentation de quelques méthodes de résolutions.

Le cinquième chapitre est réservé à choisir une méthode pour la résolution du problème.

Enfin la dernière partie s'est consacrée à la présentation du logiciel avec une application.

# Chapitre 1

## Présentation de l'entreprise NAFTAL



## 1.1 Introduction:

Après l'indépendance de l'Algérie, les pouvoirs publics, ont créé une compagnie algérienne de recherche d'exploitation de transport, et de commercialisation des hydrocarbures et leurs dérivées, sous l'appellation de SONATRACH, qui est la première entreprise dans le continent africain, elle s'est investie pour s'imposer à la 12<sup>ème</sup> position parmi les compagnies pétrolières mondiale.[17]

Après la nationalisation des hydrocarbures, en 1971 la distribution des produits pétroliers en Algérie a été confiée à la " marche intérieur" relevant de SONATRACH, pour prendre en charge les activités de raffinage et de distributions des produits pétroliers sur le marché national.

### 1.1.1 Aperçu historique:

NAFTAL, est une entreprise nationale de commercialisation et de distribution des produits pétroliers, qui est depuis **18-04-1998**, est devenue une société par action (SPA), dont ses activités sont détenues intégralement par le groupe SONATRACH, elle a toujours fonctionné sur le plan régionale en unité de distribution. Issu de SANATRACH, a été créé par le décret N<sup>o</sup> **80-101** du **09-04-1980**, comme elle est aussi chargée de l'industrie du raffinage, et de la distribution des produits pétroliers (ERDP). Elle a été constituée par le transfert des structures moyennes, détenues gérées auparavant par SONATRACH, elle rentre en activité le **01-01-1982**, alors que le raffinage est séparé de l'activité de distribution, donc la raison sociale de l'entreprise change, suite à cette séparation des activités. le décret N<sup>o</sup> **80-187** du **27-08-1987** et qui s'est concrétisé par la création des deux entreprises qui sont:

**NAFTAC**:est chargé du raffinage du pétrole.

**NAFTAL**:est chargé dans le cadre du plan national de développement économique et la société de commercialisation et de distribution des produits pétroliers.

L'appellation NAFTAL provient de :

**NAFT**: pétrole

**AL**: Algérie.

A partir de **1998**, NAFTAL change de statut et devient filial à **100%** de SANATRACH avec un capital de **6,5** milliards de dinars qui est évalué à nos jours à **15,65** milliards de dinars. Elle s'est réorganisée sur ses principaux métiers de base qui sont désormais:

La distribution et la commercialisation des produits carburants et GPL. NAFTAL se trouve aujourd'hui, dans les nouveaux contextes de libre concurrence, marqué de surcroît par les nouvelles dispositions de la loi N<sup>o</sup> **05-07** du **27-04-2004** relative aux hydrocarbures.

### 1.1.2 Les missions de l'entreprise :

NAFTAL, a pour mission principale, la distribution et la commercialisation des produits pétroliers sur le marché nationale, comme elle intervient dans les domaines suivants:

- ★ L'enfûtage des **GPL**.
- ★ La formulation de **bitume**.
- ★ La distribution, stockages et commercialisation des carburants, **lubrifiants pneumatiques**, GPL carburants, produits spéciaux.
- ★ Transports des produits pétroliers.
- ★ Distribution des produits pétroliers et dérivés.

NAFTAL a les activités qu'elle exerce durant sa mission, elle consistent a commercialiser les produits pétroliers à travers toute l'organisation et la gestion du réseau de distribution sur l'ensemble du territoire national.

Ses missions sont:

- ✓ Organiser et développer l'activité de commercialisation.
- ✓ Stocker, transporter et/ou faire transporter tous produits à commercialiser sur le territoire national.
- ✓ Élaborer et concrétiser les plans annuels et pluriannuels arrêtés avec les organismes concernés, visant la couverture du marché national en produits pétroliers.
- ✓ Veiller à la mise en œuvre des actions par une utilisation rationnelle des produits énergétiques.
- ✓ Veiller à l'application et au respect des mesures relatives à la société

industrielle, la sauvegarder et la protection de l'environnement en relation avec les organismes concernés.

✓ Procéder à la récupération des huiles usagées dans le cadre de la préservation et de la protection de la nature.

✓ Développer les infrastructures de stockage, et de distribution pour assurer une meilleure couverture des besoins du marché.

✓ Procéder à une étude du marché en matière d'utilisation et de consommation des produits pétroliers. Formation, au recyclage au perfectionnement des travailleurs.

✓ Définir et développer une politique en matière d'audit, concevoir et mettre en œuvre des systèmes intégrés d'informations.

✓ Développer et mettre en œuvre les actions visant à une utilisation optimale et rationnelle des infrastructures.

✓ Développer une image de marque.

## 1.2 Le réseau nationale de distribution:

Le réseau national de distribution en produits pétroliers comprend trois étapes essentielles qui sont:

### 1.2.1 L'approvisionnement:

C'est une action d'acheminer les produits pétroliers d'une raffineries, vers un centre primaire, que soit d'ELHARRACH(code16A) ou bien CARROBIER(code169), ce transfert est réalisé soit par pipe -line ou par cabotage(bateau).

### 1.2.2 Le ravitaillement:

Lorsque les centres de stockages (primaires) sont bien chargé, alors on a deux étapes, l'acheminement des produits pétroliers d'un centre primaire vers les centres secondaires (**dépôt**), soit par rail(**train**), ou par camion(**wagon-citerne**), les dépôts n'ont aucune relation avec les raffineries, et chaque entrepôts couvre un ensemble de dépôt.

### 1.2.3 La livraison:

C'est la phase finale, qui intervient au niveau du réseau de distribution son rôle est d'assurer la disponibilité des produits, dans les zones de consommation (stations-services) le transfert des carburants vers les stations-services se fait entièrement par deux manière différentes:

#### **La livraison direct:**

Consiste à livrer les produits carburants d'un centre secondaire vers les clients, en utilisant des camions propre à NAFTAL, lorsque l'entreprise n'arrive pas à satisfaire sa clientèle alors elle fait appelle a ses clients privés qui ont des camions propre à eux pour assurer la livraison, elle se fait généralement pour les stations qui sont proche de NAFTAL.

### La livraison en droiture:

Elle consiste à livrer des produits d'un centre primaire, directement vers les clients c-à-d, à partir de l'entrepôt d'Alger vers les clients, avec des camions privés que l'entreprise avait loué, d'une manière générale les raffineries approvisionnent directement tous les gros consommateurs comme les clients industrielles, les aéroports, les entreprises des travaux routiers.

#### 1.2.4 Le schéma de distribution:

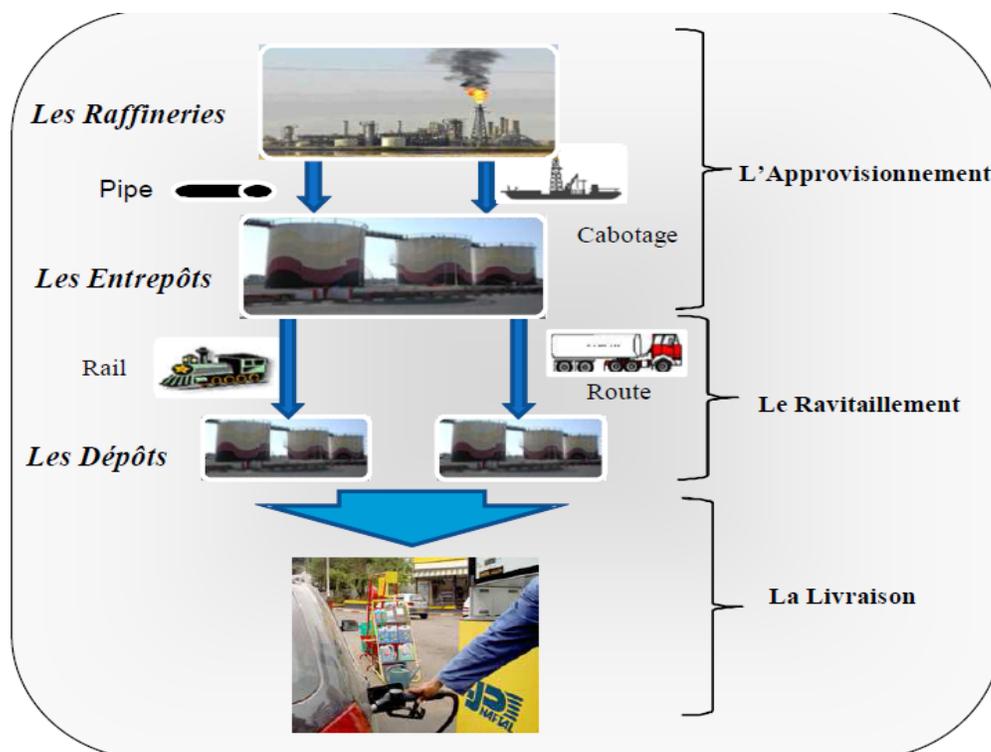


FIG. 1.1 – La procédure de distribution

## 1.3 Les produits commercialisés par l'entreprise:

### 1.3.1-Les familles de carburant:

#### **Essence Normale:**

C'est un carburant avec plomb utilisé pour les anciens véhicules et qui possède une quantité inférieure à celle du super, comme il est très polluant, pour cette raison sa commercialisation a diminué.

#### **Essence Super:**

On l'utilise pour l'alimentation des moteurs automobiles, il est caractérisé par un indice d'octane très élevé par rapport à l'essence Normale.

#### **Essence sans Plomb:**

C'est un combustible issu du raffinage du pétrole et exempt de plomb en raison de l'impact du plomb sur l'environnement et sur la santé publique.

#### **Gasoil:**

Le gasoil et le Diesel ne sont que deux noms différents pour un seul et unique produit. C'est un carburant issu du raffinage du pétrole. Il est destiné à l'alimentation des moteurs diesel routiers et non routiers.

### 1.3.2-Les lubrifiants(huiles, graisses):

Un lubrifiant est une matière onctueuse, liquide ou solide. Elle a la propriété d'atténuer le frottement et l'usure des pièces mécaniques, d'évacuer la chaleur et de prévenir la corrosion.

Il existe différentes variétés de lubrifiants qui répondent à des utilisations particulières:

Huiles pour les moteurs, huiles isolantes pour les transformateurs électriques, huiles pour les transmissions hydrauliques, graisses pour les rouages.

### **1.3.3-Les pneumatiques:**

Sont des accessoires indispensables pour tout véhicule. Ils assurent le contact entre un véhicule terrestre et le sol. Un pneumatique est formé d'un tube de caoutchouc, gonflé d'air ou d'un gaz comprimé, et qui est fixé à la jante d'une roue pour amortir les chocs. Les pneumatiques sont un des points capitaux de sécurité pour un véhicule.

### **1.3.4-Le bitume:**

C'est une substance composée d'un mélange d'hydrocarbures, très visqueuse, solide à la température ambiante et de couleur noire. Le bitume est essentiellement constitué d'hydrocarbures lourds. Pour être utilisé, le bitume est séparé du pétrole brut par distillation en raffinerie. Il est le produit pétrolier le plus lourd. Le bitume est le produit le plus utilisé dans les travaux publics, de l'autoroute, au chemin communal jusqu'au tarmac des aéroports.

### **1.3.5-Fuel (léger et lourd):**

C'est une huile combustible industrielle léger, liquide dérivé du pétrole provenant de la distillation du pétrole brut, au-dessus de 275°C utilisé notamment dans les chaudières. Il est classé dans les ressources énergétiques fossiles et dans la pollution de l'air. Il peut être utilisé aussi dans des moteurs diesel.

## **1.4 L'organisation de l'entreprise NAFTAL:**

NAFTAL, est une entreprise à caractère commercial, chargé de la distribution des produits pétroliers, sur toute les stations-services répartie géographiquement sur le territoire nationale.

La société NAFTAL a adapté une organisation basée sur le principe de la spécialisation par ligne de produit et le décentration des activités opérationnelles.

Ce schéma d'organisation de l'entreprise répond au double objectif suivants:

-Le renforcement de la direction générale dans son rôle de conception et d'orientation stratégique de décentration des divisions opérationnelle.

1.4.1 Schéma d'organisation de l'entreprise NAFTAL:

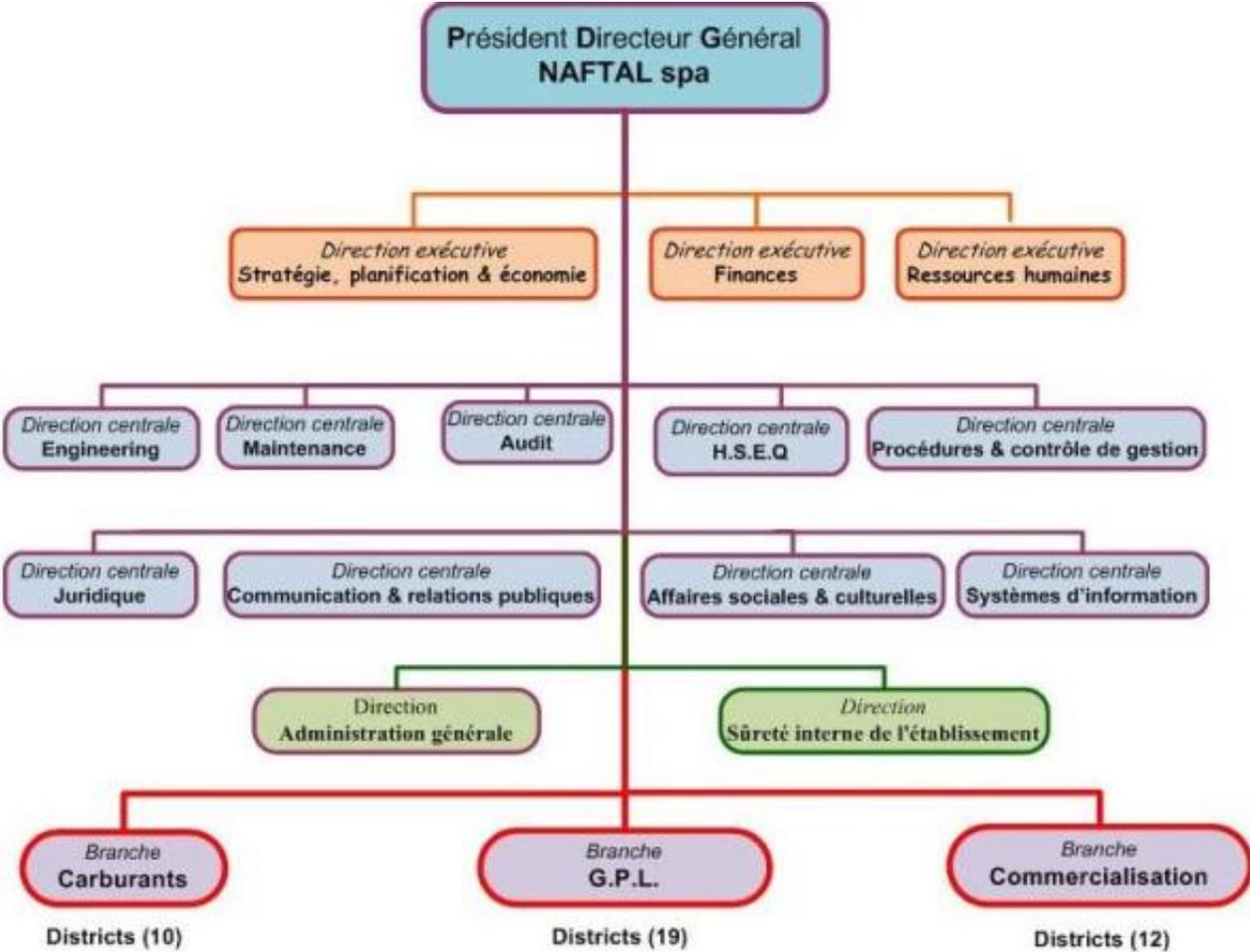


FIG. 1.2 – Schéma actuel d'organisation de la société NAFTAL

NAFTAL suit depuis le **5-4-2003** un nouveau schéma d'organisation qui s'articule au tour des trois pôles.

#### **1.4.2 La direction général:**

Chargée de la politique et des orientations générales, de la coordinations et de la cohérences d'ensembles du pilotage, elle est assurée par un président directeur général assisté par:

- ◇ **Un comité exécutif.**
- ◇ **Un comité directeur.**
- ◇ **Le staff.**

#### **1.4.3 La direction fonctionnelle:**

Elle est chargée de :

- Elaborer les stratégies politiques.
- Veiller à la coordination et la cohérence.

Elles sont organisées en trois type de direction:

##### **1.4.3.1-Direction exécutif:**

Chacune dans son domaine d'activité, sont chargées de:

- Définir la politique et la stratégie de la société.
- Anticiper les tendances.
- Concevoir et mettre en place les instruments de pilotages et les outils de contrôles.
- Assure et assister a la coordination et la cohérence d'ensemble.
- Assurer les structures opérationnelles.

##### **1.4.3.2-Direction central:**

Sont des centres d'expertise (estimation), pour les activités marketing, recherche et développement d'audit (analyse et contrôle de la gestion, et de la comptabilité de l'entreprise). Et protection des patrimoines de la securite industrielle et de l'environnement.

#### **1.4.3.3-Direction de soutien:**

Assure la gestion administrative du siège social de la société.

#### **1.4.4 Les structures opérationnelles:**

L'organisation et le développement de l'activité de commercialisation et de distribution des produits pétroliers, NAFTAL repose sur cinq branches:

- Branche commercialisation.
- Branche carburants.
- Branche GPL.
- Branche lubrifiants, pneumatiques, bitumes.
- Branche activités internationaux et partenaires.

##### **Division CLP:**

-Chargée de la commercialisation et de la distributions des produits pétroliers, sur le territoire national, elle intervient dans les domaines suivants:

- carburant.
- lubrifiants.
- pneumatiques.
- bitumes.

##### **Division GPL:**

-Chargé de la commercialisation du gaz, du pétrole liquéfié, du butane et de propane.

##### **Division bitume:**

-Chargé de la production et la commercialisation des bitumes et dérivés.

##### **Division AVM:**

Gère et organise l'activité de commercialisation, et de distribution des produits pétroliers pour l'aviation au niveau des aéroports et pour la marine au niveau des ports.

## 1.5 Les moyens mis en oeuvres:

### 1.5.1 Les moyens humaines de NAFTAL:

L'entreprise NAFTAL, est constituée d'environ **30231** agents en **2008**, dont **2800** cadres et la masse des salariés est passée de **13** milliards de dinars en **2004** à **15** milliards en **2005** et représente **10%** du chiffre d'affaire de ces deux années. La hausse des effectifs par rapports à **2007** qui est de **29856** agents avec un taux de progression de **1,6%** est due essentiellement aux recrutements de **1155** agent, ces recrutements traduisent la politique de la direction des ressources humains, de la société visant le recrutement de jeunes (diplômes) dans le but d'assurer la relève, vu que plus de **46%** de l'effectif atteint un âge supérieur à **45** ans.[1]

### 1.5.2 Les moyens financiers:

Le chiffre d'affaire de l'entreprise est composé de:

- Revente de l'état de marchandises.
- Production vendue composé essentiellement de carburants, GPL, bitumes, pneumatiques et GNC(gaz naturelle).
- Présentation de service fournis avec chiffre d'affaire évolutif.
- Pour l'exercice de l'année 2007 on a: Un chiffre d'affaire Toute Taxe Comprise(TTC) de 208 milliards de dinars. Une Valeur Ajoute(TVA)de 30 milliards de DA.
- Un résultat d'exploitation de 6 milliards de DA.

### 1.5.3 Les moyens matériels:

l'entreprise NAFTAL, dispose de:

- **49** centres et dépôt de distribution.
- **22** centres et **27** magasins lubrifiants, et pneumatiques.
- **26** centres, et de post aviation, **06** centres maritimes.
- **49** dépôts relais de stockage GPL.
- **41** centre d'emplissage, GPL d'une capacité de **1,2** milliards tonnes/an.
- **3** centres vrac en GPL.
- **15** unités bitumes d'une capacité de formulation de **360000** tonnes/an.
- **3000** véhicules de distributions et **800** engins de manutentions et de maintenances.
- **730** KM de canalisations, et son réseau de distribution s'étend sur: **1952** stations-services dont **671** en toute priorités.
- **7925** points de ventes GPL.

## 1.6 Présentation de la district CLP:

Issu de la restructurations précédentes, le district **CLP** (carburants, lubrifiants et pneumatiques), de Tizi Ouzou est chargé des activités liées au transport, stockage distribution, commercialisations et à la promotion.

Le **CLP** de T.O porte la nouvelle appellation de **district** qui a déjà été utilisé dans le passé au lieu de l'appellation **zone**.

Le district commerciale de Tizi Ouzou prend en charge toute la distribution des carburants, qui se fait au niveau de la wilaya de T.O, la région limitrophe de BOUMERDES et la wilaya de BEJAIA.

### 1.6.1 L'organisation du district commercial de TIZI OUZOU:

La structure est connue dans tous les districts, avec des missions connues mais qui doivent s'adapter aux réalités du terrain, notre thème s'intéresse surtout à la commercialisation et la distribution des produits carburants et nous avons pu obtenir des informations au niveau des quarts départements commercial.[2]

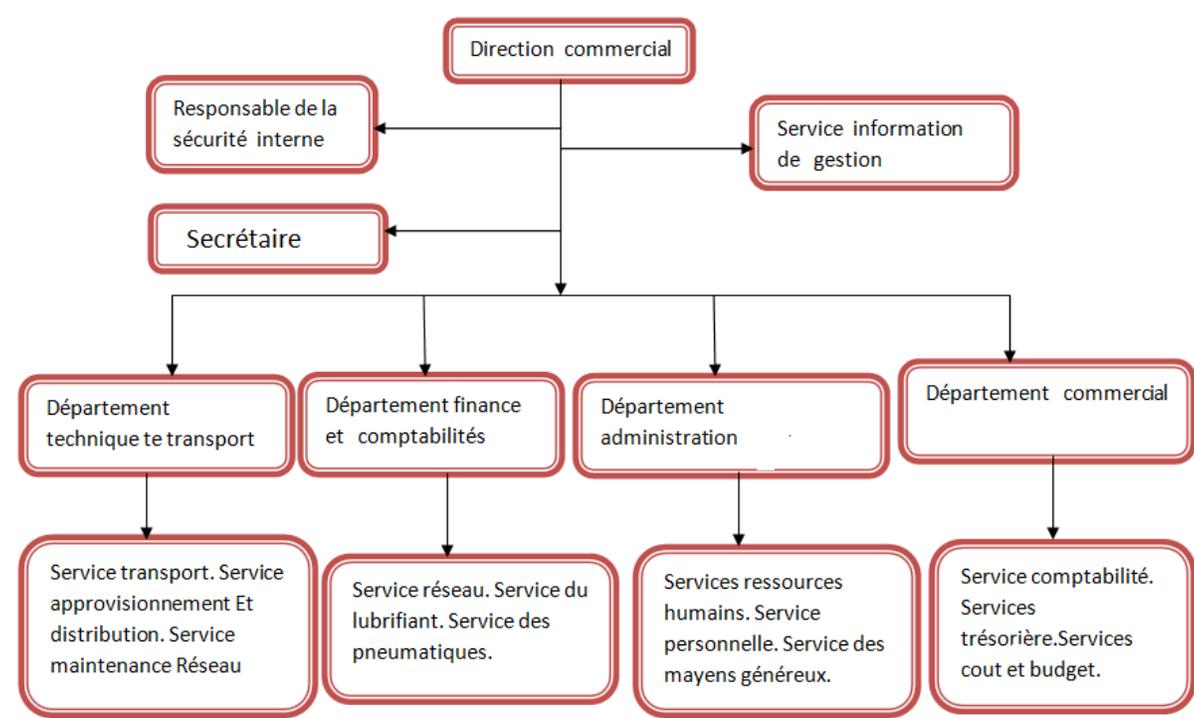


FIG. 1.3 – Source NAFTAL

## **1.6.2 Les missions de chaque département:**

### **1-Les missions de département commercial:**

Le service réseau de toutes les activités de vente, des contraintes de réseau stations-services et autre, comme matières de gestion de réglementation, le service lubrifiant et pneumatique sont des intermédiaires entre NAFTAL et les clients, elle règle toutes les problèmes liés aux lubrifiants et pneumatiques.

### **2-Mission de département administration et moyens:**

Le service des ressources humaines, s'occupe du recrutement, formation et redéploiement.

Le service personnel s'occupe de la gestion, des courriels, des remboursements médicaux location familiales, et tous ce qui est document administratif. Le service des moyens généraux, s'occupe des mobiliers des bureaux, de fourniture, de transport des employés des factures téléphoniques.

### **3-Mission de département finance et comptabilité:**

Service comptabilité traite tout les comptes de comptabilités. Service trésorier à deux section, une section dépense qui s'occupe des factures dépenses et une section, recette, traite les recettes de ventes de l'entreprise. Le Service coût et budget s'occupe des assurances des amortissements des véhicules et de la comptabilité analytique.

### **4-Mission de département technique, et transport:**

Le service transport, s'occupe de la maintenance des moyens de transport de l'entreprise. Service approvisionnement, et distribution, les approvisionnements en carburants. Service maintenance réseau, répare les équipements qui se trouve à travers les stations-services. Le services étude et réalisation, concerne les études des différentes rénovations de bâtiments de blocs de gérances. Service réseau de toutes les activités de vente, des contraintes de réseau, stations-service et autre, comme matières gestion de réglementation. Le service lubrifiant et pneumatique, sont des intermédiaires entre

NAFTAL, et les clients ils règlent tous les problèmes liés aux lubrifiants et pneumatique.)

### 1.6.3 Les missions du district CLP:

La mission principale du district est:

- ✓ Organiser l'activité du district et optimisation de l'usage des moyens de transport propre au district
- ✓ Organiser l'activité de maintenance.
- ✓ Commercialisation et service après vente.
- ✓ Respect des mesures de sécurité dans les domaines d'activités technique, transport, stockage, commercialisation, comptabilité..etc.
- ✓ Tenue d'une comptabilité consolidée et élaboration des budgets.
- ✓ Analyser les marchés du district, proposer et mettre en place toute action susceptible et renforcer les positions de l'entreprise par apport aux concurrent.
- ✓ Prêter assistance, autant que de besoin, aux autres districts dans tous les domaines d'activités.
- ✓ Promouvoir l'image de marque des produits de la division et par conséquent, l'image de marque de NAFTAL.

## 1.7 L'approvisionnement de la district CLP:

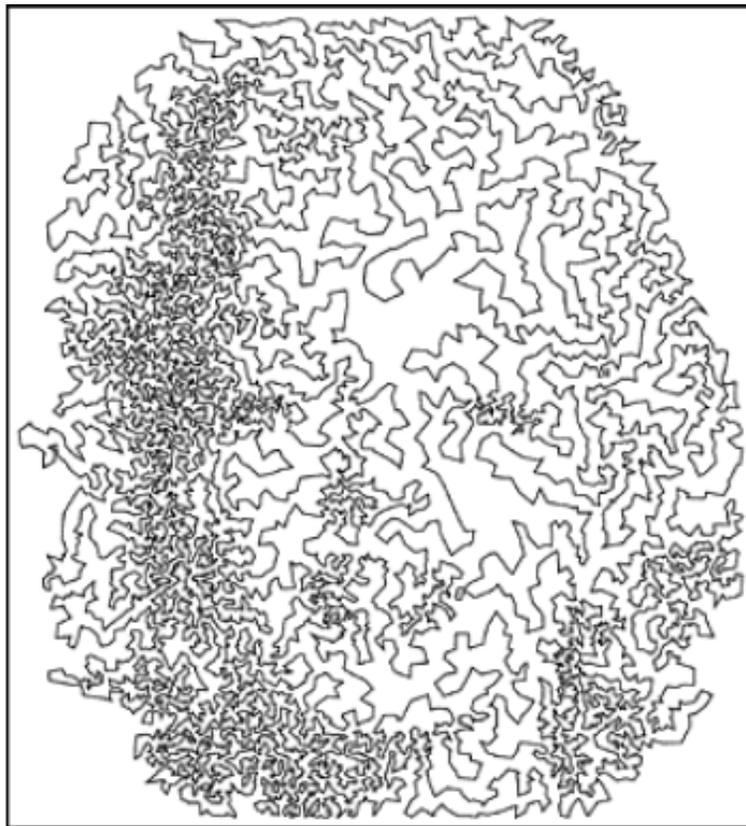
La zone de distribution de Oued-aissi de T.O est approvisionné en produits pétroliers par, les produits carburants (essence normal, essence sans plomb, essence super et le gasoil). Sont approvisionné, quotidiennement par les deux centres d'ALHARRACH, et CARROBIER par camion. Les lubrifiants sont approvisionné par la raffineries d'ARZEW, (RAIZ). Les bitumes sont approvisionnés par les raffineries de SKIKDA(RAIK).

**Conclusion:**

NAFTAL, se voit confier la tâche du transport et de la distribution des produits pétroliers et dérivés, son rôle est primordial dans la portée de ces activités à travers le territoire algérien et dans la satisfaction du besoin des consommateurs.

# Chapitre 2

## Problématique



*Visage dessiné en ligne continue construite à partir de la solution d'une instance de PVC sur 11,624 villes.*

## 2.1 Introduction:

Comme toute société commerciale, et économique, NAFTAL se trouve en face des différentes contraintes qui diminuent son profit, pour cette raison, les responsables de l'entreprise essayer de déterminer un bon plan optimal de distribution de ces produits carburants, au niveau de la wilaya de TIZI OUZOU[2] afin d'arriver a ces buts, ce qui nécessite, une très bonne connaissance du problème, constitue de plusieurs objectifs(buts), et un ensemble de contrainte.

## 2.2 Collecte des données:

Cette étape, est la plus cruciale pour la réalisation et la construction d'un modèle quelconque, et pour pouvoir effectuer une étude, il est nécessaire de disposer des données historique d'exploitation. En utilisant les méthodes de la recherche opérationnelles.

Durant notre stage au sein de l'entreprise on a recueilli les données concernant le dépôt de remplissage, (capacité, quantité, le nombre de produits). Les stations-services(le nombre de Stations-Services, capacité ...).

La procédure à suivre pour le déroulement du programme de distribution.

## 2.3 Présentation et position du problème:

L'entreprise NAFTAL, comme toutes les sociétés économiques, elle essaye d'assurer la disponibilité de ces produits, au niveau de la Wilaya de TIZI OUZOU, à fin de réaliser un plan optimale de livraison, sur l'ensemble de ces zones de consommation. NAFTAL, aujourd'hui se trouve devant plusieurs contraintes qui l'éloigne par fois de ces objectifs, et lui causent des pertes pour cela elle essaye d'assurer au moins un bon fonctionnement de sa chaîne de distribution.

Ayant bien étudié auparavant le réseau de distributions, et bien analysé la partie de la programmation, pour affecter les produits aux stations-services, le programmeur essaye toujours d'abord de satisfaire la flotte de NAFTAL avant de faire appel au tiers.

En étudiant le plan de programmation, et toutes les commandes de chaque journée en remarque que des demandes important sur l'essence sans plomb, qui est disponible uniquement au niveau de l'entrepôt de CARROUBIER(169) se qui fait appel au transporteurs tiers, ceci augmente les charges de l'entreprise.

**Proposition:**

Ayant étudié le réseau de distribution, il serait préférable de transporter le Sans-Plomb en mono-produits sur plusieurs stations situées sur un même axe (linéaire), d'où une recommandation de changement du mode de réception des commandes, à savoir du sans-plomb. En utilisant l'ensemble des techniques de la recherche opérationnelle qui nous permet de formaliser et résoudre tout problème de distributions, et de décision qui se pose dans le monde de l'entreprise particulièrement au niveau de CSD (Centre de Stockage et de Distribution).

En conclusion on doit:

1. Maximiser le nombre de camion NAFTAL utilisé.
2. Minimiser les coûts engendrés par:
  - L'ajout de temps supplémentaire
3. Minimiser le nombre de camion tiers.

## 2.4 Les caractéristiques du problème:

L'analyse du problème, nous a permis de conclure un ensemble des caractéristiques suivantes:

- On a deux produits que NAFTAL commercialise, et d'assurer sa distribution sur le territoire de la wilaya de Tizi.Ouzou: **Essence Super** et **Gasoil**.
- Chaque camion a un certain état de fiabilité, ou bien de fonctionner en lui indiquent à chaque fois le type de chemin à suivre, et a une distance qui ne doit pas dépasser.

- Le centre de distribution travail 8h chaque jour, sauf dans des cas justifier.
- La flotte utilise par NAFTAL pour distribuer les produits carburant, sur le territoire de la Wilaya de Tizi Ouzou et homogène

L'organisation de la distribution se fait comme suit:

- La quantite du produit demandé par le client.
- Le chemin a suivre.
- Le type du client.
- L'horaire de livraison chez n'importe quel client est fixé dans un interval de temps.
- Le temps de chargement et de dechargement.

Au niveau de l'entrepôt d'Alger, on a deux dépôts, El-Harrach et Caroubier. Chaque commande contient du **sans-plomb**, alors se dernier, sera livrée a partir d'Alger pour toutes les stations-services qui se situent sur un même axe, et le reste des commendes serons livrées par la flotte NAFTAL.

## 2.5 Le centre de stokage:

Le centre de stockage, s'occupe de l'approvisionnement qu'il transfert vers les branches commerciales qui se charge de la distribution qu'on appelle le Centre de Stockage et de distribution (CSD). L'entreprise stocke deux types de produit, super et le gasoil, ils sont stocké dans des bacs d'une capacité différentes, pour le supre est de **5** millions de litres, et de **16** millions pour le gasoil. Avant, on stockait trois(3)types:

- (TK5,TK6) Ou est stocké l'essence super
- (TK,TK4) Ou est stocké l'essence normal
- (TK1,TK2) Ou est stocké le gasoil

Maintenant que l'essence normal n'est plus stockée, ils ont essayé de rattache les deux bacs libre (TK3,TK4), vers les bacs de gasoil, pour augmenter leur capacites de stockage, donc la quantité de gasoil change, elle devient **36** milions de litres.

Au niveau du CSD, on utilise différents documents pour assurer le bon fonctionnement de la chaîne de distribution.

### **2.5.1 L'ensemble des clients:**

L'entreprise, NAFTAL constitue un ensemble de ces clients, avec les différents stations-services. Le tableau suivant résume tous les Stations-Services, et le code de ces clients, et leurs distances, par apports au **CSD** et Alger qui est calculé en **KM** et leurs types.

TAB. 2.1 – la liste des clients

le type	client	code	CSD	Alger	Region
PVA	ABDENOURI	A1222	10	100	TIZI OUZOU
PVA	AILEM	U7904	30	125	FREHA
PVA	AICHE	U9740	5	110	TIZI RACHED
PVA	MEDIS	U9744	11	90	BOUKHALFA
PVA	AIT MOUSSA	M7984	35	140	FRAHA-AGRIBS
PVA	AUTO PREST	Y7704		100	TIZI OUZOU
PVA	BADKOUF	Y9709	15	90	BOUKHALFA
PVA	BAHOUS	U9747	50	155	IFIGA-AZAZGA
PVA	BELARBI	M7966	55	120	BOUGHNI
PVA	BELKAID	M7999	15	120	MEKLA-CHAIB
PVA	BELLAHOUES	U9729	30	95	T-O OUAD FALI
PVA	BELOURD	M7939	5	100	TIZI OUZOU
PVA	BENABDERAHMANE	U790	45	150	ABIYOUSEF
PVA	BOUBRIT	A6074	10		TIZI OUZOU
PVA	BOUDAUD	L8666	70	90	TIZI GHENIF
PVA	BOUKERIS	M7947	50	125	BODJIMA
PVA	BOUKHAROUB	Y7719	20	155	D-A-MIMOUN
PVA	SARL CHABANE	M7914	11	100	SORTIE TIZI OUZOU
PVA	EURL S§SOLTANI	S8283	25	100	MAKOUDA
PVA	ETOIL FILANT	Y7748	30	125	TIMIZART
PVA	SNC RELAIS CHABANE	A7826		100	TIZI OUZOU
PVA	EXPRES SCETIZA			160	
PVA	FEDDEG	L8717	40	135	OUADHIA
PVA	HADJ BELKACEM	U9743	55	160	AIT ZELLAL
PVA	HAFID AHMED	M7962	40	135	OUADHIA
PVA	HAIFI	M7998	25	125	AIT GOUACHA
PVA	SNC HAMEG	U9720		125	AIT OUMALOU
PVA	KACI SAID	M7980	35	130	FREHA
PVA	MEDIACO	Y9797		65	BOURDJ-MENAINL
PVA	LEKADIR	Y7710	45	135	OUADHIA
PVA	MAHIOUT	Y7707	10	105	TIMIZERT
PVA	MANSOUR	M7953	35	120	SOUK-EL TENINE
PVA	MILLELIUM	Y9726	140		SOUK- EL HADD
PVA	OUCHAOU	Y9711		100	DELLYS
PVA	OUMELLAL	M6457	35	95	BAGHLIA
PVA	OUNSLI	S8268	35	135	OUACIF
PVA	OUSSADI FRERES	U9738	20	125	TIMIZART
PVA	RAHLI	L8731	5	110	TIZI RACHED
PVA	ROUGAB	U9737	25	130	MEKLA-CHAIB
PVA	SI AHMED	Y7718	50	125	MECHRAS
PVA	SARL S/S TADMAIT	Y9708		80	TADMAIT
PVA	AIT OUAZOU	S6719	45	140	AIN EL HAMMAM
PVA	DAF	Y9727	30	120	MAATKAS

PVA	OUMIA	S6705	50	155	BOUDJIMA
PVA	ERL BEST ZAMOUM	S6702	60	125	AIN ZAOUIA
PVA	ZIDANE	Y7742	50	100	KRIM BELKACEM
PVA	BOUDAUD	L8666	70	90	TIZI GHENIF
PVA	SARL CHABAN AZIZ	M7914	11	100	SORTIE T.O
PVA	EURLS/S SOLTANI	S8283	25	100	MAKOUDA
PVA	OUSADI	M7969	40	140	AIN HAMMAME
PVA	SARL MEBREK	S6704	60	120	AIN ZAOUIA
PVA	SNC HAMEG DH'OUS	U9745		85	D.B.K
RO	SNC HAMEG	D4533	20	85	D-B-K
RO	MEHROUG	C4852	35	135	OUACIF
RO	MESSAOUDI	B7976	25	130	MEKLA
RO	METTOUCHI	B8050	55	160	BOUZGHENE
RO	MOUKBEL	B8625	40	140	AINE-EL HAMMAM
RO	SENANE HAMID	C1020	40	135	OUADHIA
RO	SIAD VOUCHETCHOUY	Y9728	40	135	AZAZGA
RO	ALLACHE			15	IFERHOUNEN
RO	CHABANE			100	T-O
GL	BOUBRIT	A6074		10	T-O
GL	HAMOUTENE	L4419		100	T-O
GL	SAADI SALEM	C0224		90	DELLYS
GL	HANNACHI			95	T-O
GL	DELLYS MARIN			90	DELLYS
GL	BELAOUI			95	T-O
GL	ABDENOURI	A1222		10	TIZI OUZOU
GD	R1501	K2801	60	100	D-E-MIZAN
GD	R1502	K2842	10	95	T-OUZOU
GD	R1503	K2844	70	90	TIZT GHENNIF
GD	R1504	K2846	55	120	BOUGHNI
GD	R1507	K2849	15	90	BOUKHELFA
GD	R1509	K2851	20	120	L-N-I
GD	R1510	K2854	40	130	TIGHZIRT
GD	R1512	K2657	60	100	D-E-MIZAN
GD	R1513	K2859	20	85	D-B-K
GD	R1515	K2832	20	115	BENI-DOUALA
GD	R1516	K2833	40	145	YAKOURENE
GD	R1517	K2836	30	135	AZAZGA
GD	R1517	K2836	30	135	AZAZGA

### 2.5.2 Le type des clients de l'entreprise:

Le réseau de distribution de NAFTAL, est constitué de stations-services répartie selon un mode de gestion comme suit [1]:

#### **Station GL:**

Station-service en **G**estion **L**ibre, ce sont des stations appartenant a NAFTAL, dont la gestion est, confiée a des gérants libres. NAFTAL possède 7 GL.

#### **Station PVA:**

**P**oint de **V**ente **A**gréé de capacité moyens sont des stations appartenant a NAFTAL. NAFTAL possède **51** PVA.

#### **Station RO:**

Des stations-services de faibles capacités de stockage, et qui sont géré par des **R**evendeurs **O**rdinaires. NAFTAL possède **9** RO.

#### **Station GD:**

Station-service en **G**estion **D**irecte ce sont des stations gérées directement par NAFTAL. Elle possède **17** GD.

### 2.5.3 La flotte de véhicule du centre Oued-Aissi:

Comme toute les wilaya d'Algerie, Tizi ousou essaye de satisfaire les besoins de ses clients en produits pétroliers (carburants), alors l'unité CLP de Oued aissi elle assure cette distribution.

NAFTAL, possède une flotte de camions hétérogène qu'elle utilise, pour approvisionner ces différents stations-services cette flotte est composé de **16** camion propre a NAFTAL, et **11** camions privés et des compartiments.

Le tableau suivant résume ces données:

TAB. 2.2 – *La flotte de Véhicules*

CAPACITE( $M^3$ )	NOMBRE	COMPARTIMENT
30	4	8:7:7:8
27	4	7:7:7:6
25	2	5:5:5:10
12	4	3:3:3:3
11	2	3,5:3,5:4
La flotte privée		
27	11	7:7:7:6

#### 2.5.4 Capacités de stockage des stations-services des clients:

Le tableau suivant résume toute les stations-services au niveau de la wilaya de Tizi Ouzou avec leurs capacités de stocke.

NAFTAL SPA  
BRANCHE COM  
DISTRICT COM TIZI OUZOU  
CDD215C

NOM OU RAISON SOCIAL	LIEUX	CAPACITE			
		SUPER	ESN	ESSP	GO
GDRR1501	DRAA EL MIZAN	8	12		16
GDR1502	TIZI OUZOU	8			16
GDR1503	TIZI GHENIF	\	\	\	\
GDR1504	BOGHNI	\	\	\	\
GDR1506	AZEFFOUN	20	15		60

GDR1507	BOUKHALFA	30	20	20	70
GDR1509	LNI	15	15	15	30
GDR1510	TIGZIRT	20	10		30
GDR1512	DRAA EL MIZAN	20	20	20	60
GDR1513	DRAA BEN KHEDDA	\	\	\	\
GDR1515	BENI DOUALA	30	10		40
GDR1516	YAKOURENE	\	\	\	\
GDR1517	AZAZGA	12			31

TAB. 2.3 – *Capcité de stockage des stations-services*

### 2.5.5 Les coût de transport:

le cout de transport, en utilisant les moyens tiers, est calculer comme suit:

$$3DA(\text{par Km}) * \text{la distance parcouru(Km)} * \text{la quantité de produit transporte } M^3$$

Exemple:

Un camion de  $27M^3$ , une distance de 100 Km Le cout= $3*100*27=8100DA$ .

## 2.6 La méthode acctuelle de distribution:

### 2.6.1 Introduction:

NAFTAL, est une entreprise de distribution et de commercialisation, des produits pétroliers. Issu de la 2<sup>eme</sup> restriction des entreprises publique en 1987. Le seul objectif des unités de distribution, c'est de rapproche au maximum leurs produit aux utilisateurs, par leurs propres moyens, et par fois en faisons appel au tiers.

### 2.6.2 La réception commandes:

La réception des commande, se fait dès le premiers contact avec le client, elle commence à 8h jusqu'a 13h, elle se fait par plusieurs façon, soit par:

- Telephone.
- Par faxe.
- Par bon de commande (pour l'armé).
- Ou par la présentation des clients au centre.
- La commende n'est pas limites.

Aprés avoir reçu la commande par un client, sachant que chaque client, est codifie avec un code, tout ces commandes seront enregistree dans un Formulaire de **R**éception **C**ommande le (FRC ou bien 001).

#### **Le FRC[annexeA]:**

C'est un formulaire qui contient les différentes informations sur les clients tel que:

- 1-la raison sociale du client.
- 2-le nom et le prénom des clients.
- 3-le code des clients.
- 4-le nom du produit et sons code.

Exemple:

13020 pour super.

16020 pour gasoil.

5-Est la date de livraison des commandes, et L'heure, cela consiste une preuve, si le client a effectué une commande après la clôture, On mentionne aussi le nom du transporteur, chauffeur, et de la station-service.

La satisfaction des commandes se fait le jour (J+1)  
c-à-d, les clients font leurs commandes aujourd'hui pour les faire livrées demain, le maximum le lendemain(en J+2)

### 2.6.3 Le dispatching(programmation):

Après avoir fait la réception commande, elle vient la 2<sup>eme</sup> étape, qui est le dispatching.

Les formulaires(001) seront transmises à la disposition du dispatcher(c'est la personne qui fait le programme de réception des produits) pour faire élaborer un plan de distribution. Pour bien réaliser ce dernier, il faut tenir compte des points suivants:

- La situation des points de ventes et leurs capacités.
- La disponibilité des moyens humains (les chauffeurs).
- La disponibilité des produits en quantités demandées.
- La répartition des compartiments des clients. C'est de bien choisir un camion pour que sa combinaison soit proportionnelle à une livraison donnée sachant que NAFTAL, dispose des citernes de  $11M^3$ ,  $12M^3$ ,  $25M^3$ ,  $27M^3$ ,  $30M^3$  réparties en petite citerne pour chaque camion.

Avant de réaliser le programme de distribution, le dispatcher essaie toujours de satisfaire la flotte NAFTAL, qui sont disponibles avant de faire appel au tiers. Pour élaborer ce plan, on utilise soit un logiciel spécialisé pour faire

ce programme, ou bien avec un raisonnement humain.

### **Le logiciel dispatching:**

C'est un ensemble de données formant un programme, en raison des contraintes aléatoires, le logiciel ne donne pas une satisfaction complète dans ce cas, le dispatcher intervient, pour essayer de satisfaire toutes ces clients.

**Le raisonnement humain:** Ce raisonnement nécessite une certaine logique, suivant:

1-Trier les formulaires **FRC(001)** selon:

Les produits qui vont être livrés par l'entrepôt l'EL-HARRACH(16A) qui dispose les produits suivants ( essence super, essence normal, gasoil), et par l'entrepôt de CARROBIERS(169)qui dispose les produits suivants (super, sans plomb,gasoil), cette livraison on l'appelle livraison en droiture.

Les produits qui vont être livrés par le centre, qu'ont appelé livraison directe.

2-Les faire trier selon les commandes des produits carburants:

Exemple:

la commande:super(direct).

-La commande: gasoil(directe).

-La commande: gasoil, super(directe).

-La commande: gasoil, super, sans-plomb(en droiture).

-La commande: gasoil, super, sans-plomb, normal(droiture).

3-Les clients s'éteignent sur un même axe.

4-En fonction des moyens humains, et matériel disponible.

5-Est pris en considération les commandes en sans-plomb avec une li-

vraison en mono-produit. Toutes ces informations qui sont relatives au plan de dispatching, avec la flotte NAFTAL, sont enregistre cotes, et paraphe [annexB]. Pour le programme de dispatching, en utilisant des moyens tiers sans programmer dans un formulaire de programmation[annexeC]. Après avoir établie le programme de distribution une copie du FRC sera transmise à la facturation.

#### **2.6.4 La facturation:**

Ce service il se décompose en deux postes.

##### **poste Programmation:**

Après avoir le programme de distribution, une copie de formulaire **FRC** sera transmise au niveau du poste de programmation, le responsable, il fait insérer une carte à puce codée qui concerne le client, (son nom, nature du produit, et sa quantité). Après avoir cette carte, le chauffeur peut faire son chargement puis le responsable de programmation lui fait établir un bon de sortie qui sera transmis au poste de facturation pour faire un **Bon de Livraison Facture (002)**[annexD].

##### **Au niveau de facturation:**

Dans cette opération les informations sont totalement informatisées car elle se fait à l'aide d'un logiciel **NAFT.COM**, c'est pour faire élaborer un BLF qui se décompose en deux parties l'un facturation, l'autre l'encaissement.

##### **La partie facturation:**

Elle regroupe toutes les informations qui concernent le client, avec son nom, prénom, raison sociale

##### **La partie encaissement:**

C'est la façon dont le client peut payer sa facture, puis il fait établir un ticket à crédits (TAC), s'ils existent.

**Remarque:**

Lorsque l'entreprise fait une livraison en droiture, alors un autre document sera établie c'est le bon d'enlèvement [annexE] en cas de désistement du client, en fait une annulation par un document qu'on appel Bon de Regularisation Vente (BRV)[annexF]

**2.6.5 La caisse:**

Le rôle de la caisse c'est de recevoir les encaissements, parmi les moyens de paiements:

- Mandat carte CCP.
- VAC(versement acceléré au compte de NAFTAL).
- Chèque bancaire, le versement se fait au compte bancaire de NAFTAL.
- versement espèce a la banque. Une fois que tout les versements sont acheves, alors l'agent s'occupe de tout les factures qui seront enregistres et bien saisie.

**2.7 Description du problème:**

Le rôle principale de l'entreprise NAFTAL est, la commercialisation et la distribution des produits pétroliers, parmi ces produits, les CLP(carburants), lubrifiants, les pneumatiques, en particulier les carburants, a savoir (essence normal, essence sans-plomb, essence super, essence gasoil) qui sont l'objet de notre étude, donc le problème consiste à optimisé des journées de livraison avec un moindres coût, et l'objectif principale, de minimisé le temps d'exploitation durant la journée, et de minimisé le nombre de camion tiers utilisé, ça revient a maximisé l'utilisation de la flotte NAFTAL.

Toutes les commandes comprennent du sans plomb ou l'essence normale sont approvisionner a partir d'Alger, et comme on a déjà remarque que des commandes importants en sans plomb, alors on doit également, utiliser des tiers en plus de la flotte NAFTAL, alors qu'on doit illiminer au maximun

possible les tiers, avec la transportation du sans plomb en Mono-produit sur tout l'ensemble des points géographiquement situés sur un même axe. Pour bien réaliser cette proposition, nous donnerons le plan de programmation suivant:

- Il faut déterminer pour chaque journée tous les stations-services qui peuvent être approvisionnées à partir d'Alger, ou le centre 15C (oued aïssi)
- Chaque commande contenant du sans plomb elle sera livrée en Mono-produit uniquement pour les stations-services qui sont proches, à savoir minimiser le nombre des tiers utilisés, et de minimiser le temps exploité dans la journée
- L'entreprise utilise une flotte hétérogène c-à-d, les camions ne sont pas de même capacité, et des multi-compartiments.
- Chaque compartiment ne transporte qu'un seul produit, et le contenu d'un compartiment est destiné pour un seul client, alors qu'on peut avoir plusieurs produits transportés dans un même camion.
- Pour les transports en Mono-produits on utilise des camions tiers, pour ce la il faut savoir toutes les stations-services situées sur un même axe et proches.
- La quantité du sans-plomb totale demandée par chaque client.
- Il faut déterminer toutes les tournées et les itinéraires que doivent emprunter les chauffeurs, de sorte que, d'une part minimise les frais (coût+le temps) tout en respectant certaines contraintes, telles que les capacités des cuves des stations-services, et les durées de fonctionnement des camions, et les prioritaires.

## 2.8 Les contraintes:

1. La satisfaction des commandes selon l'ordre FIFO(Fast-IN.Fast ON).
2. Le nombre de camion est limité.
3. Le temps d'exploitation des camions limités.
4. Eviter le retour du produit vers le centre.
5. Chaque camion débutera sa tournée au centre et la terminera au centre.
6. Il faut pas dépassé la capacite d'un compartiment.
7. Chaque compartiment ne comprend q'un seul produit qui est destiné pour un seul client, et qui ne peut être divisé pour deux clients.
8. Les itinéraires choisis pour la satisfactions des commandes sont étudiiers de sort a minimisé le temps de livraison.
9. Un camion NAFTAL, peut faire 2 à 3 rotations dans la journée.
10. Un camion prive il fait jusqu'à deux rotations dans la journée.
11. Un seul produit peut être destiné pour plusieurs stations-services situent sur un même axe pour les livraisons en droitures.
12. Pour chaque jour il faut déterminer toutes les station-services.
13. Il faut déterminer pour chaque commandes, les produits disponibles au centre, et qui sont disponibles à Alger, et indique les commandes en mono-produits.
14. Deux produits ne peuvent être mélanger dans un même compartiment.
15. Un camion peut transporter plusieurs produits à la fois.
16. Plusieurs commandes peuvent être satisfaite pour un même client.
17. Une commande ne doit pas dépassé la capacite d'un camion.
18. Une station j peut être visiter immediatement après la sation i dans la journée pour les livraisons en mono produits.
19. Un compartiment, il est plein ou vide.
20. Une station ne peut pas réster en rupture de stocke.
21. On ne peut avoir des sous-tourné au niveau du centre de oued aissi.

## 2.9 Les Hypothèses:

Certaines commandes ne peuvent être réalisées, vu que la commande du client n'est pas compatible avec la capacité des compartiments.

Certaines commandes comportant les différents produits, qui ne peuvent pas être réalisés vu, l'indisponibilité de tous les produits dans un même entrepôt.

Dans certains cas, il se peut que la station ne sera pas livrée, donc elle sera en rupture de stock.

Souhaiter réaliser bien le programme de distribution en mono-produit, pour diminuer le nombre de camions tiers.

## 2.10 Les Objectifs:

Minimiser le temps de livraison par l'ensemble des camions, ce qui revient à minimiser le coût de transport.

Avec la transportation en mono-produits, en diminuent le nombre de camions tiers utilisés.

Augmentation des commandes, et de satisfaire le maximum de clients.

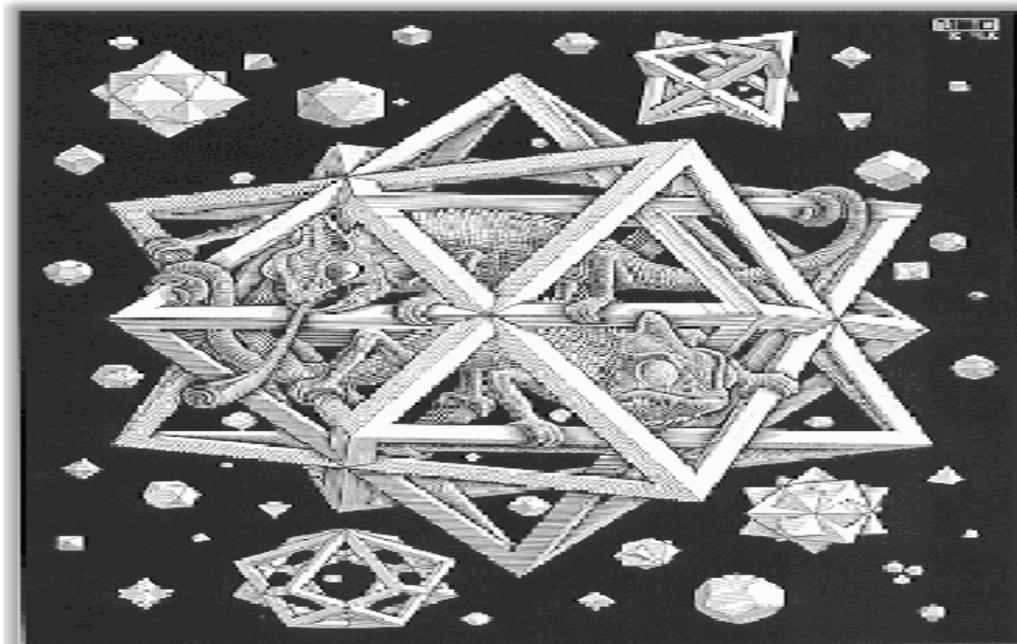
Trouver une affectation optimale des camions afin de satisfaire toutes les commandes.

Minimiser le coût de transport.

Trouver des itinéraires possibles pour visiter une ou deux stations à la fois sans le retour au centre.

## Chapitre 3

### Modélisation du problème:



*Première illustration de la quatrième dimension « les formes impossibles » Stars (Wood engraving, 1948)*

### 3.1 Introduction:

Un problème quelconque, peut être modélisé d'une façon mathématique et tel qu'il existe afin de le traiter, lors de l'étude d'une situation réelle, autrement dit, la modélisation, est un problème d'outils mathématiques, permettant de synthétiser, d'interpréter et de structurer les données d'un phénomène réel, tout en tenant compte des objets présentés dans la réalité, ainsi les relations et les processus entre ces objets.

Modéliser un problème pratique, consiste à avoir des variables de décisions du problème, et déterminer une fonction objectif à optimiser (max ou min) soumise à des contraintes.

### 3.2 Présentation du problème:

Notre objectif dans cette étude pratique au sein de l'entreprise NAFTAL, consiste à optimiser d'une façon optimale, la distribution des produits pétroliers sur l'ensemble de ses clients (stations) à partir d'un dépôt, autrement dit, pour chaque jour, il faut déterminer les produits à livrer, ainsi que leurs quantités, de façon à minimiser le coût des trajets et de minimiser les heures supplémentaires, et de la location des camions tiers.

-Le parc des camions utilisés sont hétérogènes, et ces camions contiennent des compartiments, et que chacun ne peut transporter, et contenir qu'un seul produit.

-Les camions utilisés sont, privés ou appartenant à l'entreprise.

-Les chauffeurs travaillent pendant un nombre fixe d'heures dans la journée, mais il est possible d'effectuer des heures supplémentaires.

-Toutes les stations de la wilaya de TIZI OUZOU sont approvisionnées à partir du dépôt de oued aissi, sauf si le produit demandé n'existe pas dans le centre, dans ce cas les stations seront approvisionnées par les entrepôts de CAROUBIERS.

-Toutes les stations contenant du sans-plomb sont approvisionnées à partir de l'entrepôt de CAROUBIERS, par les transportations en Mono-produit du sans-plomb pour toutes les stations situées sur un même axe, et les plus proches.

-Tout les compartiment des camions peuvent être utilisé pour transportes n'importe quel produit carburant, le passage d'un produit à un autre nécessite pas une préparation particuliers (exemple: nettoyage).

Nous allons présenter une formulation pour le cas ou la pratique d'approvisionnement permet aux véhicules privées de visite plus d'une station par voyage, et nous allons faire cette hypothèse que chaque station comprennent comme produit, le sans plomb sera approvisionner à partir de l'entrepôt CARROUBIERS peut être visite que par un et un seul camion[4].

### 3.2.1 Les formules mathématiques:

**Les indices:**

**(i,j):**Indice des stations-services(clients).  $(i,j)=\overline{1,N}$ .

**v:**Indice de voyage.  $v=\overline{1,V}$ .

**p:** Indice de produits.  $p=\overline{1,P}$ .

**c:** Indice de compartiment.  $c=\overline{1,NC_k}$ .

**k:** Indice de camion.  $k=\overline{1,K}$ .

**m:**Indice de mode de transprot.  $m=1$ (camion NAFTAL)  
 $m=2$ (camion privé).

$\xi$ : Indice de type de camion.  $\xi = \overline{1,5}$ .

$\xi=1$ : si  $Q_k=11000$ , ( $C_1=3500$ ,  $C_2=3500$ ,  $C_3=4000$ ).

$\xi=2$ : si  $Q_k=12000$  ( $C_1=3000$ ,  $C_2=3000$ ,  $C_3=3000$ ,  $C_4=3000$ ).

$\xi=3$ : si  $Q_k=25000$  ( $C_1=500$ ,  $C_2=500$ ,  $C_3=500$ ,  $C_4=1000$ ).

$\xi=4$ : si  $Q_k=27000$  ( $C_1=7000$ ,  $C_2=7000$ ,  $C_3=7000$ ,  $C_4=6000$ ).

$\xi=5$ : si  $Q_k=30000$  ( $C_1=800$ ,  $C_2=700$ ,  $C_3=700$ ,  $C_4=800$ ).

### Les parametres:

**N**: Nombre de station-service.

**K**: Nombre de camion disponible.

**V**: Nombre de voyage.

**NP**: Nombre de produit disponible .

$NC_K$ : Nombre de compartiment du camion k (3,4).

$Q_k$ : Capacité du camion K.(calculer en  $M^3$ )

$P_i$ : Le nombre de produits qu'elle possède la station i.

$NP_i$ : Le nombre de produits demandé par la station i.

$Qc_k$ : Capacité du compartiment C du camion K .

$QP_i$ : La quantité du produit demandé par la station i.

**NT**: Le nombre d'heurs que doit faire chaque camions.

**T**: Le temps de chargement au dépôt.

$T_i$ : Le temps de déchargement dans la station  $i$ .

$D_{ijm}$ : La distance entre la station  $i$  et  $j$  en utilisent le mode de transport  $m$ .

$T_{ij}$ : Le temps moyen nécessaire pour parcourir la distance  $D_{ijm}$ .

$\zeta_{ip}$ : Le taux de consommation de la station  $i$  en produit  $P$ .

$QP_{ic}$ : La quantite du produit  $P$  qu'en doit mettre dans le compartiment  $C$ .

$CS_p$ : Capacite de stockage de la station  $i$  en produit  $P$  .

$\delta$ : L'ensembles de tous les sou-tourneés.

$S_k$  : Un sous-ensembles de station visiter par le camion  $K$  dont le nombre d'element est superieurs ou égale à 2 et inferieurs ou égale au nombre de compartiment  $C$ .

$\theta$ : L'ensemble de tout les sous-ensembles. avec  $\theta = \bigcup_{k=1}^m S_k$ .

$C_{ijm}$  : Le cout de transport d'une unité de produit  $P$  par le mode de transport  $m$  entre la source  $i$  et la distination  $j$ .

$EL_k$  : L'eloignement maximal du camion  $K$ .

**Les variables de decisions:**

$$X_{ivkm} = \begin{cases} 1 & \text{si: La station } i \text{ est visité par le camion } K \text{ durant le voyage } V \\ & \text{en utilisant le mode de transport } m. \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases}$$

$$Y_{ipc} = \begin{cases} 1 & \text{si: Le produit } P \text{ est alloué au compartiment } C \text{ pour visite la station } i. \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases}$$

$$W_{ivkm} = \begin{cases} 1 & \text{si: La commande du client } i \text{ est livré durant le voyage } V \text{ par le camion} \\ & K \text{ on utilisant le mode de transport } m. \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases}$$

$$\vartheta_{ipk} = \begin{cases} 1 & \text{si: Le produit } P \text{ est alloué au camion } K \text{ pour visité la station } i. \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases}$$

$$\omega_{pckv} = \begin{cases} 1 & \text{si: Le produit } P \text{ est mis dans le compartiment } C \text{ du camion } K \text{ duranr le} \\ & \text{voyage } V. \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases}$$

$$Z_{ijvkm} = \begin{cases} 1 & \text{si: Le camion } K \text{ durant sont voyage visité la station } j \text{ immédiatement} \\ & \text{après la station } i \text{ avec un mode de transport } m. \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases}$$

$$B_{ipv} = \begin{cases} 1 & \text{si: Le produit } P \text{ est mis dans la station } i \text{ durant le voyage } V. \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases}$$

$$R_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si: Le type de chemain entre } i \text{ et } j \text{ est défficile .} \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases}$$

**Les contraintes:**

1. Le nombre d'heures de travaille, ne doit pas dépassé le nombre autorisé durant sont voyage.

$$\sum_{v=0}^2 (T_{0j} + T) * Z_{0ivkm} + \sum_{v=1}^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n (T_{ij} + T_i) * Z_{ijvkm} \leq NT. \quad k = \overline{1, K}.$$

2. Une commande de la station i, ne doit pas dépassée la capacite du compartiment C .

$$QP_{ic} \leq Q_{ck} * Y_{ipc}. \quad p = \overline{1, NP}. \quad k = \overline{1, K}. \quad c = \overline{1, Nck}. \quad i = \overline{1, N}.$$

3. Un quantité du produit P demandé par le client, ne doit pa dépassé sa capacite de stockage.

$$QP_i \leq C s_p * B_{ipv}. \quad v = \overline{0, 2}. \quad i = \overline{1, N}. \quad p = \overline{1, NP}.$$

4. La quantité du produit P livréé, ne doit pas dépassée la capacité du camion K.

$$QP_i \leq Q_k * \delta_{ikp}.$$

5. Si une station i est visité, alors au mois un produit lui sera livré durant sont voyage.

$$\sum_{p=1}^{Np} \delta_{ikp} \leq \sum_{k=1}^K X_{ivkm}. \quad i = \overline{1, N}.$$

6. Durant le voyage V du camion K au plus une station sera visité immédiatement après la station i ssi est visite durant ce voyage.

$$\sum_{v=1}^2 \sum_{j=1}^n Z_{ijkvm} = X_{ivkm}. \quad i = \overline{1, N}. \quad k = \overline{1, K}.$$

7. Un compartiment C d'un camion K, il faut qu'il soit plain en produit P.

$$QP_i * W_{ivkm} = \sum_{c=1}^{Nck} (\omega_{pckv} * Q_{C_k}). \quad p=\overline{1, NP}. \quad k=\overline{1, K}. \quad p=\overline{1, NP}.$$

8. Le nombre de compartiment d'un camion K doivent être tous plain en produit P.

$$\sum_{i=1}^n Np_i * W_{ivk} = NC_k.$$

9. Un compartiment s'il est utilisé, il ne peut contenir q'un seul produit.

$$\sum_{p=1}^{Np} \omega_{pckv} = 1. \quad c=\overline{1, Nck}. \quad k=\overline{1, K}.$$

10. Aucune station ne soit en rupture de stocke.

$$\zeta_{ip} \leq C_{sp}. \quad i=\overline{1, N}. \quad p=\overline{1, NP}.$$

11. Une demande d'un client i ne doit pas dépassée sans nombre de produit.

$$NP \leq \sum_{p=1}^{Np} Bipv * P_i.$$

12. Le nombre de station à visite durant un même voyage V , ne peut pas dépasse le nombre de compartiment du camion K.

$$\sum_{i=1}^n (Z_{oivkm} + \sum_{j=1}^n Z_{ijvkm} + Z_{i0vkm}) \leq NC_k.$$

13. Le nombre de compartiment doit être superieurs au égale à la quantité du produits demandé.

$$QP_i \leq NC_k.$$

14. On ne peut avoir des sous-tourne qui ne passe pas par le centre.

$$\sum_{i \in S} \sum_{j \in S} Z_{ijvkm} \leq |S_k| - 1, \forall S_k \in \theta / 2 \leq S_k \leq NC_k.$$

15. Un compartiment ne peut contenire un même produit de deux clients.

$$\sum_{i=1}^n QP_i * W_{ivk} = \sum_{c=1}^{Nck} \omega_{pcvk} * Q_{ck}. \quad p=\overline{1, NP}. \quad k=\overline{1, K}. \quad v=\overline{0, 2}.$$

16. Un compartiment s'il est utilisé, ne peut contenir q'un seul produit.

$$\sum_{p=1}^{NP} \omega_{pcvk} = 1. \quad p=\overline{1, NP}. \quad k=\overline{1, K}. \quad v=\overline{0, 2}. \quad c= \overline{1, Nck}.$$

17. La satisfaction de chemin de véhicule si, ce chemin entre i et j est accessible pour le camion K.

$$R_{ij} + X_{ijkm} \leq 1. \quad \forall k \in K.$$

18. Chaque véhicule ne doit pas dépassée sons éloignement maximal.

$$W_{ivk} * D_{0i} \leq EL_k.$$

### 3.3 Le modèle mathématique:

Afin que on a obtenu les resultas adéquats, la définition de la fonction objectif doit être déterministe, et elle va nous précisé le but ultime à atteindre, l'objectif principale de l'entreprise, et de déminuer le mode tiers utilisé et de minimisé les couts de transports, et les distances total parcouru, ce qui revient a minimisé le temps supplémentaire exploiter par l'ensembles des camions utilisés, d'où la fonction objectif:

$$Z = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n D_{ijm} Z_{ijkvm} \longrightarrow \text{Min} \quad (1)$$

$$Z = \sum_{k=1}^K W_{ivkm} \longrightarrow \text{Min} \quad (2)$$

La fonction (1): permet de minimisé le temps total des tournées (on prend généralement, la distance parcourue ).

La fonction (2): permet de minimisé le nombre de véhicules tiers utilisé. d'ou on obtiendra le modèle linéaire suivant.

$$Z = \sum_{i=0}^n \sum_{j=0}^n D_{ijm} Z_{ijkvm} \longrightarrow \text{Min.}$$

$$Z = \sum_{k=1}^K W_{ivkm} \longrightarrow \text{Min.}$$

$$\begin{aligned}
& \left. \begin{aligned}
& \Sigma_{v=0}^2 (T_{0j} + T) * Z_{0ivkm} + \Sigma_{v=1}^2 \Sigma_{i=1}^n \Sigma_{j=1}^n (T_{ij} + T_i) * Z_{ijvkm} \leq NT. \quad k = \overline{1, K} \\
& QP_{ic} \leq Q_{ck} * Y_{ipc}. \quad p = \overline{1, NP} \quad k = \overline{1, K}. \quad c = \overline{1, Nck} \quad i = \overline{1, N} \\
& QP_i \leq C_{sp} * B_{ipv}. \quad v = \overline{0, 2}. \quad i = \overline{1, N}. \quad p = \overline{1, NP} \\
& QP_i \leq Q_k * \delta_{ikp} \\
& \Sigma_{p=1}^{Np} \delta_{ikp} \leq \Sigma_{k=1}^K X_{ivkm}. \quad i = \overline{1, N} \\
& \Sigma_{v=1}^2 \Sigma_{j=1}^n Z_{ijkvm} = X_{ivkm}. \quad i = \overline{1, N}. \quad k = \overline{1, K} \\
& QP_i * W_{ivkm} = \Sigma_{c=1}^N Ck(\omega_{pcvk} * Q_{ck}) \quad p = \overline{1, NP} \quad k = \overline{1, K}. \quad p = \overline{1, NP} \\
& \Sigma_{i=1}^n Np_i * W_{ivkm} = NC_k \\
& \Sigma_{p=1}^{Np} \omega_{pcvk} = 1. \quad c = \overline{1, Nck}. \quad k = \overline{1, K} \\
& NP \leq \Sigma_{p=1}^{Np} Bipv * P_i \\
& \Sigma_{p=1}^{Np} \omega_{pcvk} = 1 \quad p = \overline{1, NP}. \quad k = \overline{1, K}. \quad v = \overline{0, 2}. \quad c = \overline{1, Nck} \\
& \Sigma_{i=1}^n QP_i * W_{ivk} = \Sigma_{c=1}^{Nck} \omega_{pcvk} * Q_{ck}. \quad p = \overline{1, NP}. \quad k = \overline{1, K}. \quad v = \overline{0, 2} \\
& \Sigma_{i \in s} \Sigma_{j \in s} Z_{ijvkm} \leq |S_k| - 1, \forall S_k \in \theta/2 \leq S_k \leq Nc_k \\
& QP_i \leq NC_k \\
& \Sigma_{i=1}^n (Z_{0ivkm} + \Sigma_{j=1}^n Z_{ijvkm} + Z_{i0vkm} \leq NC_k \\
& \zeta_{ip} \leq C_{sp}. \quad i = \overline{1, N}. \quad p = \overline{1, NP} \\
& R_{ij} + X_{ijkm} \leq 1, \forall k \in K. \\
& W_{ivkm} * D_{0i} \leq EL_k.
\end{aligned} \right\} (P)
\end{aligned}$$

### 3.4 Evaluation du modèle mathématique:

La taille du problème est connue par le calcul du nombre de contraintes ainsi que le nombre de variables. Connaître la taille du problème peut nous orienter vers le choix de la méthode de résolution (soit exacte ou approchée).

**Conclusion:**

pour la résolution d'un tel problème linéaire à deux fonctions objectives (bi-objectif) variables bivalentes, nous avons obtenu une représentation de la réalité qui nous permettra de mettre en évidence, les différents paramètres du problème, mais un tel problème, nous demande beaucoup de temps pour le résoudre, à cause du grand nombre de variables, et des contraintes du modèle mathématiques.

Dans ce qui suit nous allons parler sur les définitions concernant l'optimisation multi-objectif.

### 3.5 Optimisation multi-objectif:

**Introduction:**

Résoudre un problème d'optimisation consiste à trouver la ou les meilleures solutions vérifiant un ensemble de contraintes et d'objectifs définis par l'utilisateur.[5] Pour déterminer si une solution est meilleure que d'autres, il est nécessaire que le problème puisse introduire un critère de comparaison (fonction objective). Ainsi, la meilleure solution (solution optimale), est celle capable d'obtenir la meilleure évaluation dans la fonction objective. Optimiser un tel problème relève de l'optimisation multi-objectifs. L'optimisation multi-objectif cherche donc à optimiser plusieurs composantes d'un vecteur fonction coût.[5] Contrairement à l'optimisation mono-objectif, la solution d'un problème multi-objectif (**PMO**) n'est pas une solution unique, mais un ensemble de solutions, connu comme l'ensemble des solutions Pareto optimales (PO).

### 3.6 Concepts de base:

L'optimisation multi-objectif a vu le jour au 19<sup>ème</sup> siècle avec les travaux en économie d'Edgeworth [Edgeworth, 1881], reprise ensuite par Pareto en 1896 [Pareto, 1896]. [5]

### 3.7 Formules mathématiques du problème multi-objectif:

Un problème multi-objectif linéaire (programmation multi-objectif) consiste à optimiser simultanément  $r$  fonctions objectif notées  $Z_i$  avec  $i=(1,\dots,r)$  avec  $r \geq 2$

$$(\text{PLMO}) \left\{ \begin{array}{l} \text{"Optimiser" } Z_1 = C_1 X \\ \text{"Optimiser" } Z_2 = C_2 X \\ \text{"Optimiser" } Z_3 = C_3 X \\ \vdots \\ \vdots \\ \text{"Optimiser" } Z_r = C_r X \end{array} \right.$$

$X=(x_1, x_2, \dots, x_n) \in R^n$  est représentant les variables de décision.

$S=\{X \in R^n \mid AX \leq b; X \geq 0\}$  représente l'ensemble des solutions réalisables associées à des contraintes d'égalité, d'inégalité (espace de décision).

Supposons que  $S$  soit un compact non vide

- $A \in R^{m \times n}$ ,  $b \in R^m$ ,  $n \in \mathbb{N}$ .
- $C=(c_1, c_2, \dots, c_r) \in R^{r \times m}$  ( $c_i \in R^n$ ,  $\forall i=\overline{1,r}$ ).
- $Z=(Z_1(x), Z_2(x), \dots, Z_r(x))$  est le vecteur des critères à optimiser.

#### Remarque:

Le symbole " " signifie qu'il n'est généralement pas possible de trouver dans  $S$ , une action qui optimise simultanément tous les critères.

### 3.7.1 Espace de decision:

L'espace  $R^n$  dans lequel se situe l'ensemble des actions ( $S \in R^n$ ) est appelé espace des decisions[8] (Figure1)

### 3.7.2 Espace des critères:

L'espace  $R^r$  dans lequel se situe  $Z_s$ , tel que  $Z_s$  est l'image de S dans  $R^r$  par l'application linéaire associée à la matrice  $C=(c^1,c^2,\dots,c^r)$   
 $Z_s = C(s): X=(x_1, x_2,\dots,x_n) \in S \longrightarrow CX= (Z_1, Z_2,\dots,Z_r) \in Z_s$  est appelé espace des critères(Figure1)

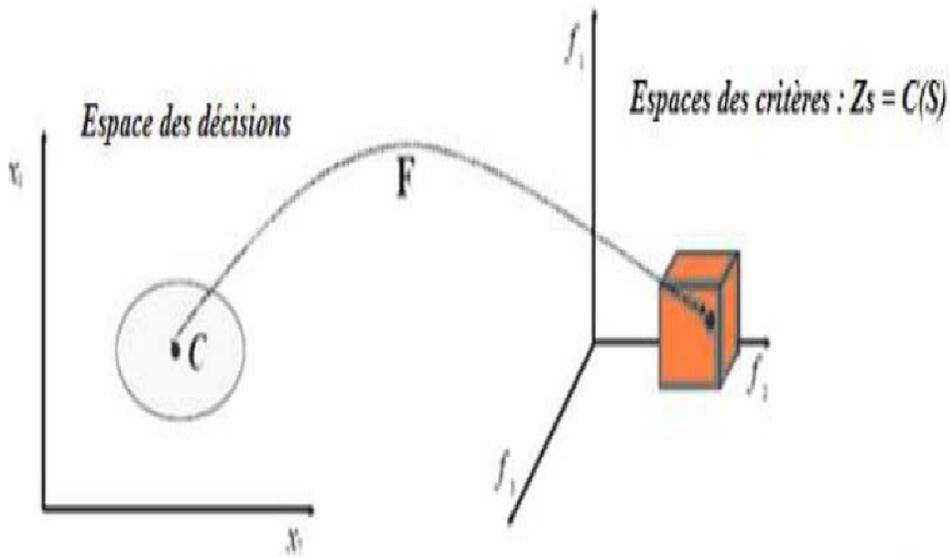


FIG. 3.1 – Espace de decision et espace de critères

### 3.7.3 Dominance:

Soient deux vecteur critères  $Z, Z' \in Z_s$ , on dit que  $Z$  domine fortement  $Z'$  ssi  $Z \geq Z'$  (ie:  $Z_i > Z'_i, \forall i=\overline{1,r}) \exists i \setminus Z_i > Z'_i$

Si  $Z$  domine  $Z'$ , alors  $Z$  est meilleur que  $Z'$  sur tous les critères[9]

### 3.7.4 Domiance forte:

soient deux vecteur  $Z, Z' \in Z_s$ . on dit que  $Z$  domine fortement  $Z'$  ssi:

$Z > Z'$ . (c'est-à-dire:  $Z > Z'$  pour tout  $i = 1, \dots, V$ ).

Si  $Z$  domine fortement  $Z'$ , alors  $Z$  est meilleur que  $Z'$  pour tous les critères.

### 3.7.5 Efficacité:

Une solution  $X^* \in S$  est une solution efficace s'il n'existe pas de  $X \in S$  telque  $Z(x)$  domine  $Z(x^*)$ .

### 3.7.6 La méthode d'agrégation linéaire:

Cette méthode populaire transforme le problème Multi-objectifs en un problème Mono-objectif, en combinant linéairement les différents objectifs ainsi le nouveau problème, car il s'agit d'un problème différent conciste à optimiser la nouvelle fonction objectif obtenue.[5]

Le théoreme de Geoffrion[Geoffrion, 1968] indique qu'en utilisant différentes valeur pour le vecteur  $\lambda$ , il est possible d'obtenir toutes les solution efficaces du problème Multi-objectif initiale .

La méthode d'agrégation à donc ses limites toutes fois, elle est intéressante pour des problèmes ayant de nombreux objectifs et un grand nombre de solution.

selon les recherches de HWANG et MASUD(1979), cette combinaison se fait de façon linéair est s'ecrit:

$$Z(x) = \sum_{i=1}^r \lambda_i Z_i(x).$$

$\lambda_i$ : Représentent les différents poids, et  $Z_i$  les fonctions objectifs.

$\lambda_i \in ]0,1]$  et  $\sum_{i=1}^r \lambda_i = 1$ .

Alors notre problème transforme d'un problème bi-objectif en un problème Mono-objectifs

## Chapitre 4

### Quelleque Méthode de Résolution:



*L'art mathématique : l'art de la symétrie*

## Introduction:

Pour résoudre un problème d'optimisation combinatoire on peut classer les méthodes de résolution comme suit:

### 4.1 Les méthodes approchés:

Les méthodes approchées sont destinées à la résolution des problèmes difficiles[5], qui n'ont pas de méthodes spécifiques de résolution, leurs principes résident dans leurs simplicités, on distingue deux familles:

*Les Heuristiques.*

*Les Méta-Heuristiques.*

#### 4.1.1 Les méthodes heuristiques:

Une heuristique du grec "heuriskein= Trouver" est un terme didactique qui signifie l'art d'inventer, de faire des découvertes, d'autre part c'est une méthode empirique de résolution de problème d'optimisation combinatoire, en un temps polynomial. [6] Une solution réalisable n'est pas nécessairement optimale, on n'assure pas que l'on arrivera à un résultat en un nombre fini d'étapes. Les heuristiques peuvent être réparties en deux classes.

*Les procédures de construction.*

*Les procédures d'affinages, ou d'amélioration.*

### Procédure de construction:

#### ★Heuristique de plus proche voisin:

Le principe de cette méthode est de choisir arbitrairement un sommet, ce dernier est le premier d'une chaîne hamiltonienne qu'on va construire, le sommet suivant est le sommet le plus proche du dernier qui n'appartient pas déjà à la chaîne.[6]

joindre le sommet de l'extrémité finale de la chaîne à celui de l'extrémité initiale (dans notre cas la chaîne commencera par le dépôt et terminera au dépôt), tout en vérifiant à chaque fois que la contrainte de capacité du camion n'est pas violée.

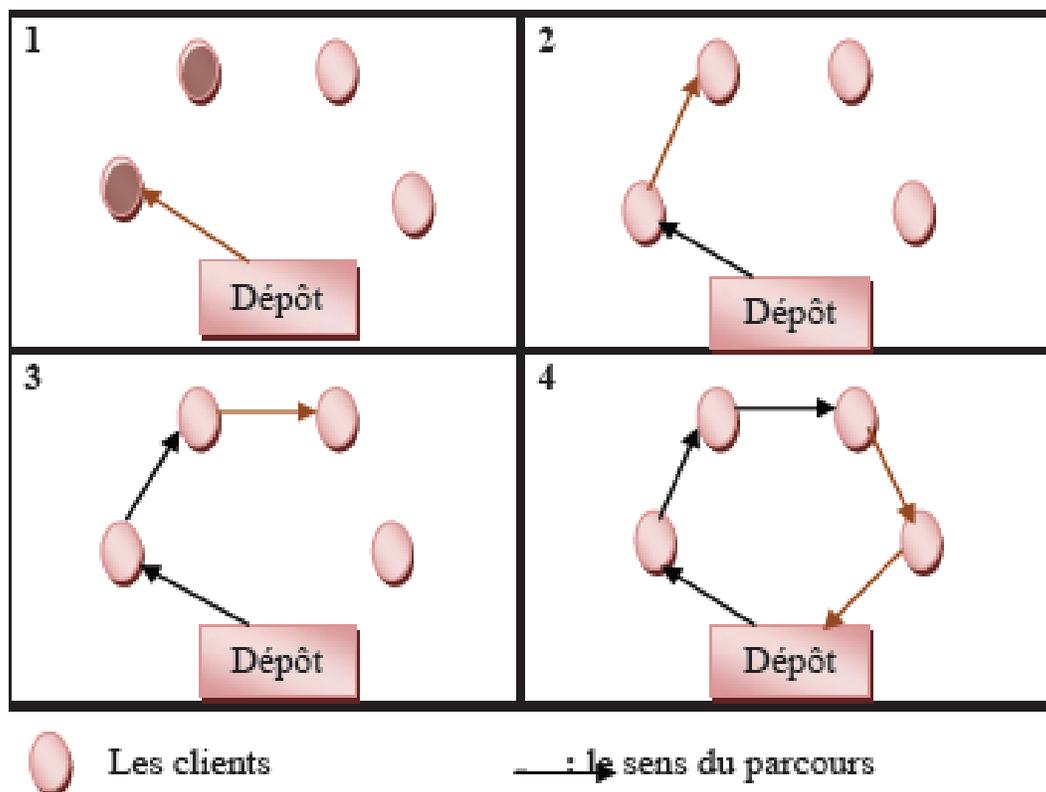


FIG. 4.1 – Le schéma de l'heuristique du plus proche voisin

### L'algorithme de la méthode de plus proche voisin

Début.

- a) choisir un camion de la liste des camions disponibles.
- b) commencer la tournée à partir d'un sommet quelconque non visité.
- c) Répéter:  
Trouver le sommet le plus proche du dernier sommet de la tournée.  
et l'ajouter à celle ci en verifiant la contrainte de capacité du camion.

Jusqu'a

aucune liaison ne soit possible.

- d) Si la liste des clients non visité n'est pas vide alors.  
Si la liste des camions est non épuisé alors.  
aller en a).  
Sinon afficher "manque de camion".

Sinon

Fin.

FIN.

### 1-2-La méthode de SAVING:

Cette méthode est développée par **CLARK et WRIGHT(1960)**, elle a été utilisée pour la résolution du VRP (problème de tournée de véhicule) est basé sur le concept d'économie ou encore SAVING a souvent été reprise et étendue à d'autres problèmes, son principe de base est:

on prend:

$D_{0i}$  : Distance entre le client  $i$  et le dépôt.

$D_{ij}$  : Distance entre le client  $i$  et le client  $j$ .

Au départ en considérant que chaque client est desservi par un camion, ce qui ne donne pas autant de tournées que de clients dans le système. [9]

Dans le cas où la matrice des distances est symétrique alors la distance parcourue est :

$$D = 2 * \sum_{i=1}^n d_{0i}. \quad \text{ou } n \text{ est le nombre de clients.}$$

Dans le cas où la matrice des distances est non symétrique, alors la distance parcourue est:

$$D = \sum_{i=1}^n (d_{0i} + d_{i0}).$$

La fusion des deux tournées élémentaires réduit à la fois les coûts fixes (un seul camion au lieu de deux), et la distance, ainsi la fusion de la tournée du client  $i$  avec celle de  $j$  permet une économie de distance qui équivaut à :

$$S_{ij} = 2 * d_{0i} + 2 * d_{0j} - (d_{0i} + d_{0j} + d_{ij}).$$

$$S_{ij} = d_{0i} + d_{0j} - d_{ij}.$$

La procédure consiste à regrouper deux tournées, en une seule, ça revient à éliminer un camion à chaque fois que cela est possible, une tournée n'est abandonnée que lorsqu'il est impossible de concaténer d'autres tournées c-à-d lorsque on ne peut plus joindre à cette dernière un client sans violer les

contraintes du probleme.

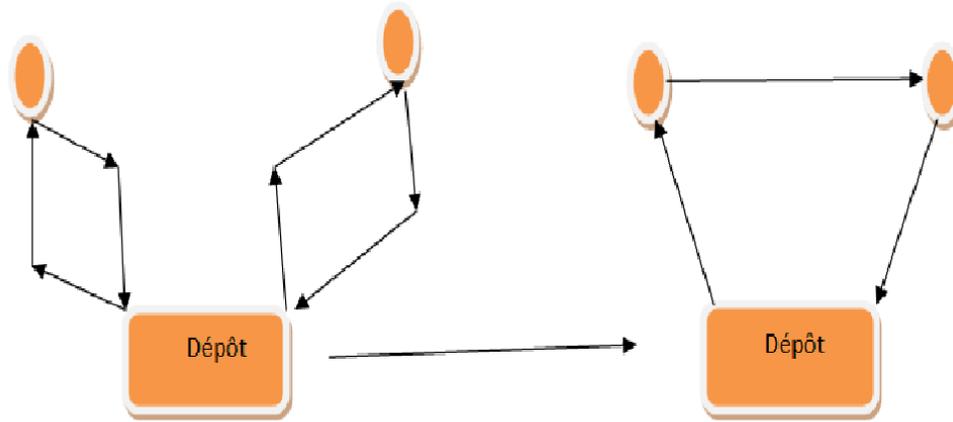


FIG. 4.2 – Le schéma général de la méthode SAVING

### L'Algorithme de la méthode du SAVING

DÉBUT

soit l'ensemble de toutes les tournées initiales

$t_i = T \{t_1, t_2, t_3, \dots, t_n\}$  ou  $t_i = \{0, i, 0\}$ .

a) pour toutes les paires de sommet  $i$  et  $j$  calculer le SAVING  $S_{ij}$  tel que  
 $S_{ij} = d_{0i} + d_{0j} - d_{ij}$

b) ordonner les SAVING dans un tableau par ordre décroissant.

c) ordonner les camions par ordre décroissant, si le tableau est  
achevé, on recommence par le premier, un camion peut faire  
plusieurs tournées, selon le temps de service.

d) choisir le premier SAVING  $s_{ij}$  telle que la fusion de  $i$  et  $j$  dans  
une même tournée soit faisable (vis-à-vis) des contraintes, crée la liaison  $(i, j)$ .

poser  $T = T \cup \{(t_i, t_j) / \{t_i, t_j\}\}$

poser  $L = L - s_{ij}$ .

f) Répéter

Etablir la premier liaison avec l'une des extrêmes de la tournées courant.

Eliminer les deux tournées liées de  $T$  et introduire la tournée résultante.

Jusqu'a ce qu' aucune liaison ne soit possible .

g) Si le tableau des SAVING est non épuise aller en d).

FIN

### La procédure d'affinage:

Elle est d'usage d'essayer d'améliorer une solution réalisable générée pour tout problème d'optimisation combinatoire, aussi certaines méthodes d'amélioration des tournées du (problème de tournée de véhicule VRP) ont été élaborées. Puisque une solution réalisable d'un VRP peut être vue comme un ensemble de tournées, ces procédures peuvent être adaptées au VRP, nous présentons quelques-unes des plus utilisées.

#### ★Procédure 2-optimal:

La méthode **2-opt** est simple et relativement efficace, elle consiste à échanger deux branches ou arcs dans une tournée, jusqu'à aboutir à une solution que l'on ne peut plus raffiner, le principe de cette méthode se présente dans l'algorithme suivant.[6]

DÉBUT

Etape1: Trouver une tournée initiale (généralement d'une manière aléatoire).

Etape2: Modifie la tournée en substituant à un ensemble de deux arcs c-à-d supprimer deux arcs (i,j) et (k,l) non adjacents d'une tournée, puis reconnecter les deux chaînes obtenus par les deux nouveaux arcs (i,l) et (j,k).

Etape3: Calculer la distance et enregistrer cet échange.

$$\text{DISTANCE} = d_{il} + d_{jk} - d_{ij} - d_{kl}.$$

Etape4: Répéter cette procédure pour tous les arcs.

Etape5: Choisir l'échange qui améliore le mieux la tournée, et l'exécuter.

Etape6: Chercher d'autres échanges qui peuvent améliorer la longueur de la tournée, qu'aucune amélioration ne soit possible.

FIN



### 4.1.2 Les métha-heuristiques :

#### Definition:

Le métha-heuristiques est dérivé de la composition de deux mots grecs, heuristique et métha qui veut dire

”englobe”, ou bien ”au-déla” sont apparition est dans les années 1970 par OSMAN, et **LAPORT (1996)**, elle forment une famille d’algorithme d’optimisation difficiles pour les quels on ne connait pas de méthode classique plus efficace.

Nous allons procéde maintenant à une brève présentation de quelques méthodes souvent rencontrées et utilisées.

### 4.1.3 La méthode de recherche tabou:

La recherche **Tabou** est une méthode métha-heuristique utilisé pour résoudre les problèmes d’optimisation combinatoires, grâce à ces bonnes resultas numeriques obtenus sur certaine problème.

La méthode de recherche tabou à été présenter par **FRED GLOVER** dans un article paru en **1956**, sont principe de base est simple, à partir d’une solution initiale quelconque, [6] elle engendre une succession de solution ou configurants qui doivent aboutir à une solution optimal. Cette méthode est caractérisé par toirs points fondamentaux:

★ A chaque itération, on examine complaitement, le voisinage  $V(s)$  de la solution actuelle  $S$ , et on va sur la meilleurs solution  $s$  même si le coût remonte .

★ On interdit de revenir sur une solution visitée dans un passé proche grâce à une liste tabou  $T$  stockant de maniers compacte la trajectoire parcouru, on cherche donc  $s$  dans  $V(s)-T$  .

★ On conserve la meilleurs solution trouvée en cours de route, on arrête après un nombre maximale "Nmax" ou après un maximale d'itérations sons améliorer la meilleurs solution, ou quand  $V(s)-T=\emptyset$ .

#### 4.1.4 Eléments et gestion de liste tabou:

Dans la formulation générale, les éléments de la liste sont les solutions admissibles qui sont tabou. Le stockage de l'information concernant une solution admissible pour le probleme de voyageur de commerce (TSP) s'avère toute fois irréalisable d'un point de vue efficacité de l'algorithme.[6]

De plus, la détermination de l'equivalence de deux solution demande beaucoup de temps de calcul.

Le but est de définir des éléments:

a) Qui prennent peut d'espace mémoire.

b) Dont le test d'equivalence (tester si une solution est tabou) est facile.

c) Qui contiennent suffisamment d'information, pour éviter un cyclage (même solution trouvée à chaque itération) prémature les éléments de la liste tabou sont des échanges

locaux. Dans les procédures itératives, on se déplace d'une solution  $s$  dans  $S$  à une autre solution  $t$  et on répète cette étape tant que n'est nécessaire, le dépalcement de  $s$  à  $t$  doit être restreint à une classe de simple modification:

$t=s \oplus m$ . (avec  $\oplus$  désigne une augmentation ou une diminution).

**m**: Veut dire que  $t$  est obtenu par l'introduction de la modification  $m$  à la solution  $s$ . On définit l'ensemble suivant:

**M**: L'ensemble des modifications possibles de la solution  $s$ .

$M_s$ : L'ensemble des modifications acceptables de la solutions.

$M_s = \{m / s \oplus m \in S\}$ ,  $M_s \subset M$ .

On définit le voisinage  $V(s)$  de chaque solution  $s$  par:

$M_s = \{t / \exists m \in M_s: t = s \oplus m\}$ .

Lorsque le voisinage a une structure symétrique, c-à-d que lorsque  $s \in V(t)$ , et  $t \in V(s)$ , le risque de cyclage existe. En effet si  $s$  est la meilleure solution possible dans  $V(t)$ , une oscillation en  $t$  à  $s$  apparaîtra. Une telle situation doit être évitée. C'est à ce niveau qu'une liste tabou trouve son utilité. Elle est de longueur  $K$  ( $|T| = K$ ) fixe ou variable et utilisée comme une liste FIFO. Quand un déplacement de  $s$  à  $t$  est fait, on l'introduit à la fin de la liste  $T$  et on rejette le plus ancien. Ainsi, le retour à cette solution  $s$  ne sera pas autorisé dans les  $K$  prochaines itérations, car à chaque itération, la solution  $t$  est choisie dans  $V(s)-T$ . La solution  $s$  est tabou de tout déplacement vers  $t$  c-à-d un déplacement tabou ou interdit.

En théorie, il faudrait stocker les  $K$  derniers solutions sur les quelles l'algorithme est passé. Cependant, les voisinages considérés étant souvent grands, il est évident que le test répétitif de présence de solution  $t$  dans  $T$  est très coûteux, et la mémoire nécessaire pour coder le détail des  $K$  solutions.

Le stockage explicite des solutions n'est donc jamais pratiqué. GLOVER recommande des critères moins coûteux pour le cyclage; le plus utilisé de ces critères consiste à stocker dans  $T$  les transformations (modifi-

cation de la solution  $s$  à  $t$ ) ayant permis de changer la solution et d'interdire de faire les transformations inverses pendant les  $K$  prochaines itérations.[6] Le point délicat est la capacité  $K$  de la liste tabou  $T$ . Les travaux de Glover montrent que pour  $K=7$  à  $20$  suffise pour empêcher les cyclages quelle que soit la taille du probleme.  $T$  fonction alors comme une mémoire à court terme.

#### 4.1.5 Choix du meilleur candidat:

A chaque itération la solution  $t$  est choisie comme la solution donnant la meilleure valeur de la fonction objectif dans la collection de solutions non tabou dans  $V(s)$ .

Si la modification de la solution courante n'est pas tabou, elle est immédiatement acceptée comme admissible.

#### 4.1.6 Critères d'arrêt:

Dans certaines applications une évolution  $f^*$  proche de l'optimum est connue.

Le processus peut être interrompu quand on est suffisamment proche de  $f^*$ . Cependant en générale,  $f^*$  n'est pas disponible avec une précision suffisante. Un critère est introduit comme suit:

Si aucune amélioration n'est produite pour  $s^*$  ( $s^*$  est la meilleure solution rencontrée) pendant  $K_{\max}$  itérations, le processus s'arrête.

**Algorithme général de la méthode "tabou search":**

Notation:

S:Ensemble de solution réalisables.

T: Liste tabou.

V(s): L'ensemble des solutions voisins.

Algorithme

Début

- {Initialisation}

- Choisir une solution initiale  $s$  de  $S$ .-  $s^* := s$ ; ( $s^*$ : meilleure solution obtenue).-  $nbiter := 0$ ; (Nombre d'itérations).-  $bestiter := 0$ ; (itération ayant donnée  $s^*$  courante).-  $T := \emptyset$  (liste tabou).-  $Stop := False$ ;Tant que  $stop := False$ ;

Si ( $nbiter - bestiter > Kmax$ ) ou (on ne peut pas quitter  $s$ ) alors  
      $stop := True$ ;

Sinon

$Nbiter := nbiter + 1$ ;

Générer  $V^* \in V(s) - T$ ;

Choisir la meilleure solution  $s^*$  de  $V^*$ .

Mettre à jour la liste tabou  $T$  ( $T := T - \{oldest\} \cup \{s\}$ );

Fin Si

Si  $f(s) < f(s^*)$  alors

$s^* := s$ ;

$Bestiter := nbiter$ ;

Fin Si

Fin Tant que

Fin

### Adaptation de la méthode tabou sur le problème étudié:

✓ *Détermination de la solution initiale:*

Parmi les méthodes heuristique exposées précédemment, on peut choisir une pour obtenir une solution initiale.

✓ *Génération des solutions voisines:*

Soit  $s$  la solution du problème posé représentée par la tournée  $t$ . La génération des solutions voisins se réalise à l'aide de voisinage 2-optimalité qui consiste à supprimer deux arrêtes non adjacentes d'un cycle hamiltonien, puis à reconnecter les deux chaines obtenues par deux nouvelles arrêtes pour reformer le cycle, (on n' à d'ailleurs pas le chois pour ces nouvelles arrêtes).

✓ *Définition de la liste tabou:*

Il est très couteux en terme d'espace mémoire de conserver toute les solutions (ou déplacement) qu'on veut rendre tabou. Pour cette raison, il est nécessaire de minimiser autant que possible la taille de la liste tabou. Pour cela, on introduit une liste tabou  $L$  qu'on construira de la maniere suivante: Quand deux arcs  $(i,j)$  et  $(k,l)$  de la tournée  $t$  subuissent un inter-change, on introduit l'élément  $(i,k,j,l)$  est dans la liste  $L$ .

✓ *Critère d'arrêt:*

Si  $K_{max}$  itérations successives sont effectuées sans réaliser une minimisation de la fonction coût on interrompte le processus.

**Algorithme adapte ” recherche tabou”**

```
Début
Soit s une solution initiale (ensemble de tournées ),
et soit nt le nombre des tournées de cette solution.
{Initialisation}
s: l'ensemble des tournées effectuées:
  nbiter:=0;
  bestiter:=0;
  bestsol:=s;
  L:=∅;
{Fin de initialisation}
Tant que
(nbiter-bester < nbmax) faire
  Nbiter:=nbiter;
  Crée le voisinage par l'heuristique 2-optimalité;
  Choisir la meilleur solution  $s^*$  dans  $V(s)$  telle que l'élément (i,k,j,l) qui le génère
  n'est pas dans la liste tabou L, ou bien  $f(s^*) < f(\text{bestsol})$ ;
  Introduire l'élément(i,k,j,l) dans la liste L;
  Si  $f(s^*) < f(\text{bestsol})$ ,et toutes les contraintes sont satisfaires alors
  bestsol:=  $s^*$ ;
  bestiter:=nbiter;
  Fin si
s:=  $s^*$ ;
Fin tant que
FIN
```

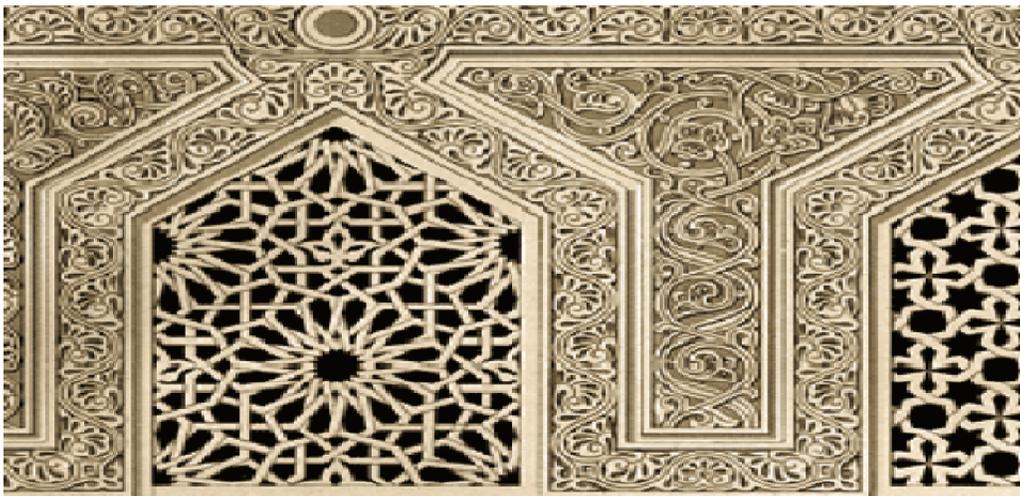
La recherche tabou, est une procédure qui effectue des exploitations locales à l'aide d'autre heuristique, la méthode comporte moins de paramètres de réglages, ce qui le rend plus simple à emploi et simple à mettre en oeuvre, et ses caractéristiques peuvent être facilement développées, car elle offre une certaine flexibilité qui, lui permet d'être adaptée à plusieurs catégories de problème.

**Conclusion:**

Les méthodes de résolution d'un modèle mathématiques elle sont nombreuses, mais le choix d'une méthodes dépend de la structure du modèle.

## Chapitre 5

# Approche de Résolution du Problème



### **Introduction:**

Les méthodes de résolutions d'un modèles mathématiques sont nombreuses, le choix d'une méthode parmi d'autre est relatif selon la structure du modèle mathématique et la famille auquel il appartient. De nombreuses méthodes se sont attaquées à ce problème mais leurs adaptations au VRPTW ( problème de voyageur de commerce avec fenetre de temps ) ont connu plus au moins de succès la difficulté réside dans la résolution avec des méthodes exactes telles que: le simplexe, la méthode des deux phases... etc, car elles nécessitent un temps machine et un espace mémoire très important.[9] Ainsi, s'impose le recours l'utilisation des méthodes heuristiques qui sont des approches simples, rapide et qui donnent des bons résultats.

### **5.1 Choix de la méthode:**

Le choix de la méthode a été orienté vers une méthode approchée, cette décision a été prise à cause de l'importance de la taille de l'instance à résoudre, qui proscrit la tentative de le résoudre par des méthodes exactes, car on ne connaît pas un algorithme pouvant le résoudre en un temps polynomial. Pour notre approche de résolution, nous utiliserons un algorithme génétique du fait que presque la plupart des approches récemment publiées sont orientées vers ce type d'algorithmes, et les meilleurs résultats concernant ce problème sont obtenus à l'aide de ces algorithmes. autrement dit on utilisera une méta-heuristique d'amélioration successifs au sein de l'algorithme génétique en tant qu'opération de mutation. Les algorithmes génétiques sont sans doute les méthodes les plus puissantes.

## 5.2 Les Algorithmes Génétiques:

### Introduction:

L'algorithme génétique a été développé initialement par John Holland (1975) et ses étudiants à l'université du Michigan. Leurs recherches avaient pour but de concevoir des systèmes artificiels possédant certaines propriétés des systèmes naturels. La génétique a été très populaire au cours des dernières années pour les problèmes de tournées. En effet, huit articles se servent de cette approche.[1] Le principe de l'algorithme génétique est très connu, il limite le principe de l'évolution des espèces. Une population solutions est maintenue et 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.[9] 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 des nouvelles propriétés et de la diversité dans l'ensemble des solutions générées. Cette analogie entre l'évolution des espèces et l'algorithme génétique qui à l'origine d'utilisait un vecteur binaire pour encoder les solutions.

### 5.2.1 Les composantes d'un algorithme génétique:

Un algorithme génétique est défini par:[10]

#### 1.Chromosome:

Un chromosome est constitué d'une séquence finie de gènes qui peuvent prendre des valeurs appelées allèles qui sont prises selon le problème étudié.

#### 2.Gène:

Plus petite entité existante symbolisée par un nombre (entier, réel, caractères,...).

**3.Allèle:**

La valeur possible por un gène.

**4.Enfant**

Individu généré à partir d'un ou de plusieurs parents.

**5.Population:**

Un ensemble de chromosome ou de points de l'espace de recherche.

**6.Envirement:**

L'espace de recherche.

**7.Fonction fitness:**

La fonction fitness c'est la fonction d'évaluation positive des individus que nous cherchons à maximiser ou à minimiser.

**8.Les opérateurs:**

Permettent la construction d'une nouvelle population à partir de l'ancienne dans le but d'explorer l'avantage de l'environnement de l'Algorithme Génétique.

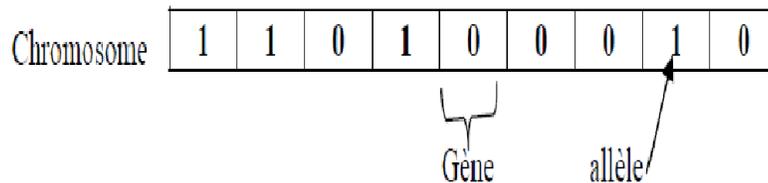
**5.2.2 Codage des chromosomes:**

Il est évident que l'algorithme dépendra très fortement du type de codage choisi. Le codage se fait généralement sur un nombre fini de bits, mais cela est lié surtout à la nature du problème traité. Une solution est un chromosome formé d'une (ou plusieurs)chaines de bits, ou chaque bit représente un gène et son contenu l'allèle.

**5.2.3 Codage binaire:**

Le gène est code par un caractère binaire, 0 ou 1. C'est le plus courant et celui qui a été employé lors de la première application des algorithmes

génétiques. Exemple:



#### 5.2.4 Génération d'une population:

L'algorithme génère une population initiale de taille  $n$  qui constituera la base de l'évolution des autres générations. Ceci se fait de manière aléatoire, couvrant au mieux l'espace de recherche des solutions, tout en tenant compte des contraintes du problème traité[11]

✓ Évaluation:

L'évaluation permet d'associer à chaque solution générée son score dans la fonction fitness. Elle permet par la suite de sélectionner les individus qui formeront les générations futures.

✓ Sélection:

La sélection est une première phase vers l'évolution des solutions. La première étape consiste à sélectionner les meilleurs chromosomes, dans la génération courante (appelée génération intermédiaire) qui sont des générations de base pour former les opérations de croisement et de mutation. On distingue les types de sélections suivantes pour la génération intermédiaire.

*Sélection aléatoire:*

Il est tout à fait possible de choisir des individus au hasard et de les mélanger aléatoirement pour créer de nouveaux individus. La sélection aléatoire (ou la sélection naturelle, qui oeuvre en aveugle) donne de la chance à tous les individus, pour participer à l'élaboration de la nouvelle génération.

*Sélection par rang:[11]*

La sélection par rang est basée sur le tri de la population selon la fitness de chaque individu. Elle consiste à attribuer un entier de 1 à N pour une population de N chromosomes, du mauvais au meilleur. Son grand inconvénient est la convergence lente vers la bonne solution. Ceci est dû au fait que les meilleurs chromosomes ne diffèrent pas énormément des plus mauvais, cette sélection est appelée aussi roulette ou roue de la fortune.

*Sélection par tournoi:*

Un tournoi consiste en une rencontre entre plusieurs individus pris au hasard dans la population. Le vainqueur du tournoi est l'individu de meilleure qualité. Vous pouvez choisir de ne conserver que le vainqueur comme vous pouvez choisir de conserver les deux individus ou les trois meilleurs. À vous de voir, selon que vous souhaitez.

*La sélection par roulette[12]*

La sélection des individus par le système de la roulette s'inspire des roues de loterie. À chacun des individus de la population est associé un secteur d'une roue. L'angle du secteur étant proportionnel à la qualité de l'individu qu'il représente. Vous tournez la roue et vous obtenez un individu. Les tirages des individus sont ainsi pondérés par leur qualité. Et presque logiquement, les meilleurs individus ont plus de chance d'être choisis et de participer à l'amélioration de notre population.

### 5.2.5 Les opérateurs génétiques:

- **Les croisements:**

Le croisement a pour but d'enrichir la diversité de la population en manipulant la structure des chromosomes. Les croisement sont envisagé avec deux parent qui génèrent deux enfants. pour effectuer le croisement sur des chromosomes constitués de  $M$  gènes, on tire aléatoirement une position dans chacun des parents, on echange ensuite les deux sous-chaines terminales de chacun des deux chromosomes, ce qui produit deux enfants. On peut étendre ce principe en découpant le chromosome non pas en sous-chaines mais en plusieurs sous-chaines.

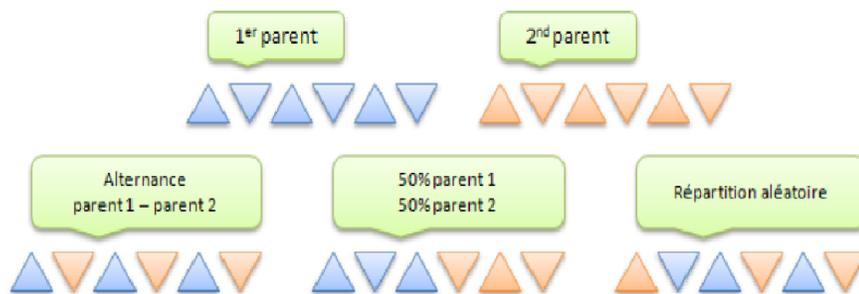


FIG. 5.1 – Représentation schématique du croisement

- **La mutation:**[12]

La mutation nous servira comme outil de diversification de la recherche, elle intervient avec une probabilité faible  $P_m = 0,1$ . Son principe est de forcer un véhicule à desservir un dépôt en satisfaisant entièrement sa demande.

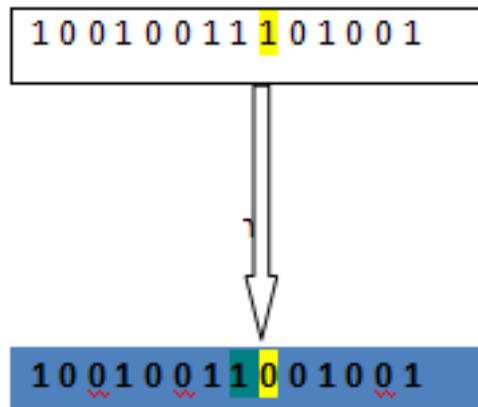


FIG. 5.2 – Une mutation

- **Critère d'arrêt:**

Le critère d'arrêt que nous avons choisi est le nombre de générations, un nombre  $nb$  est fixé au préalable en fonction de la taille de l'instance et du nombre d'individus de la population initiale  $N$ , ainsi que le nombre d'individus sélectionnés  $k$ .

Actuellement les critères d'arrêt les plus utilisés sont les suivants:

Un nombre de génération fixé à l'avance qui spécifie le nombre d'itérations maximum que l'algorithme ne doit pas dépasser.

Le temps limite qui est le temps maximum d'exécution du programme.

Un nombre de génération effectuée sans amélioration de la fitness.

Une fitness limite, le programme s'arrête dès qu'il atteint une bonne fitness fixée au préalable.

### 5.3 Stratégie de résolution

Avant d'arriver à la procédure d'optimisation, il est nécessaire de recueillir toutes les informations relatives à l'opération de la livraison des produits carburants, or il est nécessaire de suivre les étapes pour pouvoir résoudre le problème rencontré par le district CLP de TIZI OUZOU.

#### **Données relatives à la flotte:**

\* Le type, le numéro et le code de chaque camion.

- Capacité des camions.
- Capacité de chaque compartiment.
- Durée de marche.

#### **Données relatives aux clients:**

- Code et localisation de chaque client.
- Quantité demandée.
- Fenêtre de temps.
- Distance dépôt-client.
- Distance client-client.
- Estimation de temps de déchargement au niveau de chaque client.

#### **Données relatives aux dépôts:**

- Estimation de temps de livraison aux stations-services.

- Estimation de temps de dechargement aux stations-services.

## 5.4 Les différents paramètres utilisés:

### 5.4.1 Codage des données:

Comme les chromosomes binaires sont inadaptés pour les problèmes d'ordonnement, nous avons adopté un codage multi-caractères(0,1,2.....); où le chromosome est une séquence de noeuds le dépôt est représenté par l'indice '0'. Nous mentionnons à la fin et les différentes caractéristiques (distance parcourue, **profit collecté** (le nombre des clients livrés \ distance parcourue dans un chromosome). Les individus de la population dans ce cas représentent un ensemble de clients, qui sont les gènes du chromosome de client, ou on effectue à chaque véhicule un ensemble de client qui forment la tournée de ce véhicules.

#### Exemple:

La tournée(dépôt, 2, 20, dépôt), La distance parcouru et L1

La tournée (dépôt, 15, 3, 10, 6, 4, 19, 8, 30, dépôt), La distance parcouru et L2

La troisième tournée (dépôt, 25, 7, dépôt), La distance parcouru et L3.

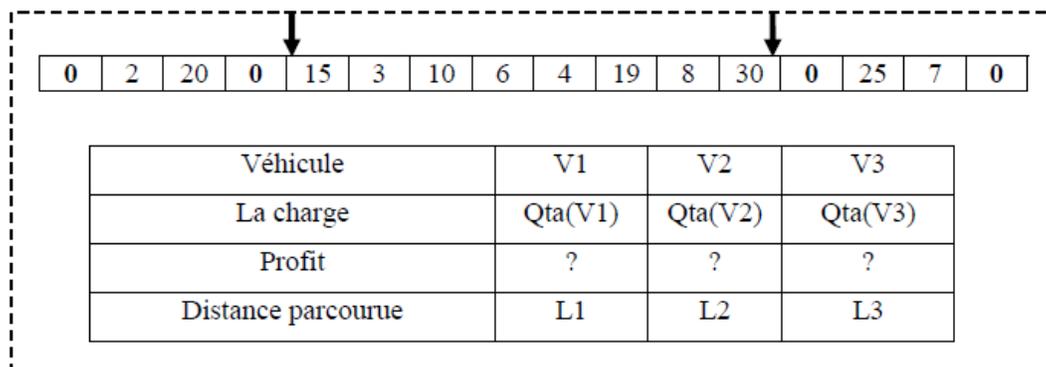


FIG. 5.3 – chromosome représenté sur trois tournées.

### 5.4.2 Taille de la population:

La taille  $T$  de la population doit être constante durant toutes les générations, pour éviter la divergence de l'algorithme, nous allons prendre la taille égale au nombre des clients qui ont passé une commande. En effet, pour diversifier la population initiale, nous avons adopté une stratégie de tel sorte qu'on commence par le client  $i$  lors de la construction du chromosome  $i$ , donc on aura forcément le nombre des clients qui ont passé une commande égal au nombre du chromosome c'est-à-dire la taille de la population.

### 5.4.3 Le taux de croisement:

C'est la probabilité avec laquelle un ensemble d'individus est choisi pour leur appliquer l'opérateur de croisement, son choix généralement expérimentale est sa valeur est très souvent prise dans l'intervalle  $[0.5, 0.9]$ . Plus ce taux est élevée plus la population subit des changements importantes, ainsi la convergence doit être rapide si le taux de croisement est proche de '1'. Nous allons utiliser tous les croisements possible dans la population sélectionnée, donc le taux de croisement dans notre cas vaut exactement '1'.

### 5.4.4 Le teste d'arrêt:

\* Un nombre de génération fixé à l'avance qui spécifié le nombre d'itérations maximum que l'algorithme ne doit pas dépasser.

\*Le temps limite qui est le temps maximum d'exécution du programme.

\* Un nombre de génération effectuée sans amélioration de la fitness.

\* Une fitness limite, le programme s'arrête dès l'atteint une bonne fitness fixée au préalable.

#### **Remarque:**

Pour notre cas nous allons utiliser le premier et le troisième critère, car ils sont les plus utilisés dans la littérature.

## 5.5 Adaptation de l'algorithme au problème:

### Introduction:

Il s'agit de présenter les différentes étapes d'adaptation de l'Algorithme Génétique aboutissant à construire un schéma de livraison. Cette méthode devra nous permettre de déterminer les tournées nécessaires qu'il faudra effectuer pour tous les véhicules durant la période de service.

### 5.5.1 Construction de la population initiale:

Pour la construction d'un ensemble de solution réalisable, on peut utiliser l'approche du plus proche voisin (PPV) qui nous donne un ensemble d'itinéraire de la manière suivante: Nous associons le VRP à un graphe complet symétrique planaire  $G = (V, E)$ , où  $V$  est l'ensemble des sommets représentant les localisations des clients et l'entrepôt, et  $E$  est l'ensemble des arcs représentant les routes entre eux. Soit  $C_{ij}$  le coût associé à chaque arc. Le dépôt est placé au sommet (0) et il y a  $n$  sommets, chacun étant associé à un client.

- 1) On choisi aléatoirement un sommet  $X$ .
- 2) Soit  $Q_a$  la quantité accumulée des demandes des clients, elle est initialisée à la demande du client  $X$ .
- 3) On cherche le plus proche voisin à ce sommet.
- 4) On accumule la quantité demandé de ce dernier.
- 5) Vérification de la contrainte de capacité du véhicule Si elle est vérifiée, le sommet est inséré dans l'itinéraire, retour à 3, Sinon l'itinéraire se ferme, et la fermeture d'un itinéraire est suivie par l'ouverture d'un autre, commençant par le sommet qui a violé la contrainte de capacité de véhicule, en même temps un nouveau véhicule est mis en disponibilité, retour a 3.

**illustration par Un exemple**

Nous allons décrire la résolution du problème proposé dans le cas où les données sont les suivantes:

- Nombre de client: 6
- Nombre de véhicule: 3
- Capacité de véhicule:  $30M^3$

**Tableau des distances**

	Dépot	client1	client2	client3	client4	client5	client6
Dépot	0	10	5	5	10	5	10
client1	10	0	11	11	14	11	14
client2	5	11	0	7	11	7	11
client3	5	11	7	0	11	7	11
client4	10	14	0	11	0	11	14
client5	5	11	11	7	11	0	11
client6	10	14	7	7	14	11	0

**Tableau des demandes**

Client	Client1	Client2	Client3	Client4	Client5	Client6
Quantité demandés	15	15	16	14	15	15

La première tournée couvre les sommets  $\{2,3\}$  en utilisant la procédure décrite ci-dessus, avec n sommets, on à n solutions réalisables sont possibles.

**Génération de la population initiale(des individus)**

Pour  $j:=0$  à nombre de client faire

Début

Générer-chromosome numéro (j)

**Fin(génération des individus)**

**Procédure générer –chromosome numéro (j)**

Tant qu'il existe des véhicules disponible faire

Tant qu'il existe des clients non encore servis faire

Générer itinéraire (entrer : indice départ, sortie : indice fin)

**Fin (générer-chromosome).**

**Procédure générer itineraire(entrer: indice départ, sortie:indice fin)**

Tant qu'il existe des clients non servi faire

Tant que véhicule disponible faire

Debut

Choisir aléatoirement un sommet (sommet x) parmi les clients qui ont passe commande

Quantité accumulé := demande (indice départ);

Chercher le plus proche voisin par rapport à ce sommet (indice départ);

Mise à jour de la quantité accumulée;

Si quantité accumulée  $\leq$  capacité de véhicule

Alors

inséré le sommet  $x$  dans l'itinéraire, Sinon fermer l'itinéraire

Fin de si

Fin tant que

**Fin (générer itinéraire).**

### 5.5.2 Représentation génétique d'une solution(Codage):

Dans le cas de notre problème, une solution réalisable doit spécifier le nombre de véhicules exigés, la partition des demandes entre tous les véhicules ainsi que l'ordre de livraison pour chaque tournée et de chaque client.

### 5.5.3 L'algorithme adapté a notre problème:

Debut

• Construction de la population initiale.

- 1) Ordonner les camions selon l'ordre croissant de leurs volumes  $V$ .
- 2) Sélectionner le premier camion de la liste  $V$ .

Pour  $i=1$  à nombre de commande faire Affecter le client  $i$  au camion  $V_1$ .  
Insérer les autres clients par la méthode du PPV tout en vérifiant les contraintes de capacité.

$T_i =$  L'ensembles des clients affectés au camion  $V_i$ .

- 3) Pour chaque  $T_i$  affecter le clients qui restent au camion restant par la méthode du PPV, on obtient un ensemble d'individus qui représentent la population initiale

- Amélioration des solutions.

1) Initialisation:

Soit la population  $P(n)$  trouvée en a)

2) Étape n :

Soit  $P(n)$  la population courante

◇ Évaluer les individus de la population  $P(n)$ (la distance parcouru pour chaque tournée);

◇ Former les groupes qui comportent des tournées réalisées par le même type de camion.

◇ Sélectionner dans chaque groupe de la population  $P(n)$  un ensemble de paire de solution aléatoirement; appliquer à chacune des paires sélectionnées l'opérateur de croisement qui donne deux solutions enfants;

◇ Évaluer les nouvelles solutions et remplacer les solutions de mauvaise qualité(ayant un coût élevé) par celles de bonne qualité(de coût minimale);

◇ Appliquer l'opérateur de mutation aux solution ainsi obtenues. Les solutions éventuellement mutées constituent la population  $P(n+1)$ ;

Si le test d'arrêt(le nombre d'itérations) est satisfait Alors STOP

Sinon aller à l'étape b) 2)

FIN

# Chapitre 6

## Présentation du logiciel

### 6.1 Introduction:

Une première définition de la programmation indique que celle-ci est un ensemble d'outils et de techniques permettant de résoudre des problèmes mathématiques par ordinateur. Mais cette définition néglige le sens de la programmation, qui est de trouver une solution optimale à n'importe quel type de problème. En d'autres termes, la programmation est l'art de résoudre les problèmes mathématique par l'utilisation des techniques qui lui sont spécifié, de manière efficace et concise .

### 6.2 Description du DELPHI:

Delphi est un environnement de programmation visuel orienté objet pour le développement rapide d'une application. [13] En Delphi, vous pouvez créer des applications Microsoft Windows 95, Windows 98, Windows NT, très efficaces, avec un minimum de codage manuel. Delphi fournit tous les outils nécessaires pour développer, tester, déboguer et déployer des applications, incluant une importante bibliothèque de composants réutilisables, un ensemble d'outils de conception, des modèles d'application et de fiche, ainsi que des experts de programmation. Ces outils simplifient et réduisent la durée du développement. Ceci explique notre choix pour élaborer notre application.

### 6.3 Présentation du logiciel:

Un logiciel est un ensemble de programmes informatiques, mis en interaction entre eux de manière particulière; afin de remplir une ou plusieurs fonctions bien spécifiées. Tout cycle de vie est initialisé par une phase dite d'analyse des besoins.

Le logiciel OPDC NAFTAL est destiné à prendre en charge la bonne gestion de camion propre à la société, et les opérateurs d'affectation vers les régions de sorte que elle va satisfaire tous ses clients en minimisant le cout engendré par :

La location des camions tiers.

L'ajoute de temps supplémentaire.

Le logiciel, OPDC NAFTAL permet de :

Affecter la totalité des commandes dans les camions pour avoir un nombre minimum de la flotte tiers.

Sélectionner la flotte optimal de la liste des camions.

Etablir un programme d'affectation des camions sur toutes la période d'étude.

#### 6.3.1 Mode d'emploi:

En lancent l'application de notre logiciel, une premier fenêtre qui apparaitre, c'est le mot de passe [FIG1]. En utilise le mot de passe pour assure la sécurité des données.

\* Si le mot de passe n'est pas exacte alors un message d'erreur qui apparait. [FIG2]

\* Si le mot de passe et correct alors en rentre a la page d'accueille de logiciel. [FIG3]

\* Donne cette page on clique sur **OK** pour lancer l'application, et la fiche du menu principal apparaitre. [FIG4]

La fiche principal s'ouvre, cette fiche contient quatres volets:

- **Fichier.**
- **Affichage.**
- **Distance inter client.**
- **Affétation.**

### **Le volet fichier:**

L'utilisatuer trouve les fonctions habituelles des applications Windows. [FIG5]

\* Si on veut ajouté un client à la liste des clients, on clique sur siasie. [FIG6]

\* Une autre fenêtre qui apparaitre pour faire la siasie. [FIG7]

\* Si on veut faire de la modification, on tape juste le code du client qu'on cherche à modifie. [FIG8,FIG9]

### Le volet Affichage:

Le volet affichage quantienne les sous menus suivants: [FIG10]

- \* Si on veut afficher toutes la listes des clients. [FIG11]
- \* Si on veut chercher un client dans la liste des cleints, on a qu'a saisie son code. [FIG12]
- \* Si on tape le code **B1234**, le client qui correspond a ce code est. [FIG13]
- \* Pour savoir les capacités de la station du client ben zahi on fait entré sont code **B1234** puis nous donne toutes ces capacites. [FIG14]

### Le volet Distance intre client:

Ce volet nous donne les distances calculer inter chaque deux clients au maximum. [FIG15, FIG16]

### Le volet Affectation:

ce volet son principe est d'affecter les commandes de lajournée pour tous les camions qui sont disponible

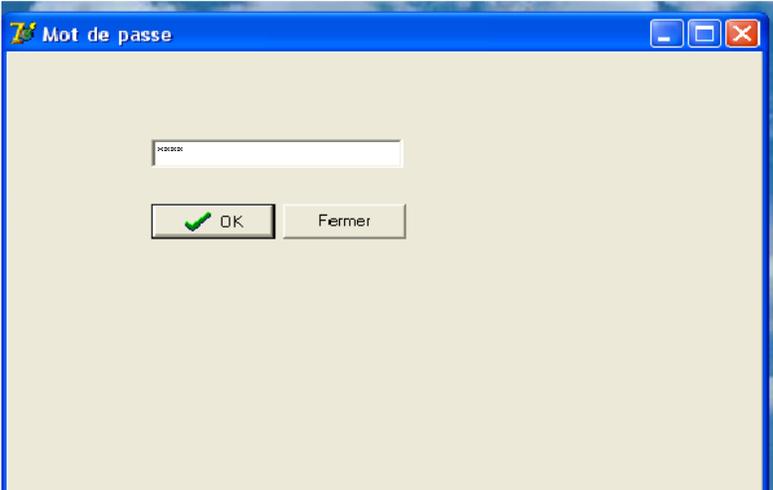


FIG. 6.1

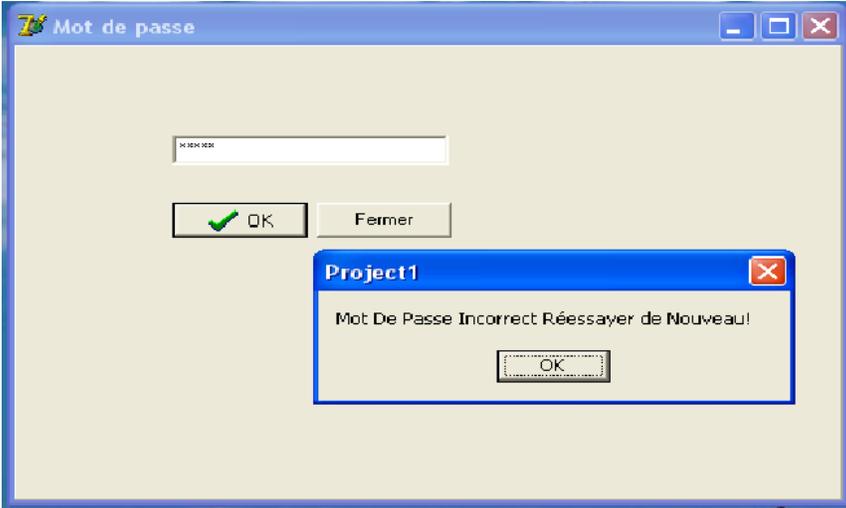


FIG. 6.2



FIG. 6.3



FIG. 6.4



FIG. 6.5

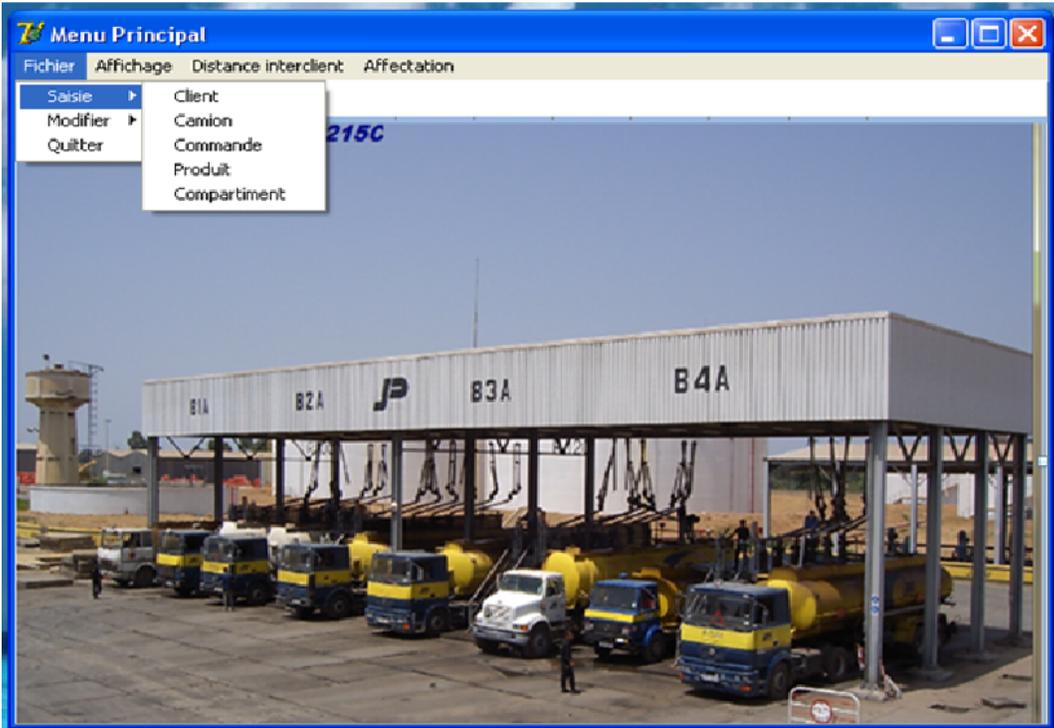


FIG. 6.6

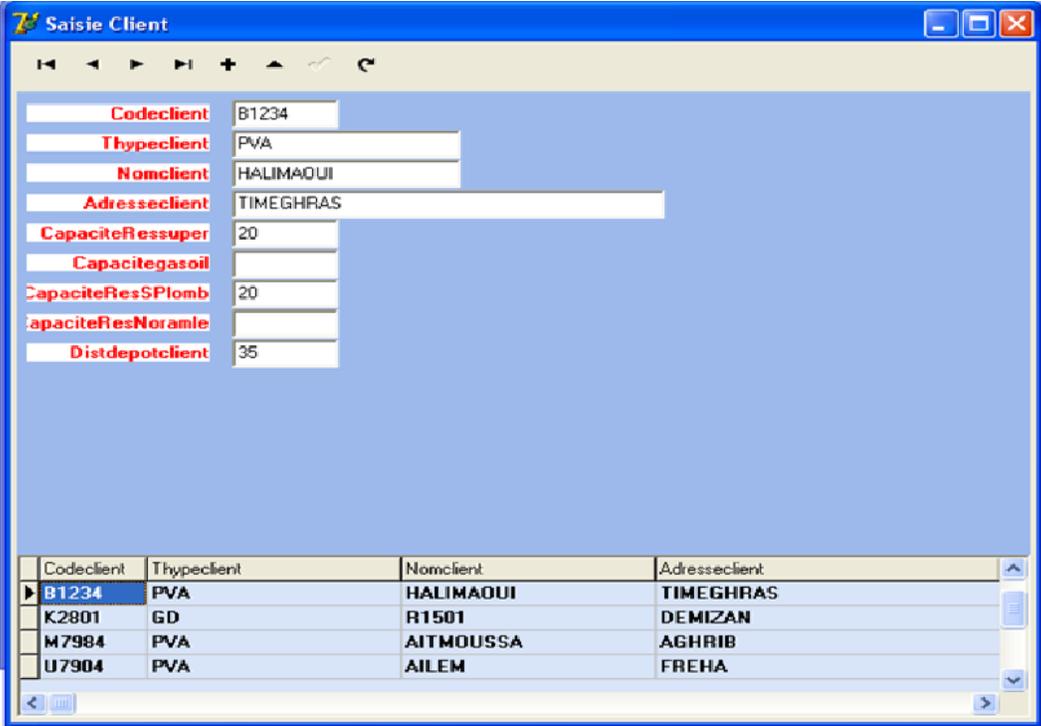


FIG. 6.7

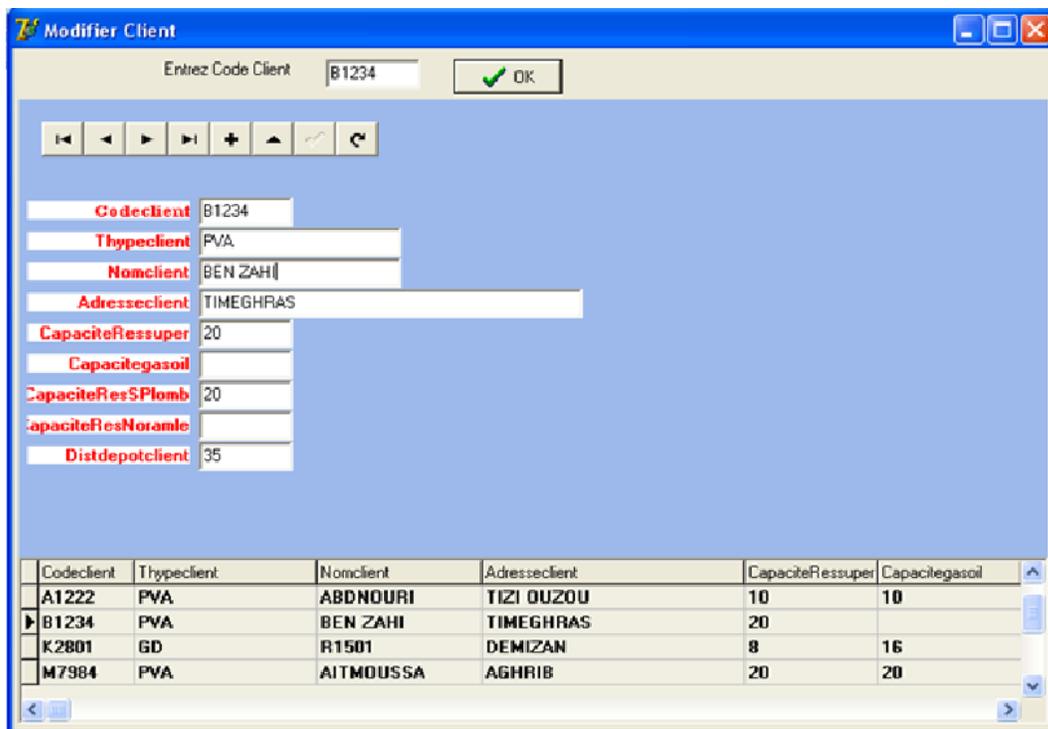


FIG. 6.8

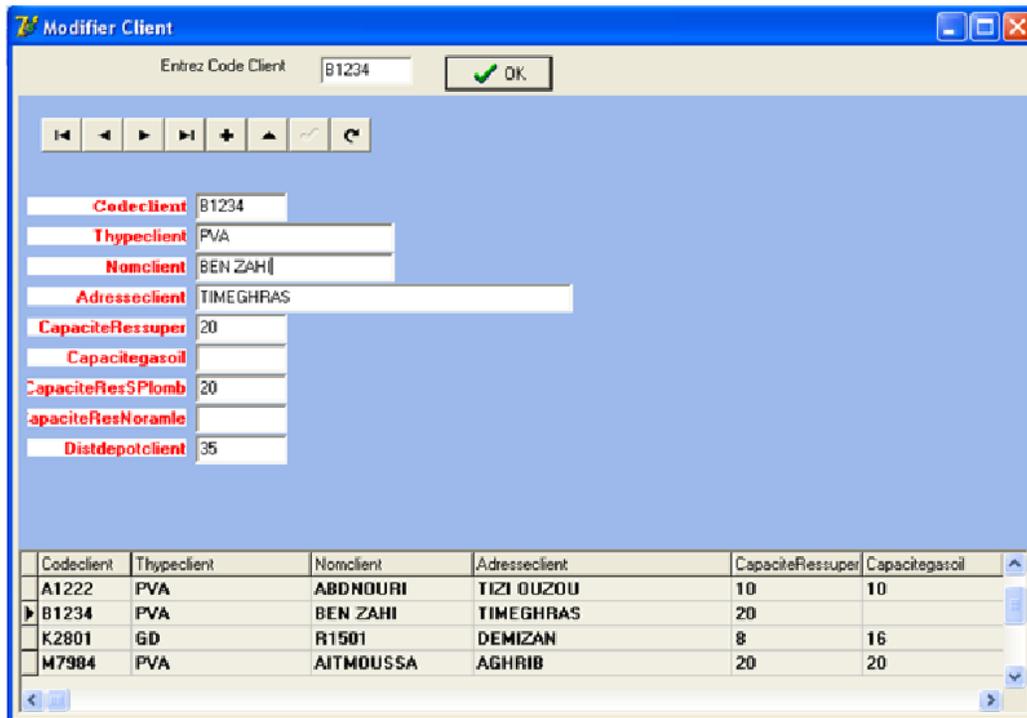


FIG. 6.9



FIG. 6.10



FIG. 6.11

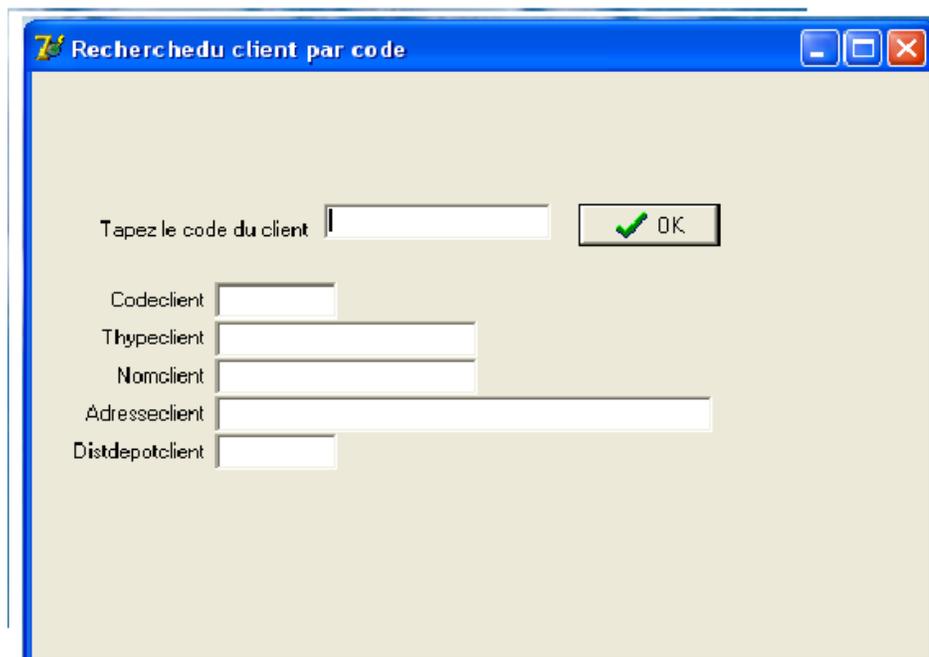


FIG. 6.12

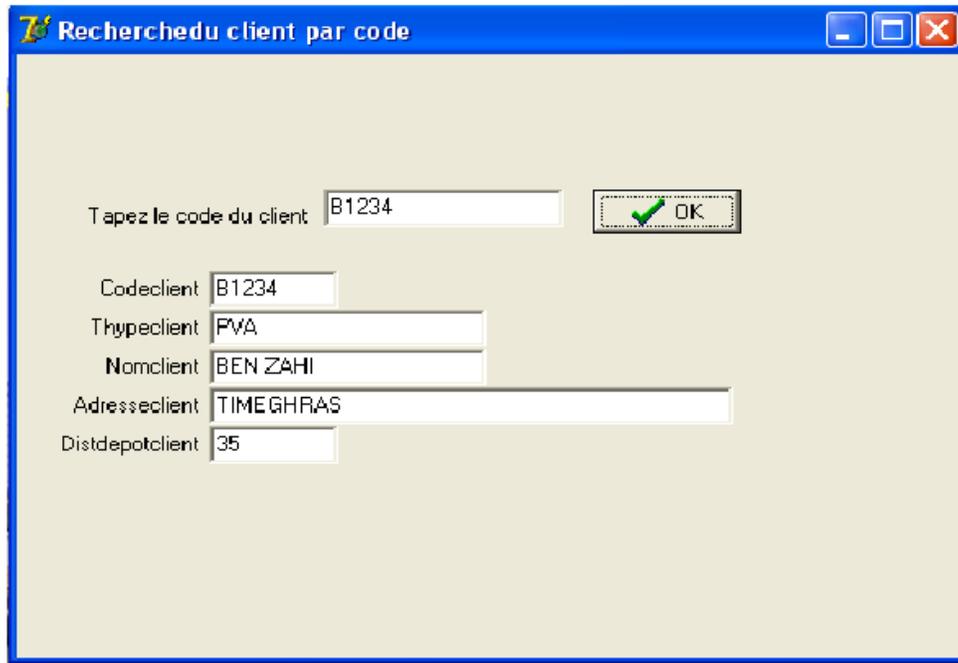


FIG. 6.13

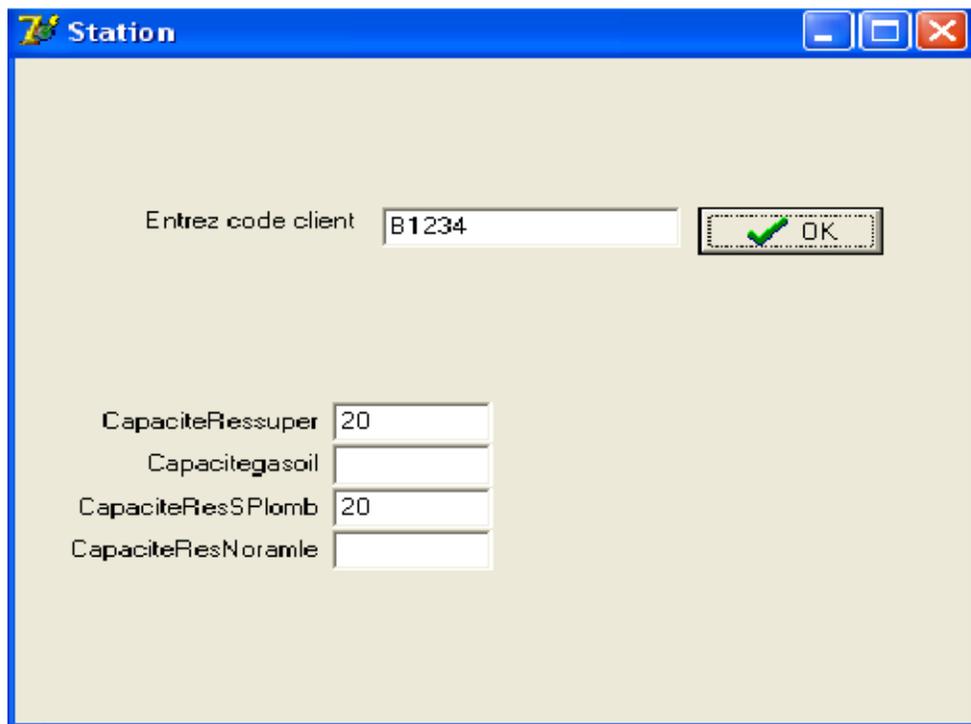


FIG. 6.14

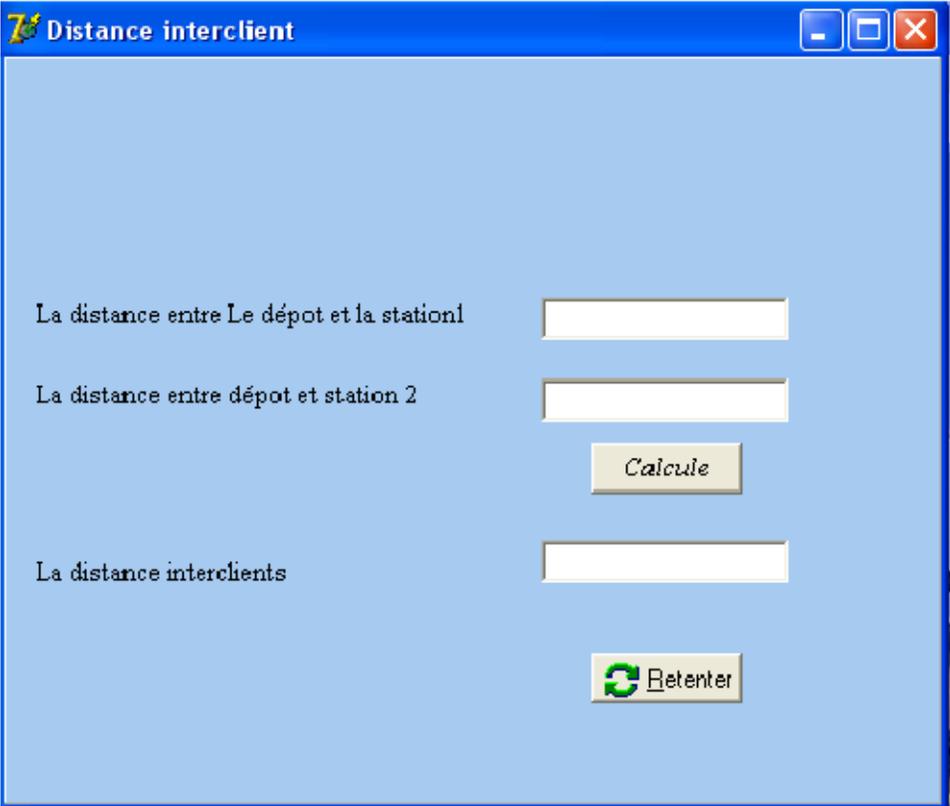


FIG. 6.15

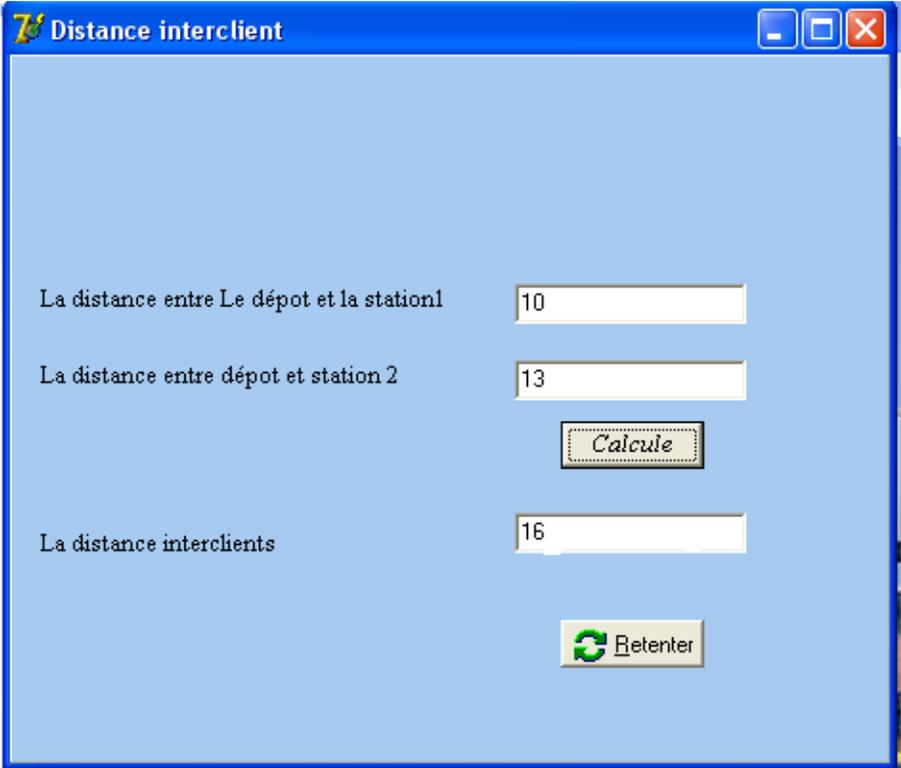


FIG. 6.16

**Exemple d'application:**

• Pour un simple exemple d'application, nous allons utiliser la proposition vu au deuxième chapitre, le principe est:

★ La transportation de l'essence sans plomb en Mono-produit. En utilisant le raisonnement humain pratiqué par le dispatcher, avec ce tableau des commandes de la journée 04-04-2011 [TABLEAU 3] on trouve les deux programmes suivants:

★ Le premier programme, est le programme habituellement appliqué par le dispatcher. [TABLEAU1]

★ Le deuxième programme, est le programme utilisé en appliquant la proposition. [TABLEAU2]

★ Si on remarque que avec le premier programme, on a utilisé **10** camions tiers sur **11**. Par contre avec le nouveau programme, on a utilisé que **8** camions tiers sur **11**.

**Conclusion:**

On conclut que la proposition appliquée à donnée des résultats optimaux, on minimise le nombre des camions tiers utilisés par l'entreprise NAFTAL de TIZI OUZOU, on analyse bien les deux programmes de distribution, on a remarqué que le nombre de camions tiers utilisés est diminué, donc une critique a été proposée pour l'entreprise c'est d'essayer d'appliquer cette proposition pour son programme de distribution, afin d'arriver à minimiser le coût de transport.

## Conclusion Général:

L'entreprise NAFTAL, nous à confie une étude qui à pour objectif "Optimisation de la distribution des produits carburants " ce problème consiste à élaborer un modèle d'optimisation d'un moyen de transport qui est les camions, pour assurer le transport de la totalité des produits demandé.

L'étude de la problématique du transport des produits carburants vers les régions et leurs chargement, a fait l'objet de notre étude, ainsi après avoir décrit le shéma de distribution, nous avons opté de résoudre le problème et compte tenu de sa complexité et de proposera une solution optimal, qui minimise le nombre de camions tiers utiliser par l'entreprise et de maximiser la flotte NAFTAL .

Nous pansons que notre objectif est atteint, car le shéma de distribution et de livraisons des produits carburants élaboré par notre étude est optimal, car on a abouti à des affectations possibles des camions à moindre coût, et qui peuvent être réaliser par les moyens actuelles sans faire appel aux service extérieure.

Enfinement, nous espérons que ce travail soit bénéfique pour l'entreprise et qu'il ouvre une port pour l'exploitation de plus en plus effective et croissante des techniques de la recherche opérationnelle

## Bibliographie

[1]: *Optimisation de la distribution des produits pétroliers GPL au niveau de district de T.O* Memoire d'ingenieur d'etat en RO U.M.M.T.O 2009.

[2]: *La distribution des produits pétroliers: cas NAFTAL de TO.* Memoir de licence en science économie 2010.

[3]: *Elaboration d'un programme optimale de istribution des lubrifiants* Meùoir d'ingenieur en RO U.S.T.H.B 2008.

[5] *Optimisation de la gestion de portefeuille d'actifs financiers.* Memoire d'ingenieur en RO U.S.T.H.B 2008.

[9]: *Elaboration d'un programme optimale de distribution des carburants* Memoir d'ingénieur en RO U.S.T.H.B 2006.

[6]: *Optimisation de la distribution des produits GPL au niveau de l'entreprise NAFTAL de T.O* U.M.M.T.O 2010.

[7]: *Optimisation de la distribution du butane cosmitique au niveau du district GPL d'Alger.* Memoir d'ingenieur en RO U.S.T.H.B 2008.

[8]: *La gestion de la fonction de distribution.le cas NAFTAL.* Memoire de licence en science de gestion U.M.M.T.O 2007.

[9]: *Planification de la distribution des carburants au niveau de NAFTAL de TO.* Memoir d'ingenieur en RO U.M.M.T.O 2010.

[10]: *Shéma optimal de la fermeture des puits de pétrole et de gaz de SONATRACH*

[11]: *Schéma Optimal de la fermeture des puits pétrolier et de gaz de Sonatrach* Memoir d'ingénieur En RO U.S.T.H.B 2008.

[12]: *Gestion des approvisionnement du groupe CIVITAL*.Memoir d'ingénieur en RO U.S.T.H.B 2008.

[29]:

[13]: *Shéma optimal d'un centre carburant au port d'alger*. Memoir d'ingénieur en RO U.S.T.H.B 2008.

[14]: *Projet de planification des ravitaillements de centre emplisseurs et dedépot GPL sur l'échelle nationale*.Memoir d'ingenieur en RO U.S.T.H.B 2008

[15]: *Planification de la distribution des carburants au niveau de NAFTAL T.O* Memoir d'ingenieur en RO U.M.M.T.O 2010.

## Annexe

[AnnexeA]: **F**ormulaire de **R**eseption **C**ommande.

[AnnexeB]: **R**egistre de **P**rogrammation de NAFTAL.

[AnnexeC]: **R**egistre de **P**rogrammation en livraison en droiture.

[AnnexeD]: **B**on de **L**ivraison **F**acture(BLF).

[AnnexeE]: **B**on D'enlèvement.

[AnnexeF]: **B**on de **R**egularisation **V**ente(BRV).

[AnnexeG]: **B**on de **R**avitaillement (BR003).

[AnnexeH]: **B**on de **T**ransfaire de **S**tocke(BTS).