

***République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche
scientifique***



***Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des sciences
Département des mathématiques***

Mémoire de fin d'études

***En vue de l'obtention d'un Master en mathématiques
Option : Mathématiques appliquée à la gestion***

Thème :

***Optimisation de la distribution du
carburant au sein de l'entreprise
NAFTAL de Tizi-Ouzou***

Promoteur :

Mr. CHEBBAH .M

réalisé par :

Mr. BELAIDI Nabil

Mr. AZIZEN Aghiles

Promotion: 2017/2018

Dédicaces

Nous remercions Dieux le tout puissant d'avoir guidé nos pas vers
les portes du savoir.

Nous tenons à exprimer nos profondes gratitude à notre promoteur
M^{er} CHEBBAH.M pour ses prestigieux conseils et orientations sur
tout son énorme gentillesse et simplicité.

Nous exprimons aussi nos remerciements à **M^{me} CHEBALLAH.F**
et **M^{er} DJOUAHER** nos encadreur à NAFTAL, et
toute l'équipe district de Oued Aissi, pour leurs aides.

D'autre part, nos vives considérations vont droit à tous nos
enseignants du département Mathématique qui ont participés à notre
formation.

Nous tenons enfin à remercier d'avance, les Membres du jury qui nous
ferons l'honneur de juger ce travail.

Liste des abréviations

Liste des abréviations utilisées dans ce mémoire :

Nom	Abréviation / désignation
Gaz de pétrole liquéfié	GPL
C'est à dire	c.à.d
Mètre	m
Mètre cube	m ³
Société par action	SPA
Planification	planif
informatique	Info
production	Proc
Affaire sociale et culturelle	ASC
Recherche et développement	R&D
Hygiène, sécurité, environnement et de qualité	H.S.E.Q
Kilo mètre	Km
Commercial	COM
Centre de stockage et de distribution	CSD
Centre de distribution	CDD
Maintenance	MIN
Exploitation	EXP

Sommaire

Introduction générale.....	01
Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise NAFTAL.....	03
1.1. Introduction.....	04
1.2. Aperçu historique.....	04
1.3. Les missions de l'entreprise.....	05
1.4 Le réseau national de distribution.....	07
1.4.1. L'approvisionnement.....	07
1.4.2. Le ravitaillement.....	07
1.4.3. La livraison.....	07
➤ La livraison directe.....	07
➤ La livraison en droiture.....	08
1.4.4. Le schéma de distribution.....	08
1.5. Les produits commercialisés par l'entreprise.....	09
1.5.1. Les familles de carburant.....	09
1.5.2. Les lubrifiants.....	09
1.5.3. Les pneumatiques.....	09
1.5.4. Le bitume.....	10
1.5.5. Le fuel	10
1.5.6. Le centre multi produit.....	10
1.6. L'organisation de l'entreprise	11
1.6.1. L'organigramme de l'entreprise.....	12

Sommaire

1.6.2. Présentation du district distribution.....	13
➤ Le centre de stockage et de distribution.....	13
➤ La capacité de stockage.....	13
1.6.2.1. L'organigramme de la branche carburant.....	15
1.6.2.2. L'organigramme du district Oued Aissi.....	16
1.6.2.3. Moyens de transport.....	17
Conclusion.....	17
 Chapitre 2 : problématique.....	18
Introduction.....	18
2.1. District de Oued Aissi.....	19
2.2. Collecte de données.....	19
2.3. Caractéristiques du problème.....	20
2.3.1. Capacités de stockage.....	20
2.3.2. Flotte de transport.....	21
2.3.2. Ensemble et type de client.....	21
2.3.3. Ensemble et types de clients.....	24
2.4. Présentation et position du problème.....	26
2.4.1. Les contraintes.....	27
2.4.2. Les hypothèses.....	28
2.4.3. Les objectifs.....	28
2.5. Les méthodes actuelles de distribution.....	29
2.5.1. NAFTEC.....	29

Sommaire

2.5.2. Le logiciel Dispatching.....	29
Conclusion.....	30
Chapitre 3 : Définitions et généralités.....	31
3. Généralités sur le problème de transport.....	31
Introduction.....	31
3.1.1. Le modèle de transport classique.....	31
3.1.2. Présentation du problème.....	32
3.1.3. Modèle mathématiques du problème de transport et définition.....	33
3.1.4. Le tableau associé au problème de transport.....	35
3.1.5. Méthodes de résolution.....	37
3.1.5.1. La recherche d'une solution initiale de base.....	37
3.1.5.2. La recherche d'une solution optimale.....	39
3.1.5.3. Dégénérescence.....	41
3.1.6. La méthode ABC.....	41
3.1.7. Intérêts de la méthode ABC.....	42
3.1.8. La segmentation de la demande : la méthode 20-80.....	44
Chapitre 4 : Modèle mathématiques.....	49
4.1. Un problème de tournées de distribution	49
4.2. Un problème complexe de tournées de distribution.....	50

Sommaire

Chapitre 5 : Implémentation et résolution.....	52
Introduction.....	52
5.1. Proposition de du problème.....	52
5.2. Méthode de résolution.....	52
5.3. Création d'un modèle mathématique et résolution.	53
 Conclusion générale	 64

Introduction générale

Introduction Générale :

La recherche opérationnelle est une intersection de mathématiques, de l'informatique et de la gestion ; elle apporte une méthodologie de modélisation et une collection d'outils scientifiques pour aider à la prise de décision dans des situations où :

- Le nombre de solutions à envisager est très grand.
- Les contraintes sont nombreuses et complexes.
- Les objectifs à atteindre sont multiples et peuvent être contradictoires.
- Il existe des sources d'incertitude, d'indétermination et d'imprécision.

Une des parties essentielles de la recherche opérationnelle est la théorie des graphes, qui étudie la résolution des problèmes pour un grand nombre d'applications :

- Réseaux électriques et transport d'énergie.
- Routage du trafic dans les réseaux de télécommunications et les réseaux d'ordinateurs.
- Routage de véhicules et organisation de tournées.
- Problèmes de localisation (localisation d'entrepôts dans les réseaux de distributions de marchandises, d'antennes...).
- Problème d'ordonnancement de tâches et d'affectation de ressources
- Problèmes de rotation d'équipage dans les compagnies aériennes.

C'est pour cela que beaucoup d'entreprises s'intéressent à la recherche opérationnelle afin d'optimiser leurs productions et/ou leurs services.

Dans notre travail, on s'intéresse au problème de planification et de distribution des produits pétroliers, l'un des principaux enjeux économique et géostratégique dès son exploitation dans les différents domaines notamment l'industrie.

Introduction générale

L'approvisionnement du pays en produits pétroliers est une nécessité qui relève de considérations stratégiques. L'accroissement rapide du parc automobile national ces dernières années impose à l'Etat d'augmenter sans cesse la production, les capacités de stockage et de distribution des essences (super et sans plomb) et du gasoil, pour les rendre disponibles à tout moment au niveau de tous les points de vente carburants. L'Etat assure ainsi la couverture des besoins du marché national en ces produits essentiels à l'économie du pays et à sa sécurité énergétique. Autrement dit, il doit maintenir un équilibre entre l'offre et la demande aux niveaux national et régional. Mais les problèmes liés à la gestion de ces activités proviennent en générale de la disparité des points de vente de carburants (stations-services), de la disponibilité insuffisante des moyens de transport, et des difficultés à respecter dans certains cas les plans et programmes de distributions en raison de la pression exercée sur la demande par la clientèle sur ces produits notamment en période estivale.

En particulier, notre objectif à travers cette étude est de satisfaire la demande régionale. On essayera de proposer des solutions qui minimisent les charges relatives au cheminement des produits, tout en définissant le plan de travail suivant :

On commencera dans le premier chapitre par une présentation de l'entreprise NAFTAL. Le deuxième consiste à énoncer la problématique. Le troisième sera consacré aux définitions et généralités sur les méthodes de résolutions adaptées à notre problème. Le quatrième sera la présentation d'un modèle mathématique et au dernier chapitre on traitera l'implémentation de l'application développée et l'interprétation des résultats et on termine le travail par une conclusion générale.

Chapitre 1

Présentation de l'entreprise NAFTAL

Présentation de l'entreprise NAFTAL



Figure 1.1

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^{ème} position parmi les compagnies pétrolières mondiale. [7]

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.

1.2. 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° **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° **80-187** du **27-08-1987** et qui s'est concrétisé par la

Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise NAFTAL

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° **05-07** du **27-04-2004** relative aux hydrocarbures.

1.3. 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

Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise NAFTAL

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 les 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.

Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise NAFTAL

1.4. Le réseau national de distribution :

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

1.4.1. L'approvisionnement :

C'est une action d'acheminer les produits pétroliers d'une raffinerie, 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).

1.4.2. Le ravitaillement :

Lorsque les centres de stockages (primaires) sont bien chargés, 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.

1.4.3. 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 directe :

Consiste à livrer les produits carburants d'un centre secondaire vers les clients, en utilisant des camions propre à

Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise NAFTAL

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 a 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.

1.4.4. Le schéma de distribution :

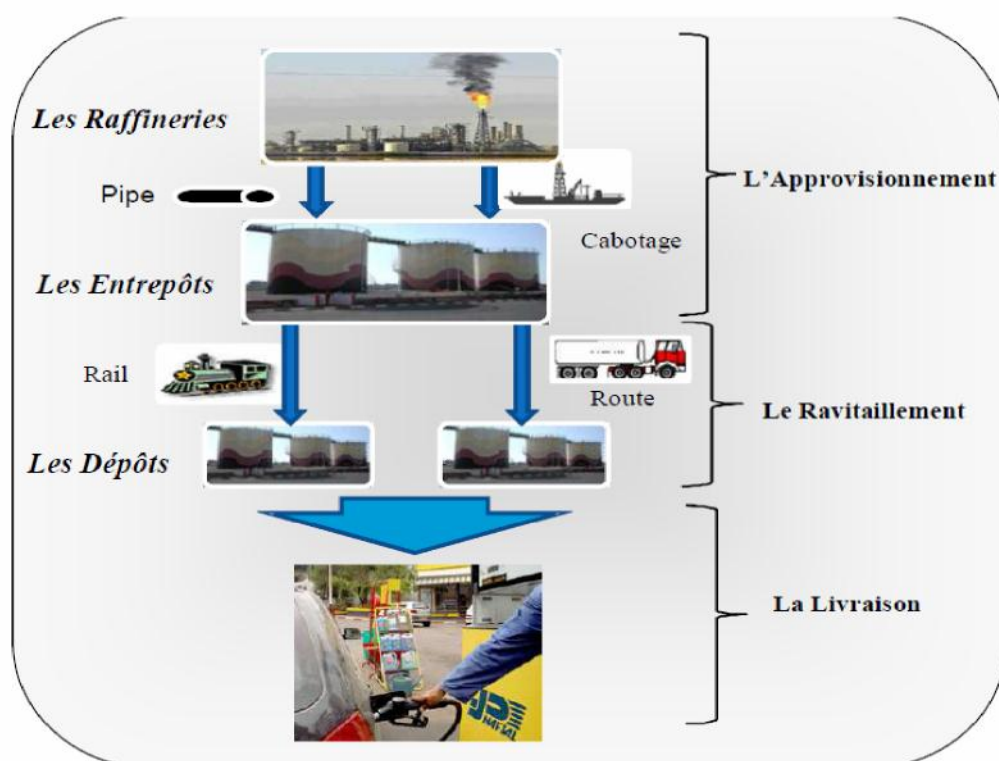


Figure 1.2 – La procédure de distribution.

Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise NAFTAL

1.5. Les produits commercialisés par l'entreprise :

1.5.1. 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. C'est un carburant issu du raffinage du pétrole. Il est destiné à l'alimentation des moteurs diesel routiers et non routiers.

1.5.2. 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.

1.5.3. Les pneumatiques :

Sont des accessoires indispensables pour tout véhicule. Ils assurent

Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise NAFTAL

le contact entre le 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.

1.5.4. 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.

1.5.5. Fuel (léger et lourd) :

C'est une huile combustible industrielle légère, 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.

1.5.6. Le centre de multi-produit (CMP) :

C'est un lieu de stockage et de vente d'une gamme variée de produit à savoir: les lubrifiants, les pneus, les acides et l'eau distillée.

Pour l'alimentation du stock, le CMP s'approvisionne chez son fournisseur principal qui est la raffinerie d'ARZEW.

Le CMP est situé sur la route nationale n°12 à 500 m du centre ville de Tizi-Ouzou.

Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise NAFTAL

1.6. L'organisation de l'entreprise NAFTAL :

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

La société NAFTAL a adapté une organisation basée sur le principe de la spécialisation par ligne de produit et la décentralisation des activités opérationnelles. Ce schéma d'organisation de l'entreprise répond aux doubles objectifs suivants :

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

Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise NAFTAL

1.6.1 L'organigramme de l'entreprise NAFTAL : [3]

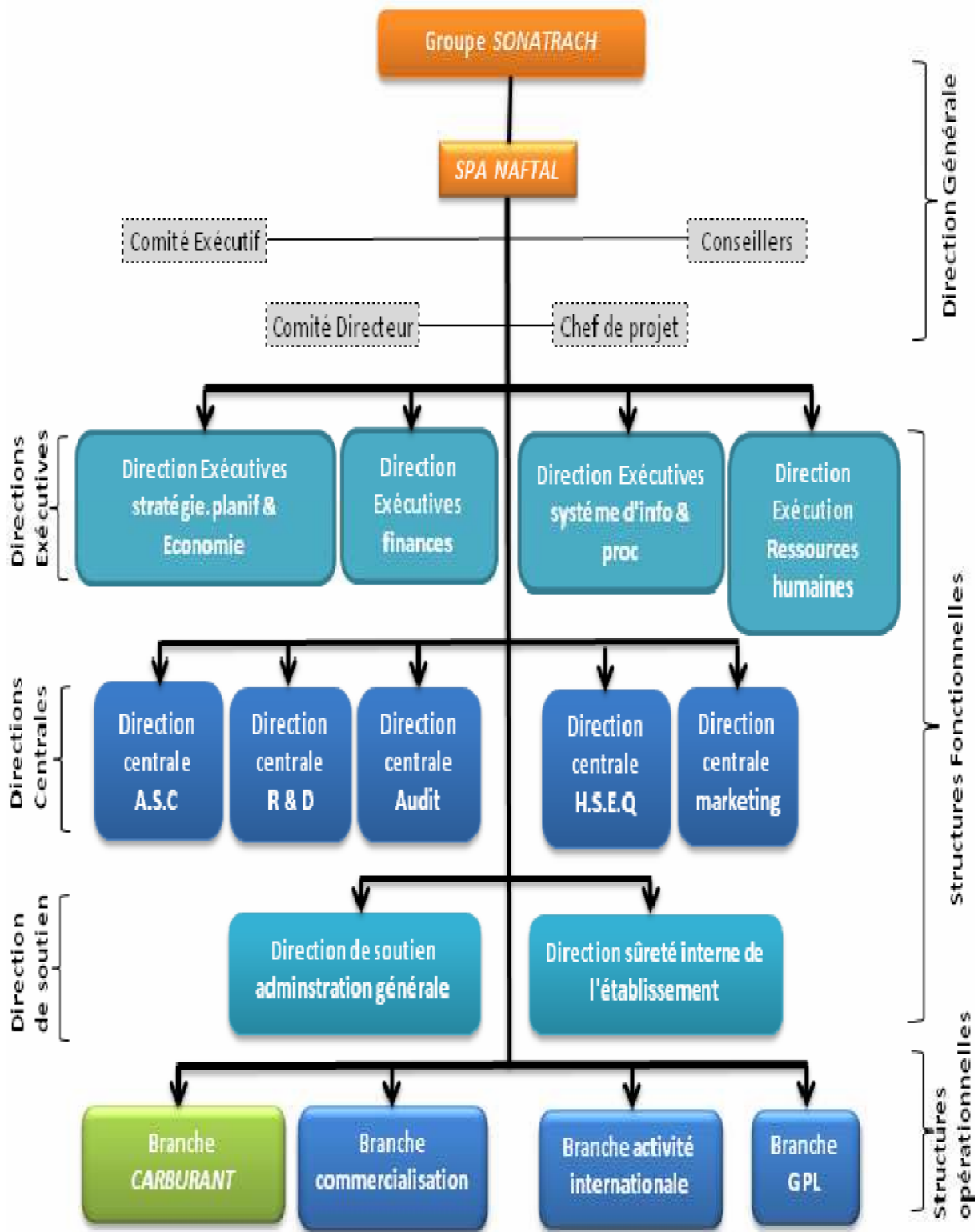


Figure 1.3-Organigramme de l'entreprise NAFTAL

Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise NAFTAL

1.6.2. Présentation du district distribution Tizi Ouzou :

Le District de Tizi-Ouzou se situe dans la zone industrielle AISSAT Idir à Oued-Ais si à environ 13 Km du chef-lieu de Tizi-Ouzou.

Par ailleurs, il assure la gestion, l'organisation, la promotion et le développement de l'activité de distribution des carburants terre, lubrifiants, produits spéciaux et pneumatiques. Il veille aussi sur la commercialisation des produits et la modernisation du réseau des stations – service.

Afin d'assurer sa pérennité et de garder sa bonne place sur le marché, le District COM analyse, étudie et met en œuvre toutes les actions susceptibles à renforcer sa position par rapport à ses concurrents.

Le District COM dispose de deux centres de stockage dont il assure la gestion, à savoir :

➤ Le centre de stockage et de distribution (CSD) :

Le CSD de Tizi-Ouzou est implanté sur une surface de 10 hectares dans la zone industrielle d'Oued-Aissi, a été mis en marche le 02/02/2001.

Il est doté d'installation annexe et générale, d'unités de stockages et de distribution des carburants et d'un hangar de stockage pneumatiques et lubrifiants.

La capacité de stockage du CSD est de 30000 m³ de carburants et 2000 m³ d'huiles usagées.

Le centre reçoit, stocke, vend et distribue les carburants, il s'approvisionne auprès des unités de CARROUBIER et d'EL HARRACH.

➤ La capacité de stockages (OUED AISSI) :

L'entreprise stocke deux types de produit : essence **super** et **gasoil**, ils sont stockés dans 6 bacs de capacités différentes :

Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise NAFTAL

- 2 bacs de 8000 m^3 (TK1, TK2) et 2 bacs de 5000 m^3 (TK3, TK4) pour stocker le gasoil.
- 2 bacs de 2000 m^3 (TK5, TK6) pour stocker l'essence super.

Donc le centre de stockage et de distribution (CSD) de TIZI OUZOU à une capacité de stocker une quantité de 30000 m^3 .

Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise NAFTAL

1.6.2.1. L'organigramme de la branche carburante NAFTAL : [7]

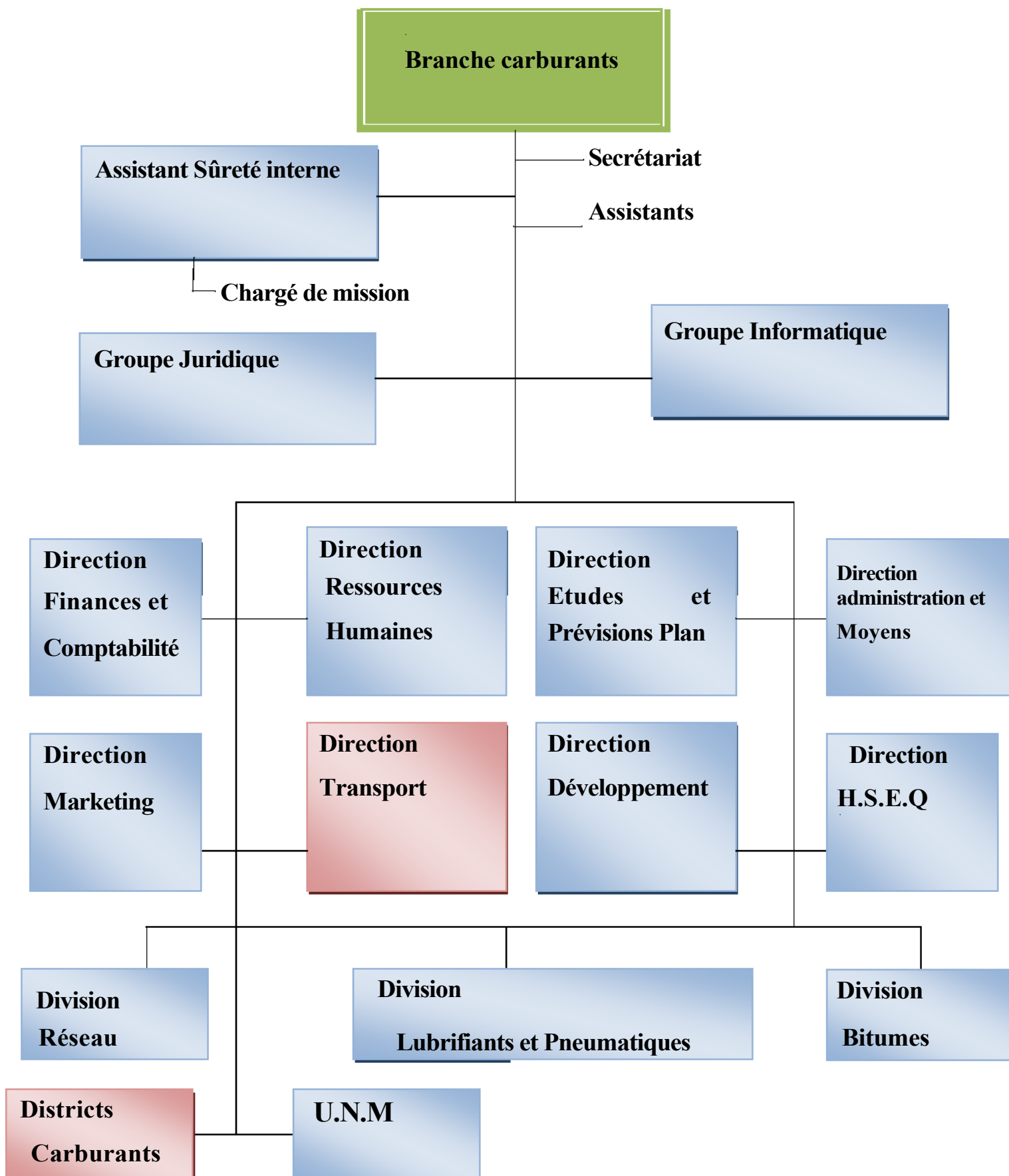


Figure 1.4-organigramme de branche carburante

Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise NAFTAL

1.6.2.2. L'organigramme de district OUED AISSI (CSD) :

On schématise la structure de l'entreprise comme suit :

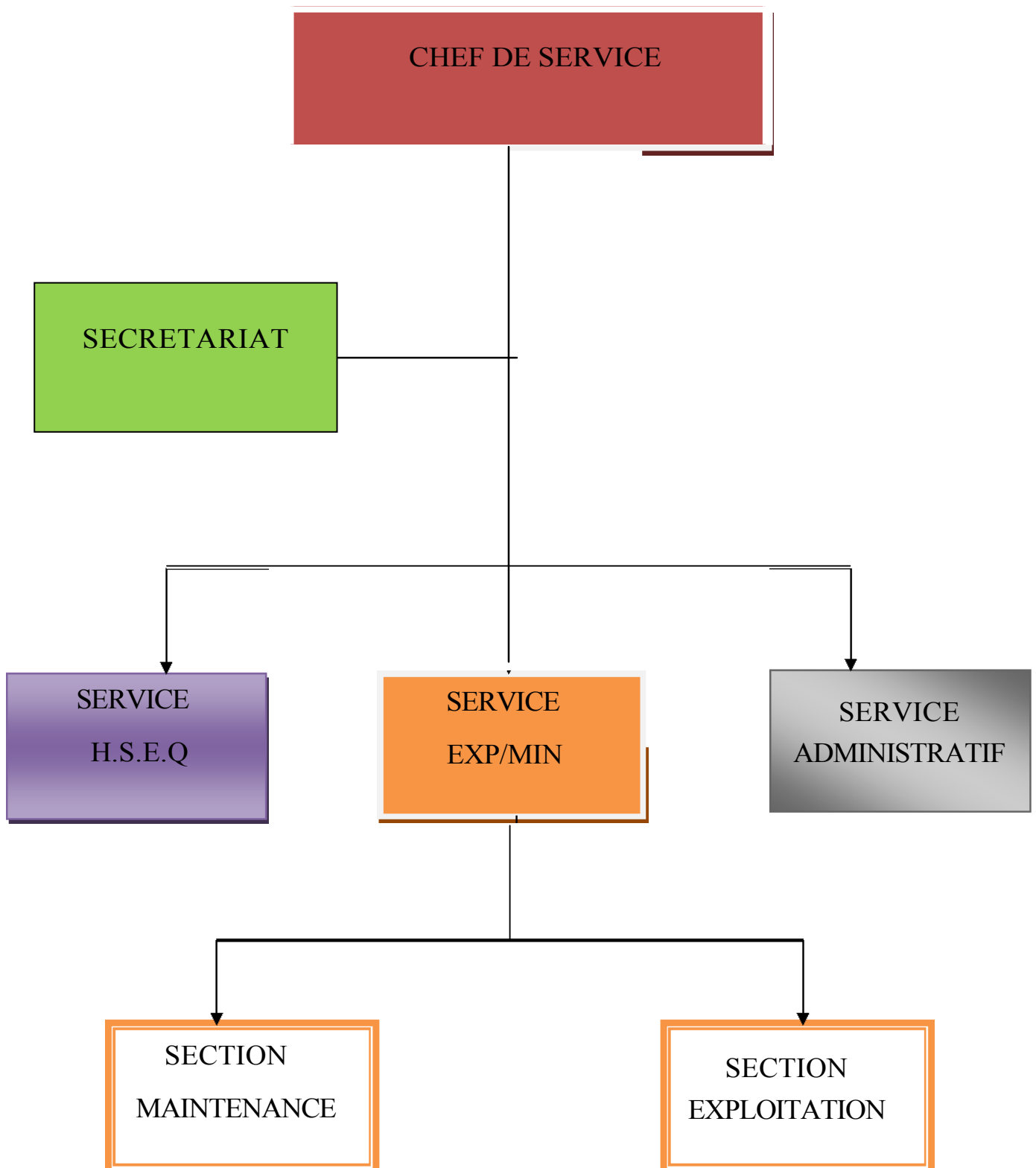


Figure 1.5 centre de distribution et de stockage (OUED AISSI)

Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise NAFTAL

1.6.2.3. Moyens de transport :

Les moyens mis en service par l'entreprise **NAFTAL** pour réussir le transport des hydrocarbures d'entrepôt d'ALGER (CAROUBIER) pour satisfaire les commandes du C.S.D de TIZI OUZOU (OUED AISSI) sont :

Une flotte d'attelages que contienne :

- Des attelages propres à **NAFAL**.
- Des attelages appartenant aux privés conventionnés avec **NAFTAL**.

Conclusion :

NAFTAL, acteur primordial et incontournable dans le domaine de la distribution et de la commercialisation des carburants à travers tout le territoire national.

Elle doit satisfaire donc les besoins des consommateurs en permanence et rendre le produit disponible en évitant toute tension ou pénurie. Mais la réalisation de cette mission demande une gestion rigoureuse et optimale, qui est l'objectif de notre mémoire.

Chapitre 2

Problématique

Chapitre 2 : Problématique

Introduction :

Dans le monde moderne, l'entreprise est devenue la base essentielle du développement économique et social. En effet, c'est au niveau de l'entreprise que sont réalisées les actions de production des biens et services dont l'Homme a besoin pour vivre.

Pour l'entreprise NAFTAL, leader de la distribution des hydrocarbures en Algérie, la fonction de distribution nécessite une attention particulière, car c'est elle qui doit déterminer un plan optimal de livraison des produits carburant sur l'ensemble des zones de consommation **[Voir annexe 12]**.

La gestion de cette tâche est difficile et complexe. Gérer la distribution serait de prévoir, organiser, diriger et contrôler le processus d'informations et d'actions requises pour obtenir le produit voulu au moment et à l'endroit précis où il est nécessaire.

Mais NAFTAL, aujourd'hui, se trouve devant plusieurs contraintes qui l'éloignent parfois de ses objectifs et lui causent des pertes. Pour cela, elle tente, de son mieux, d'assurer au moins un bon fonctionnement de sa chaîne de distribution.

Dans ce chapitre on présentera d'abord les données collectées à l'entreprise, présentation et position du problème, la méthode actuelle de distribution puis les contraintes et les objectifs qu'il faudrait atteindre.

En général, la méthodologie utilisée pour étudier scientifiquement un problème de la recherche opérationnelle est la suivante :

- Bien définir le but à atteindre ;
- Elaborer un plan d'exploitation du projet ;
- Cerner la problématique ;
- Construire le modèle ;
- Choix des méthodes les plus appropriées ;
- Implémenter le problème sur machine ;

Chapitre 2 : Problématique

- Vérifier et valider le modèle ;
- Interpréter le résultat.

L'entreprise NAFTAL, entreprise publique économique, est tenue d'assurer le transport de carburants afin de garantir leur disponibilité au niveau de la Wilaya de TIZI OUZOU. Ce transport doit être réalisé selon un plan optimal.

2.1. District NAFTAL (OUED AISSI) :

Le district de TIZI OUZOU est un dépôt qui assure la disponibilité et la distribution des produits carburants au niveau de la wilaya de TIZI OUZOU et quelques villes autour de la wilaya (exemple : BOURDJ MENAIEL).

[Voir annexe 12]

Le district est constitué de deux centres essentiels :

- **C.S.D** (centre de stockage et de distribution)
- **C.D.D** (centre de distribution)

2.2. Collecte de données :

La collecte de données est une étape cruciale pour la formulation d'un problème quelconque pour effectuer une étude, il est nécessaire de disposer d'anciennes données d'exploitation.

Un stage pratique de trois mois à été fait au sein de l'entreprise NAFTAL, plus exactement au CSD (Centre de stockage et de distribution) OUED-AISSI, nous a permis de cerner un problème d'optimisation et de récolter les données nécessaires pour notre étude concernant :

- Le dépôt de stockage (capacité, quantité).
- La flotte de véhicules (nombre de véhicules et leurs capacités).
- Les stations de services.

Chapitre 2 : Problématique

2.3. Caractéristiques du problème :

L'analyse du problème nous a permis de cerner les caractéristiques suivantes :

Nombre de dépôts : NAFTAL possède un point de livraison à Oued-AISSI et un autre à Alger, autonome (point d'approvisionnement).

- Les types de produits commercialisés sont : l'essence sans-plomb, l'essence super et le gasoil et **essence normal** . On a deux produits pour lesquels le district commercial de Tizi-Ouzou assure leur distribution sur le territoire de la wilaya en permanence à savoir : l'essence super et le gasoil. Pour l'essence sans-plomb **essence normal**, l'approvisionnement se fait uniquement à partir de l'entrepôt de CARROUBIER(169).
- Nombre de véhicules disponibles pour le ravitaillement du centre : 22 attelages tiers (citerne de 27 m³, 30 m³, 31m³).
- Le temps de service d'un véhicule : fixé à 8h de service par jour.
- Le temps de chargement et de déchargement est fixé en moyenne à 20 minutes.
- Tendance des demandes : elle augmente en été et diminue en hiver.
- Nombre de rotations de chaque attelage est en moyenne de 3 rotations pour deux (2) jours.

2.3.1. Capacités de stockage de district OUED-AISSI :

La distribution des produits du dépôt jusqu'à l'utilisateur nécessite, à différents stades, de grandes capacités de stockages, le centre OUED-AISSI possède des bacs de stockage de différentes capacités de stockage, où on stock les produits carburants suivants :

- **Gasoil** : 2 bacs de 8000 m³ (TK1, TK2) et 2 bacs de 5000 m³ (TK3, TK4).
- **Essence super** : 2 bacs de 2000 m³ (TK5, TK6).

Chapitre 2 : Problématique

Les bacs	La capacité des bacs (m ³)	Le produit stocké
TK1	8000	Gasoil
TK2	8000	Gasoil
TK3	5000	Gasoil
TK4	5000	Gasoil
TK5	2000	Super
TK6	2000	Super

Donc le centre de stockage et de distribution (CSD) de TIZI OUZOU à une capacité totale de stocker une quantité de 30 000 m³.

2.3.2. Flotte de transport :

L'entreprise NAFTAL, District OUED-AISSI dispose d'une flotte composée d'attelages tiers et propres à l'entreprise :

- Moyens Tiers : [voir annexes 4 et 5]

N°	Capacité (m ³)	Etat
1	270	Opérationnel
2	270	Opérationnel
3	270	Opérationnel
4	270	Opérationnel
5	270	Opérationnel
6	270	Opérationnel
7	270	Opérationnel
8	285	Opérationnel
9	270	Opérationnel
10	270	Opérationnel
11	270	Opérationnel
12	270	Opérationnel
13	270	Opérationnel
14	300	Opérationnel
15	270	Opérationnel

Chapitre 2 : Problématique

16	270	Opérationnel
17	270	Opérationnel
18	270	Opérationnel
19	300	Opérationnel
20	300	Opérationnel
21	270	Opérationnel
22	270	Opérationnel
23	270	Opérationnel
24	120	Opérationnel
25	120	Opérationnel
26	120	Opérationnel
27	250	Opérationnel
28	250	Opérationnel
29	250	Opérationnel
30	250	Opérationnel
31	250	Opérationnel
32	270	Opérationnel
33	270	Opérationnel
34	270	Opérationnel
35	300	Opérationnel
36	300	Opérationnel
37	300	Opérationnel

▪ Flotte NAFTAL : [voir annexe 6]

N°	Capacité (m ³)	Etat
1	70	Opérationnel
2	120	Opérationnel
3	44	Opérationnel
4	70	Opérationnel
5	70	Opérationnel
6	70	Opérationnel
7	70	Opérationnel
8	30	Opérationnel
9	70	Opérationnel

Chapitre 2 : Problématique

10	120	Opérationnel
11	70	Opérationnel
12	120	Opérationnel
13	90	Opérationnel
14	70	Opérationnel
15	115	Opérationnel
16	80	Opérationnel
17	30	Opérationnel
18	120	Opérationnel
19	30	Opérationnel
20	120	Opérationnel
21	70	Opérationnel
22	120	Opérationnel
23	120	Opérationnel
24	120	Opérationnel
25	110	Opérationnel
26	120	Opérationnel
27	120	Opérationnel
28	30	Opérationnel
29	120	Opérationnel
30	120	Opérationnel
31	50	Opérationnel
32	50	Opérationnel
33	120	Opérationnel
34	70	Opérationnel
35	70	Opérationnel
36	270	Opérationnel
37	270	Opérationnel
38	270	Opérationnel
39	270	Opérationnel

- Chaque camion est composé de quatre compartiments ;
- Le temps de service d'un camion à dimensionner selon les besoins ;

Chapitre 2 : Problématique

- Types de produits livrés au niveau du centre de stockage et distribution(CSD), on a deux produits : Essence super et Gasoil ;
- Au niveau de l'entrepôt de CARROBIER on a quatre produits : Essence sans plomb, Essence super, Gasoil, Essence Normal ;
- Temps de chargement au dépôt est en moyenne de 20 minutes ;
- Temps de dépotage est en moyenne de 40 minutes ;
- Chaque station service à une capacité donnée ;
- Volume de la demande : elle augmente en été et diminue en hiver ;
- Le réseau de distribution formé de l'ensemble des stations-service et autres clients (les hôpitaux, l'armée, les écoles...) ;
- Le coût de transport, en utilisant les moyens tiers est calculé comme suit :
 $X \text{ DA} \times \text{la quantité transporté en m}^3 \times \text{la distance parcourue en km}$.

2.3.3. Ensemble et type de client : [voir annexe 7]

L'entreprise NAFTAL possède un ensemble de 55 clients répartis selon le mode de gestion cité ci-dessous :

Station GL (Station-service en Gestion Libre) ce sont des stations service appartenant à NAFTAL, dont la gestion est confiée à des gérants libres. NAFTAL possède 7 GL. **[Voir annexe 8]**

Station PVA (Point de vente Agrée de capacité moyennes) sont des stations appartenant a NAFTAL. Elle possède 23 PVA. **[Voir annexe 9]**

Station RO (Des stations-services de faibles capacités de stockage) qui sont géré par des Revendeurs Ordinaires. Elle possède 9 RO. **[Voir annexe 10]**

Station GD (Station-service en Gestion Directe) : Ce sont des stations gérées directement par NAFTAL. Elle possède 16 GD. **[Voir annexe 11]**

Chapitre 2 : Problématique

Le tableau suivant résume toutes les stations-services, le code de ces clients, et leurs types et les capacités de stockages.

Type Client	code client	Capacités de stockage (m ³)	Régions
RO	B7976	30	MEKLA
RO	B 8050	22	BOUZEGUENE
RO	A7826	88	TIZI OUZOU
RO	B8625	15	AIN EL HAMAM
RO	C 1020	15	OUADHIAS
RO	Y9728	140	AZAZGA
RO	C4852	9	OUACIF
RO	D3532	24	IFARHOUNENE
RO	D4533	50	D.B.K
GD	K280 1	36	DRAA EL MIZAN
GD	K2842	24	TIZI OUZOU VILLE
GD	K2803	100	TIZI GHENIF
GD	K2846	85	BOGHNI VILLE
GD	K2848	115	AZEFFOUN VILLE
GD	K2849	160	BOUKHALFA
GD	K2851	55	L.N.I
GD	K2854	120	TIGZIRT VILLE
GD	K2857	110	DRAA EL MIZAN VILLE
GD	K2859	110	D.B.K
GD	K2832	110	BENI DOULA
GD	K2833	100	YAKOURENE
GD	K2836	43	AZAZGA
GD	K2837	80	AIN EL HAMAM
GD	K2860	100	NACIRIA
GD	K2850	95	DELLYS
PVA	L8550	110	MIZRANA
PVA	L8570	130	AIT AISSA MIMOUNE
PVA	L8660	135	TIZI GHENNIF

Chapitre 2 : Problématique

PVA	L8717	70	OUADHIAS
PVA	L8731	100	TIZI RACHED
PVA	M7903	100	MAKOUDA
PVA	M7914	160	TIZI OUZOU
PVA	M7939	210	TIZI OUZOU
PVA	M7947	110	AZAZGA
PVA	M7948	110	IRDJEN
PVA	M7953	100	SOUK EL THENINE
PVA	M6457	210	BAGHLIA
PVA	M7962	120	TIZI N'TLETA
PVA	M7966	90	BOGHNI
PVA	M7969	40	AIN EL HEMAM
PVA	M7980	90	FREHA
PVA	M7984	60	AGHRIBS
PVA	M7998	110	AIT AGGACHA
PVA	M7999	110	MEKLAS
PVA	P5414	90	ILOULA OUMALOU
PVA	S 6702	70	AIN ZAOUIA
PVA	S 6704	90	AIN ZAOUIA
PVA	S6705	70	BOUJIMA
GL	A1222	20	TIZI OUZOU VILLE
GL	A6074	18	TIZI OUZOU VILLE
GL	L4419	27	TIZI OUZOU VILLE
GL	M7992	115.5	DELLYS VILLE
GL	C0224	15	DELLYS VILLE
GL	U9728	60	OUACIF
GL	U9900	30	BOUZEGUENE

2.4. Présentation et position du problème :

Notre travail rentre dans le cadre des problèmes d'optimisation et la planification de la distribution des carburants (Essence super, Gasoil).

Il consiste à approvisionner les stations de services. Pour cela, NAFTAL a besoin de faire chaque jour une situation des stocks [voir l'annexe2] pour

Chapitre 2 : Problématique

déterminer avec précision la taille et la structure de la flotte nécessaire pour satisfaire les demandes des clients.

Les méthodes de la recherche opérationnelle ont été utilisées pour aider l'entreprise à prendre une meilleure décision, c'est-à-dire, trouver un programme de distribution de sorte que d'une part, satisfaire au mieux la demande des clients et de l'autre minimiser les frais (coûts et temps) et l'utilisation des camions tiers, tout en respectant certaines contraintes, telles que la capacités des citernes, leurs fonctionnement, les fenêtres de temps et les priorités.

Pour bien réaliser ces objectifs NAFTAL a mis en œuvre une méthode de distribution, qui sera exposé par la suite, mais en tenant compte des contraintes suivantes :

1. Rupture de stock ;
2. Le manque de moyens de transport ;
3. Le temps d'exploitation des camions limités ;
4. Un camion NAFTAL, peut faire une ou deux rotations dans la journée. [Voir l'annexe 3]

2.4.1. Les contraintes :

1. Le nombre de véhicules est limité.
2. La durée de service des véhicules est limitée.
3. Eviter le retour du produit vers le centre.
4. Un véhicule peut transporter plusieurs produits à la fois.
5. Il ne faut pas dépasser la capacité d'un compartiment.
6. Une commande ne doit pas dépasser la capacité d'un véhicule.
7. Chaque compartiment ne comprend qu'un seul produit qui est destiné pour un seul client, et qui ne peut être divisé pour deux clients.
8. Deux produits ne peuvent pas être mélangés dans un même compartiment.

Chapitre 2 : Problématique

9. Tous les itinéraires démarrent et finissent au centre de distribution.
10. Un véhicule NAFTAL, peut faire 2 à 3 rotations et un privé fait jusqu'à deux rotations dans la journée au maximum **[voir annexe 3]**.
11. Un seul produit peut être destiné pour plusieurs stations-services situées sur un même axe pour les livraisons en droitures.
12. Pour chaque jour, il faut déterminer toutes les stations-services à livrer.
13. Il faut déterminer pour chaque commande, les produits disponibles au centre qui sont disponibles à Alger et indiquer les commandes en mono- produits.
14. Plusieurs commandes peuvent être satisfaites pour un même client.
15. Une station ne peut pas rester en rupture de stock.

2.4.2. Les hypothèses :

- 1- Il n'existe que deux états pour définir le volume d'un compartiment soit, il est plein ou bien vide, sauf dans le cas où la station n'est pas livrée, elle sera en rupture de stock.
- 2- Seuls les camions opérationnels seront considérés.
- 3- Les commandes impossibles, c'est-à-dire, les commandes dont la demande en quantité est incompatible avec la capacité des compartiments feront objets d'une modification avec la coopération des commanditaires.
- 4- L'existence des chemins impossibles.

2.4.3. Les objectifs :

1. Maximiser le nombre de commandes clients satisfaites.
2. Minimiser le nombre de véhicules tiers utilisés.
3. Minimiser le temps total de service.

Chapitre 2 : Problématique

4. Minimiser le coût total de distribution des produits carburants.
5. Minimiser les coûts engendrés par la location des camions, et l'ajout de temps supplémentaire.
6. Déterminer les stations qui doivent être approvisionnées pour satisfaire toutes les commandes du jour précédent.

2.5. Les méthodes actuelles de distribution utilisées par entreprise :

2.5.1. NAFETC

La satisfaction des commandes (gasoil, super) des stations de services de la wilaya de TIZI OUZOU, se fait à partir du centre OUED AISSI.

Une fois que le programme des livraisons est fait au niveau d'ALGER, le service "facturation" a comme tâche :

Pour les commandes (gasoil, super) l'approvisionnement se fait à partir du centre, en utilisant un logiciel NAFT.COM pour saisir les données qui concerne le transporteur (N°, Nom, Prénom), puis le nom du chauffeur, le code d'entrepôt d'où il va charger, la date, le type du produit, et la quantité puis il sorts deux bons d'enlèvement (BE) avec deux couleurs différentes rouge et vert donnée au chauffeur pour qu'il puisse charger son camion.

Il revient au service facturation pour remettre un (BE) et un bon de ravitaillement (BR) [voir l'annexe 1].

Le ravitaillement de l'entreprise est assuré par 22 attelages (transporteurs privés), chaque camion peut faire deux (2) rotations/jour, avec des capacités différentes d'un camion à un autre (270 m³, 300 m³, 310 m³).

2.5.2. Le logiciel dispatching :

« DISPATCHING » élabore un programme de distribution pour chaque journée à l'aide de DISPATCHER (c'est la personne qui fait le

Chapitre 2 : Problématique

programme de réception de commande). Le dispatcher trouve à sa disposition toutes les informations sur la flotte disponible (camions), il examine toutes les commandes émises par clients. Pour bien réaliser les besoins des clients et assurer la distribution il doit tenir compte des points suivants :

- La disponibilité des moyens humains (les chauffeurs).
- La disponibilité de moyens de transport (véhicules).
- La disponibilité des produits en quantités demandées.
- La répartition des produits en compartiments selon les besoins des clients.
- Prendre en considération les bornes maximales et minimales des quantités demandées.

Conclusion :

Dans ce chapitre on a présenté les problématiques et les méthodes actuelles utilisées au sein de l'entreprise NAFTAL.

Chapitre 3

Définitions et généralités

Chapitre 3 : Définitions et généralités

3. Généralités sur le problème de transport :

Introduction :

Le transport joue un rôle essentiel dans le développement économique et commercial des pays et, partant, dans le bien-être de leur population. Pour produire des biens et des services les entreprises dépendent des transports qui leur permettent d'obtenir des matières premières, des pièces détachées de la main d'œuvre et de l'énergie et de faire parvenir les biens manufacturés, les produits agricoles et les services aux consommateurs locaux et aux marchés internationaux.

A travers sa tâche principale consistant à assurer le déplacement des personnes et la circulation des biens, le transport a un impact considérable sur la vie de nombreuses personnes en contribuant à la création d'emplois et à rendre plus accessibles l'infrastructure et les services sociaux.

Aujourd'hui, la recherche opérationnelle sur ce type de problèmes s'avère très importante car elle permet de concevoir des systèmes d'informations essentiels dans la prise de décision.

Ce sont des programmes linéaires dont la principale caractéristique est d'avoir une structure spéciale. A cause de cette particularité ces problèmes sont résolus par des approches qui sont aussi efficace que la méthode du simplexe.

Le plus connu de ces problèmes est le problème de transport de marchandise, un produit doit être transporté de sources (usines) vers des destinations (dépôts, clients), parmi ces problèmes on distingue le problème de transport classique, le problème d'affectation.

3.1.1. Le modèle de transport classique :

Le problème de transport peut être résolu dans le cadre de l'optimisation avec des modèles de la programmation linéaire, où la fonction

Chapitre 3 : Définitions et généralités

économique consiste à déterminer la façon optimale d'acheminer des biens à partir de m entrepôts et de les transporter vers n destinations et cela à moindre coût. Nous allons faire l'hypothèse que toute la marchandise de tous les entrepôts doit être acheminée vers les différentes destinations.

L'offre qui existe à la source (origine) et la demande qui, **elle** est requise à la destination, constituent les données du problème. Les liaisons établies entre ces différentes origines et les points d'arrivées ont chacune un coût que la fonction économique prend en considération dans l'objectif à optimiser.

En supposant que les informations sont disponibles sur les capacités à chaque source et sur les besoins à satisfaire à chacune des destinations, le modèle de transport qui est utilisé pour déterminer le programme optimal de livraison entre les points d'origines et d'arrivées permet d'obtenir le coût total le plus faible.

Le modèle de transport peut également être utilisé à résoudre des problèmes relatifs à plusieurs domaines tels qu'une flotte de commerce assurent le transport maritime des personnes et des marchandises.

3.1.2. Présentation du problème :

Résoudre un problème de transport consiste à trouver un plan d'acheminement à coût minimal des produits qui doivent être transportés de sources (usines) vers des destinations (dépôts, clients).

Objectif : déterminer la quantité envoyée de chaque source m Origines A_i à chaque destination B_j , en minimisant les coûts de transport. Les coûts sont proportionnels aux quantités transportées.

Contraintes d'offre limitée aux sources et de demande à satisfaire aux destinations.

Le problème est représenté par le graphe biparti complet de la figure 3.1.

L'ensemble U des arcs de ce graphe est de la forme :

Chapitre 3 : Définitions et généralités

$$U = \{U_{ij}, i \in I; j \in J\}, \text{ où } I = \{1, \dots, m\}; J = \{1, \dots, n\}$$

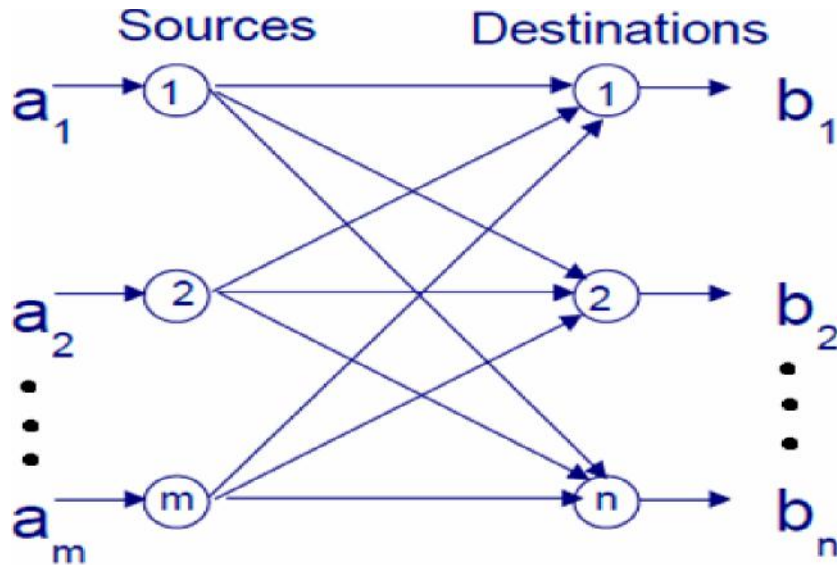


Figure 3.1

3.1.3. Modèle mathématique du problème de transport et définition [4] :

Etant donné m origines A_i , $i = \{1, \dots, m\}$ et n destinations B_j , $j = \{1, \dots, n\}$ et considérons que la quantité disponible à l'origine i tq $i \in \{1, \dots, m\}$ est de a_i unités et que la demande à la destination j tq $j \in \{1, \dots, n\}$ est B_j unités.

Soient x_{ij} ($i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n$) la quantité de produit à transporter de A_i vers B_j et c_{ij} le coût de transport d'une unité du produit à transporté de A_i vers B_j . Si une quantité x_{ij} est acheminer de A_i vers B_j , le coût de transport de cette quantité est égale à $c_{ij}x_{ij}$, de là le coût globale de transport est égale à :

$$Z = Z(x) = \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij}x_{ij} \text{ Où } x = (x_{ij}, i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n)$$

Chapitre 3 : Définitions et généralités

Considérons d'abord le cas où le problème de transport se présente avec une disponibilité égale à la demande, c'est-à-dire le cas d'équilibre :

$$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad (*)$$

Ainsi le modèle mathématique du problème de transport prend la forme du problème(1)-(4) de programmation linéaire suivant :

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Z} = \text{Z}(\text{x}) \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \rightarrow \min \quad (1) \\ \sum_{i=1}^n x_{ij} = a_i \quad a_i > 0, \quad i = 1 \dots m \quad (2) \\ \sum_{j=1}^m x_{ij} = b_j \quad b_j > 0, \quad j = 1 \dots n \quad (3) \\ x_{ij} \geq 0, \quad i = 1, \dots, m, j = 1, \dots, n \quad (4) \end{array} \right.$$

(1): Fonction objectif à minimiser.

(2): Toute la marchandise disponible doit être acheminée.

(3): Toutes les demandes doivent être satisfaites.

(4): Toutes les quantités transportées x_{ij} doivent être positive ou nulles.

Dans le cas où l'ensemble $\{x = x_{ij}; i = 1, \dots, m; j = 1, \dots, n\}$ satisfait les contraintes (2), (3) et (4), x s'appelle plan de transport du problème (1)-(4).

Il est dit plan optimal de transport si de plus il réalise le minimum de la fonction objectif (1).

Remarque :

Dans le cas où la formule (*) n'est pas vérifiée, donc on a deux cas à Présenter qui sont :

- **1^{er} Cas : disponibilité > demande :**

Lorsque la disponibilité (offre) est supérieure à la demande on a :

Chapitre 3 : Définitions et généralités

$$\sum_{i=1}^m a_i > \sum_{j=1}^n b_j$$

En remplaçant la contrainte (2) du problème par :

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} \leq a_i, \quad a_i > 0, \quad i = 1, \dots, m$$

On peut toujours retrouver le cas d'équilibre (*), on crée une destination fictive (supplémentaire) B_{n+1} , où on transporte la quantité restante et qui est égale à la demande $b_{n+1} = \sum_{i=1}^m a_i - \sum_{j=1}^n b_j$ pour avoir (*), (on crée des variables d'écart $x_{i,n+1}$ avec coefficient économique $c_{i,n+1} = 0, i = 1, \dots, m$).

L'indice j variera alors de $j = 1, \dots, n + 1$, ceci correspond à introduire une colonne additionnelle (colonne $n + 1$) dans le tableau de transport.

- **2^{ème} Cas : disponibilité < demande :**

Lorsque la disponibilité (offre) est inférieure à la demande on a :

$$\sum_{i=1}^m a_i < \sum_{j=1}^n b_j$$

Dans ce cas en remplaçant la contrainte (3) du problème par :

$$\sum_{i=1}^m x_{ij} \leq b_j, \quad b_j > 0, j = 1, \dots, n$$

Certaines destinations ne pourront être satisfaites complètement. On retrouve le cas d'équilibre (*) en introduisant des variables d'écart avec coefficients économique nulle. Ceci a pour effet d'ajouter une origine fictive par exemple la quantité à produire ou acheter pour satisfaire les besoins des clients au modèle.

L'indice i variera alors de $i = 1, \dots, m + 1$, on aura alors une ligne supplémentaire (ligne $m + 1$) dans le tableau de transport.

3.1.4. Le tableau associé au problème de transport (à l'équilibre) [5] :

Chapitre 3 : Définitions et généralités

On associe ainsi au problème de transport à m lignes et à n colonnes, défini de la manière suivante :

- Chaque ligne i ($i \in I$) correspond au point de l'origine A_i et chaque colonne j ($j \in J$) au point de destination B_j , la case i, j du tableau correspond au chemin qui relie A_i et B_j .
- Chaque case i, j contient les quantités associées à l'arc (i, j) . Le coût unitaire c_{ij} de transport de A_i à B_j indiqué en haut et à droite de la case accompagné par la valeur de la variable x_{ij} dans la même case.
- La valeur de la variable x_{ij} écrite en bas et à gauche de la case accompagnée par le coût unitaire c_{ij} de transport.

En outre le tableau est bordé à droite par une colonne indiquant les disponibilités a_i et par une ligne située en bas et indiquant les demandes b_j

Le tableau de transport est présenté alors sous la forme suivante :

	Destinations						Disponibilité
		B1	B2	B3		B_n	<i>a_i</i>
	A ₁	C ₁₁ X ₁₁	C ₁₂ X ₁₂	C ₁₃ X ₁₃		C _{1n} X _{1n}	<i>a₁</i>
	A ₂	C ₂₁ X ₂₁	C ₂₂ X ₂₂	C ₂₃ X ₂₃		C _{2n} X _{2n}	<i>a₂</i>
	:	:	:	· :		· :	· :
	A _m	C _{m1} X _{m1}	C _{m2} X _{m2}	C _{m3} X _{m3}		C _{mn} X _{mn}	<i>a_m</i>
	<i>b_j</i>	<i>b₁</i>	<i>b₂</i>	<i>b₃</i>		b_n	$\sum_{i=1}^m a_i = \sum_{j=1}^n b_j$

Tableau. 2.1 : tableau associe au problème de transport.

Chapitre 3 : Définitions et généralités

Le problème de transport s'écrit aussi sous la forme suivante :

$$\begin{cases} z(\min) = c'x \\ Ax = \hat{b} \text{ ou } \hat{b} = \begin{pmatrix} a \\ b \end{pmatrix} \\ X \geq 0 \end{cases}$$

A La matrice de condition des contraintes d'un problème de transport $(m + n) \times (mn)$.

Théorème 1 :

Le rang de la matrice A est égale à $(m + n - 1)$.

3.1.5. Méthodes de résolution :

Il existe différentes manières pour résoudre un tel programme linéaire, on cherche d'abord une solution de base réalisable, puis on l'améliore d'une manière à la rendre optimale.

3.1.5.1. La recherche d'une solution initiale de base :

Plusieurs méthodes existent pour déterminer une solution initiale à un problème de transport. Les méthodes les plus connues sont :

- L'approche du coin du nord-ouest.[4]
- L'approche du moindre coût (élément minimal).[4]
- L'approximation du Vogel.[2]
- **Méthode de Vogel : [2]**

La méthode de Vogel peut avoir certains avantages sur la règle du coin nord- ouest pour déterminer une solution initiale de base. En effet, elle peut permettre d'obtenir une solution optimale en moins d'itérations et parfois la solution initiale peut être optimale. La démarche est la suivante.

Chapitre 3 : Définitions et généralités

- **Démarche à suivre - Méthode de Vogel :**

- a) Construire la matrice des coûts en incluant les disponibilités et demandes. Ajouter une destination fictive ou une origine fictive pour que $\sum a_i = \sum b_j$,
- b) Evaluer la différence entre les deux coûts les plus petits pour chaque ligne et chaque colonne. On obtient ainsi m différences pour les lignes et n différences pour les colonnes.
- c) Choisir la ligne ou la colonne ayant le maximum des différences ; faire un choix arbitraire si le maximum des différences n'est pas unique.
- d) Allouer la quantité la plus grande possible (tout en respectant les contraintes) à la cellule possédant le coût le plus faible de la ligne ou la colonne obtenue en c).
- e) Rayer la ligne ou la colonne qui est saturée.
- f) F. Retourner à b) mais cette fois en effectuant les calculs sur la matrice résultante. La procédure se termine lorsque toutes les lignes et colonnes sont saturées. *

Exemple :

Dans le tableau suivant on trouve la première solution de base à l'aide de cette méthode :

	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A _i
B ₁	1 (12)	4	2 (8)	3	20
B ₂	5	1 (21)	3	4	21
B ₃	2	5	1	2	35

Chapitre 3 : Définitions et généralités

		(2)	(21)	(13)	
b_j	12	23	29	13	76

Coût total = 76

Pour obtenir cette première solution de base nous avons suivi cette procédure :

itération	Calcul des différences							Valeur des x_{ij}
	Lignes			Colonnes				
	1	2	3	1	2	3	4	
1	1	2	1	1	3	1	1	$X_{22}=21$
2	1	-	1	1	1	1	1	$X_{11}=12$
3	1	-	1	-	1	1	1	$X_{13}=8$
4	-	-	1	-	5	1	2	$X_{32}=2$
5	-	-	1	-	-	1	2	$X_{34}=13$
6	-	-	1	-	-	1	-	$X_{33}=20$

3.1.5.2. La recherche d'une solution optimale : [4]

1) Méthode des potentiels

• Critère d'optimalité : [4]

Le principe de la méthode des potentiels est issu de la théorie de la dualité pour cela, introduisons le problème dual du problème (1)-(4)

$$(D) \quad \begin{cases} W(y) = \sum_{i=1}^m a_i u_i + \sum_{j=1}^n b_j v_j \rightarrow \max \\ u_i + v_j \leq c_{ij}, i = \overline{1, m}; j = \overline{1, n} \\ \text{Où } y = (u, v), \quad u = (u_i, i = \overline{1, m}), \quad v = (v_j, j = \overline{1, n}) \end{cases}$$

Théorème 2 : [4]

Soient x^0 et $y^0 = (u^0, v^0)$ deux solutions optimales respectivement du problème (p) et de son dual (D), alors les relations suivantes sont vérifiées :

Chapitre 3 : Définitions et généralités

$$\begin{cases} u_i^0 + v_j^0 = c_{ij}, \text{ si } x_{ij}^0 > 0 \\ u_i^0 + v_j^0 \leq c_{ij}, \text{ si } x_{ij}^0 = 0 \\ 1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n \end{cases} \quad (5)$$

De la métrique de simplexe on construit Δ_{ij} tels que :

$$\Delta_{ij} = u_i + v_j - c_{ij} = 0, \quad 1 \leq i \leq m, \quad 1 \leq j \leq n$$

Par construction on a :

$$u_i + v_j - c_{ij} = 0 \quad (i, j) \in U_B \quad (6)$$

$$\Delta_{ij} = u_i + v_j - c_{ij} = 0, \quad (i, j) \in U_H \quad (7)$$

u_i, v_j : Sont appelés potentiels

Δ_{ij} : Sont appelés variables estimations

U_B : Sont appelés cases de base

U_H : Sont appelés cases hors base

Théorème 3 :(critère d'optimalité) [4]

$$\text{L'inégalité : } \Delta_{ij} \leq 0 \quad (i, j) \in U_H \quad (8)$$

Sont suffisant pour l'optimalité du plan basique de transport x . Elles sont aussi nécessaires dans le cas où x est non dégénérée.

Remarque :

Les potentiels u et v , sont au nombre de $(m + n)$ et doivent vérifier le système (6) qui constitué de $(m + n - 1)$ équations.

Donc pour sa résolution, il faut choisir une valeur arbitraire par exemple $u_1 = 0$, et les autres potentiels sont alors déterminés d'une manière unique par les équations (6), connaissant ainsi les potentiels u_i $1 \leq i \leq m$ et v_j ($1 \leq j \leq n$), on calcule les estimations Δ_{ij} (7) des variables non basiques.

• Méthode des potentiels :

Chapitre 3 : Définitions et généralités

Soit x un plan basique de transport de départ, auquel correspond U_B , si le critère d'optimalité (8) n'est pas vérifié, alors on cherche une case

$$(i_0, j_0) \in U_H: \Delta_{i_0 j_0} = \max_{(i, j) \in U_H} \Delta_{ij}.$$

A l'aide de la case (i_0, j_0) et des case de U_B on construit un cycle qui est d'ailleurs unique, puis on affecte des signes successivement (+) et (−) aux sommets de ce cycle. En commençant par le sommet (i_0, j_0) affecté du signe (+) et en se mouvant dans le sens des aiguilles d'une montre ou dans le sens contraire, parmi les sommets du cycle affectés du signe(−), on choisit celui où la variable x_{ij} est minimale et on pose $\theta^0 = \min x_{ij} = x_{ij}$.

Pour les sommets affectés de signe(+), on ajoute aux variables x_{ij} la quantité θ^0 et on soustrait la même quantité des variables x_{ij} , correspondantes aux sommets affectés de signe(−). Toutes les autres variables x_{ij} resteront inchangées.

On obtient ainsi un nouveau plan basique de transport x avec un nouvel ensemble basique $\bar{U}_b = \{U|(i_1, j_1)\} \cup (i_0, j_0)$. Cette itération sera répétée jusqu'à ce que le critère d'optimalité soit vérifié.

3.1.5.3. Dégénérescence :

Nous avons une solution dégénérée lorsque on a une ou plusieurs variables de base qui sont nulles, c'est-à-dire toutes les contraintes sont satisfaites et qu'il a moins de $(m + n - 1)$ cellules positives ($x_{ij} > 0$) dans la solution considérée.

La dégénérescence peut apparaitre soit dans la première solution de base, soit au cours du processus de résolution menant à la solution optimale.

3.1.6. La méthode ABC (Activity based costing): [8]

Apparue aux Etats-Unis au milieu des années 80 grâce aux travaux de CAMI en 1989 (Computer Aided Manufacturing International).

Chapitre 3 : Définitions et généralités

C'est un outil de gestion et une technique de calcul, appartenant à la comptabilité de gestion, reposent principalement sur l'analyse des coûts et d'activités, définit un coût comme « un ensemble de consommations rapportées à une finalité ».

La pertinence de ces outils repose sur leurs capacités à fournir des informations et des analyses cohérentes par rapport aux objectifs et à la logique organisationnelle de l'entreprise, Plusieurs investigations ont montré l'aptitude de la méthode ABC à modéliser efficacement les relations entre les ressources, leurs modes de consommation et les objectifs de l'entreprise, le principal ingrédient consiste à placer l'activité entre les centres de responsabilité et les objets de coût, c'est cette chaîne d'activités qui permet à l'entreprise d'être performante et de générer de la valeur.

Pour cela, ils doivent être appropriés à l'environnement et aux besoins des décideurs.

La mise en application de la méthode ABC s'appuie sur 5 phases essentielles à savoir :

- Identification et analyse des activités.
- Affectation des charges indirectes aux activités.
- Identification et choix des inducteurs de coûts.
- Regroupement des activités par inducteur de coût.
- Imputation des charges indirectes et affectation des charges directes aux coûts des produits ou services.

3.1.7. Intérêts de la méthode ABC :

Chapitre 3 : Définitions et généralités

De nombreux auteurs s'accordent à dire que la méthode ABC n'est pas qu'un outil de comptabilité analytique, et que ses possibilités d'utilisation vont bien au-delà de cette simple approche.

➤ **L'utilisation comme outil comptable :**

Comme on l'a vu précédemment, cette méthode permet d'appliquer un mode différent d'imputation des charges, et de calcul des coûts des produits de l'entreprise. Si la construction en elle-même constitue un investissement parfois lourd, cette méthode apporte une vision des charges et de leur contribution plus liée à la réalité du fonctionnement de l'entreprise, que ne peut l'être une comptabilité à base de sections homogènes.

➤ **Un outil de gestion :**

Au-delà de son utilisation comme outil comptable "classique", ayant pour objectif le calcul de coûts et de marges, la comptabilité par activité présente un intérêt tout particulier en termes de gestion. Sa mise en œuvre, menée d'un point de vue plus stratégique, peut rapidement aboutir à des résultats significatifs en termes de connaissance de l'entreprise, de choix stratégiques, de mise sous tension de l'organisation, et de management dynamique.

➤ **En vue de l'entreprise :**

L'approche par activités induite par ABC, permet de voir autrement l'entreprise. En effet, chaque service, qu'il soit opérationnel, de soutien ou de structure, contribue plus ou moins fortement aux produits, par l'intermédiaire de sa contribution aux activités.

Cette autre vision permet tout d'abord, d'un point de vue psychologique, d'abolir certaines distinctions (et rivalités), entre fonctions.

• **Les limites de la méthode ABC :**

Chapitre 3 : Définitions et généralités

De façon générale, la comptabilité par activité est une méthode qui a ses avantages et ses inconvénients qu'on peut résumer dans les points suivants :

- La mise en place de la méthode ABC requiert des frais importants à titre d'exemple : réorganisation de la gestion, logiciels spéciaux, équipements de collecte et de traitement de données, formation du personnel (coûte cher en temps et en argent).
- Son degré de complexité relativement élevé la rend pour l'instant hors d'usage dans la plupart des entreprises qui n'ont pas une structure de gestion rodées et une culture bien établie, c'est donc une méthode exigeante à laquelle seules les grandes entreprises présentant les caractéristiques suivantes sont éligibles dans l'état actuel, à savoir :
 - Haute technologie.
 - Frais généraux très élevés par rapport à la main d'œuvre directe.
 - Plusieurs activités très diversifiées.
 - Conception du produit et du processus de fabrication est coûteuse.
 - Fortement automatisés et informatisés.

Alors avant d'opter pour la mise en place de la méthode ABC, il convient donc de procéder à une étude de faisabilité et une évaluation systématique des avantages et des inconvénients de la méthode en s'assurant que les informations qui seront obtenues sont vraiment utiles à la prise de décision.

3.1.8. La segmentation de la demande : La méthode 20-80

Dans le domaine commercial et marketing, la règle des 20/80 exprime le plus souvent le fait que pour la plupart des activités commerciales une partie réduite de la clientèle représente l'essentiel du chiffre d'affaires. C'est un indicateur de la concentration commerciale.

Chapitre 3 : Définitions et généralités

Selon le principe de la distribution de la loi de Pareto, 80 % du chiffre d'affaires est réalisé par 20 % des clients (Pareto a initialement souligné ce principe de répartition non linéaire pour la détention des richesses par la population).

La règle des 20 / 80 se vérifie rarement en l'état et dépend fortement du secteur d'activité. Elle ne se vérifie pas du tout dans le secteur des abonnements TV, très peu dans le secteur de la téléphonie mobile et peu dans la grande distribution, alors que dans d'autres domaines c'est plutôt une règle des 10/90.

L'évocation de la règle des 20/80 permet surtout de souligner l'importance de se concentrer sur les meilleurs clients dans le cadre d'une politique de fidélisation.

• Le principe de la méthode :

Les analyses structurelles de la clientèle consiste à étudier la structure du portefeuille de clients (ensemble des clients de l'entreprise) en fonction des ventes (CA) réalisées avec ces clients afin de mettre en évidence les segments les plus importants en terme de CA et d'adapter les efforts de l'entreprise en fonction de la valeur de chaque segment.

Elles s'inspirent de la loi de Pareto qui permet d'identifier (ou non) deux segments d'un portefeuille de clients : le segment stratégique des clients importants (20 % des clients réalisent 80 % du CA) Il est important d'accorder une attention particulière à ces gros clients : visites fréquentes, avantages particuliers (invitation à des soldes privés, carte de fidélité...).et celui moins vital des autres clients (80 % des clients avec lesquels l'entreprise réalise 20 % de son CA), Pour les clients moins importants, il faut étudier les coûts qu'ils génèrent(traitement des commandes...) et au résultat qu'ils permettent de dégager afin de choisir les actions mercatiques adaptées (augmentation du nombre de visites, incitation à augmenter les quantités achetées, courrier...).

Chapitre 3 : Définitions et généralités

Si la règle des 20/80 est vérifiée, il faudra porter une attention particulière au premier segment sans pour autant négliger le second (un petit client peut devenir important).

➤ **Modèle mathématique de la méthode :**

Dans son cours d'Économie Politique 1897, Pareto base ses démonstrations à partir d'une définition simplifiée des variations de l'inégalité dans la distribution. En effet, il dit que "la diminution de cette inégalité sera définie par le fait que le nombre des pauvres va en diminuant par rapport au nombre de riches ou ce qui est la même chose par rapport au nombre total des membres de la société". Pour les besoins de la démonstration appelons "pauvres" tous ceux qui ont un revenu inférieur à un seuil de revenu x donné, et "riches" tous ceux qui ne sont pas dans cette catégorie. Etant donné ces définitions, l'exposé de la loi de Pareto permet de caractériser le sens de variation de l'inégalité.

Soit X une variable de paramètres α et x_0 . On dit que X suit une loi de Pareto notée $L_P(\alpha, x_0)$ si la variable statistique X présente la fonction de répartition ayant les caractéristiques suivantes :

$$F(x) = \begin{cases} 0 & \text{si } x < x_0 \\ 1 - \left(\frac{x_0}{x}\right)^\alpha & \text{si } x \geq x_0 \end{cases}$$

Où $F(x)$ représente la proportion de personnes ayant un revenu inférieur à x .

• **Portefeuille de clients :**

Clients	Chiffre d'affaire (CA)
1	X_1
2	X_2
3	X_3
4	X_4

Chapitre 3 : Définitions et généralités

5	X_5
-	-
-	-
n	X_n

On suppose que : $X_4 > X_2 > X_5 > X_1 > X_3 > \dots > X_n$.

1^{ère} étape : Classer les catégories de clients par ordre de CA décroissant

Clients	CA	% du CA	% du CA Cumulés
4	X_4	PCA_4	PCA_4
2	X_2	PCA_2	$PCA_4 + PCA_2$
5	X_5	PCA_5	PCA_5
1	X_1	PCA_1	$PCA_5 + PCA_1$
3	X_3	PCA_3	$PCA_5 + PCA_1 + PCA_3$
.	.	.	.
.	.	.	.
.	.	.	.
N	X_n	PCA_n	$PCA_5 + PCA_1 + PCA_3 + \dots + PCA_n$

➤ **Calcule du pourcentage Chiffre d'affaire :**

$$PCA_i = \frac{100}{CA_{total}} \times CA_i$$

Remarque :

Si la loi de Pareto n'est pas vérifiée, le portefeuille de client peut être caractérisé de deux manières :

❖ **20% des clients représentent plus de 80% de l'activité :**

Dans ce cas, l'activité de l'entreprise est concentrée sur un nombre trop restreint de clients et elle est donc très fragile vis-à-vis de ceux-ci (la perte d'un seul de ses clients importants entraînerait une perte très importante du CA).

Chapitre 3 : Définitions et généralités

Il est alors nécessaire de développer des clients moyens pour diminuer ce risque et renforcer l'assise de l'entreprise.

❖ **20% des clients représentent (beaucoup) moins de 80% de l'activité :**

Dans ce cas, l'activité de l'entreprise est trop dispersée et cela suppose des actions mercatiques (Marketing) dont la rentabilité est relativement faible puisque dispersée sur un nombre important de clients.

L'entreprise devra tenter de développer l'activité réalisée avec certains de ses clients pour qu'ils deviennent importants.

Cet outil est en quelque sorte universel. Vous pouvez, comme vu plus haut, analyser la structure de vos ventes, évaluer quels sont les risques les plus importants, cerner les problèmes à forts impacts, identifier les actions les plus profitables ...

En fin la répartition 80/20 reste théorique même si dans de nombreux cas, la distribution s'en rapproche. Elle offre néanmoins un point de repère intéressant pour étudier un sujet et prendre des décisions.

Conclusion :

Les formulations classiques sont des formulations théoriques des problèmes de transports, elles ne tiennent pas compte en général des contraintes qui sont spécifiques aux problèmes rencontrés en pratique.

Chapitre 4

Modèle mathématiques

Chapitre 4 : Modèle mathématiques

4.1. Un problème de tournées de distributions :

Soit une flotte de camions de contenance c (en nombre d'objets d'un type fixé). Ces camions doivent desservir différentes localités i où la demande du type d'objet considéré est de d_i , qu'il convient de satisfaire en une seule visite.

Le problème consiste à déterminer quelles tournées effectuer pour satisfaire les demandes tout en minimisant la capacité globale non utilisée des camions effectuant les tournées.

Supposons qu'il soit possible d'énumérer toutes les tournées admissibles j (ou du moins parmi elles, les tournées intéressantes).

Posons :

- $t_{ij} = 1$ si la tournée j délivre la localité i ,
 $= 0$ autrement ;
- $c_j = c - \sum_i t_{ij} d_i$ la contenance non utilisée d'un camion effectuant tournée j .

Définissons les variables :

$$x_j = \begin{cases} 1 & \text{si la tournée } j \text{ est choisie;} \\ 0 & \text{autrement.} \end{cases}$$

Le problème se formule :

$$\begin{cases} \text{Min } \sum_j c_j x_j \\ \sum_j t_{ij} x_j = 1 \quad \forall i \\ x_j = (0,1) \end{cases}$$

N.B. Le modèle ci-dessus est celui d'un problème de partition, cette approche peut également être retenue pour définir les tournées d'équipage d'avions.

Chapitre 4 : Modèle mathématiques

4.2. Un problème complexe de tournées de distribution :

Des modélisations beaucoup plus raffinées de programmation linéaire en variables discrètes peuvent être définies pour des problèmes plus complexes de tournées de distributions.

Soit en un dépôt O une flotte de camions k , caractérisé chacun par :

- Son cout fixe c_k ;
- Son autonomie a_k (en heures) ;
- Sa capacité q_k (en volume).

Il faut desservir un ensemble de clients i ($i= 1, \dots, n$) représentant chacun une demande d_i ; de plus

- c_{ij} sont les couts de passage (transport) du client i au client j ;
- t_{ij} sont les temps de passage du client i au client j .

Il n'est pas certain que l'on puisse servir tous les clients : aussi un indice de priorité δ_i est attribué au client i (croissant avec l'importance du client).

Supposons que l'on désire tenir compte de trois critères :

- minimiser le coût de transport ;
- minimiser le coût fixe d'utilisation des camions ;
- minimiser la priorité des clients non desservis ;

par exemple en les agréant avec des poids respectifs λ_1 , λ_2 et λ_3

Désignons les variables

$$x_{ijk} = \begin{cases} 1 & \text{si le véhicule } k \text{ dessert le client } j \text{ après le client } i. \\ 0 & \text{autrement.} \end{cases}$$

$$Y_j \geq 0 \text{ et entières (variables intermédiaires)}$$

Chapitre 4 : Modèle mathématiques

Le problème se formule

$$\text{Min } \lambda_1 (\sum_i \sum_j c_{ij} \sum_k x_{ijk}) + \lambda_2 (\sum_k c_k \sum_j x_{0jk}) + \lambda_3 (\sum_j \delta_j \sum_i \sum_k x_{ijk})$$

$$\left\{ \begin{array}{ll} \sum_i \sum_k x_{ijk} \leq 1 & \forall j \quad (1) \\ \sum_i x_{ijk} - \sum_l x_{ilk} = 0 & \forall j \forall k \quad (2) \\ \sum_i q_i \sum_j x_{ijk} \leq q_k & \forall k \quad (3) \\ \sum_i \sum_j t_{ij} x_{ijk} + \sum_i u_i \sum_j x_{ijk} \leq a_k & \forall k \quad (4) \\ \sum_j x_{0jk} \leq 1 & \forall k \quad (5) \\ y_i - y_j + n \sum_k x_{ijk} \leq n - 1 & \forall i \neq j \quad (6) \end{array} \right.$$

(1) : chaque client est desservi au plus une fois

(2) : un véhicule qui arrive en j doit en partir

(3) : respect des capacités des véhicules

(4) : respect de l'autonomie des véhicules

(5) : une seule utilisation des véhicules

(6) : élimination des sous-tours.

Remarque :

1. Il est évident que ce type de modèle d'optimisation combinatoire donne rapidement un problème de très grande dimension :

Pour 100 clients et 5 véhicules, le nombre de variables binaires x_{ijk} est de 50.000.

Vu que ce modèle est complexe en va faire une proposition d'un modèle pratique simple et applicable .

Chapitre 5

Implémentation et résolution

Chapitre 5 : Implémentation et résolution

Introduction :

Après avoir bien compris le problème soulevé par la société et ayant proposé un modèle mathématique représentatif, nous avons été amené dans ce chapitre, à effectuer une application pratique.

5.1. Proposition de résolution du problème :

- **1^{ère} étape** : création de deux nouveau bacs de stockage des deux produits manquant au CSD à savoir Essence normal et Essence sans plomb afin d'éviter leur ravitaillement depuis Caroubier. (ce qui constitue déjà un gain très important dans l'optimisation).
- **2^{ème} étape** : distribution des quatre produits pétroliers directement du CSD.
- **3^{ème} étape** : répartition des quantités du carburant en pro rotât de l'importance des clients.

Ceci dit les couts de transport seront réduits vu que les distances du Centre Caroubier au CSD seront annulées par exemple.

5.2. Méthode de résolution :

On scinde nos clients en quatre catégories (selon leurs consommations) :

- **1^{ère} catégorie** : ceux qui représentent 50% de la consommation (X / 27 clients).
- **2^{ème} catégorie** : ceux qui représentent 30% de la consommation (Y / 16

Chapitre 5 : Implémentation et résolution

clients).

- **3^{ème} catégorie** : ceux qui représentent 15% de la consommation (Z / 08 clients).
- **4^{ème} catégorie** : ceux qui représentent 5% de la consommation (T / 04 clients).

Pour chaque catégorie de client on va créer un modèle mathématique de résolution qui est optimisé par construction

5.3. Création d'un modèle mathématique :

Désignons par :

Produit 1 (P_1) : Gasoil.

Produit 2 (P_2) : Essence super.

Produit 3 (P_3) : Essence normal.

Produit 4 (P_4) : Essence sans plomb.

Capacité de stockage des produits après la proposition de l'ajout des nouveaux bacs au sein du CSD :

P_1 : 26000 m³.

P_2 : 4000 m³.

P_3 : 4000 m³.

P_4 : 4000 m³.

Chapitre 5 : Implémentation et résolution

Cota des produits pour la 1^{ère} catégorie :

Produit 1 : 13000 m³

Produit 2 : 2000 m³

Produit 3 : 2000 m³

Produit 4 : 2000 m³

Produit 1	Produit 2	Produit 3	Produit 4	distance	Code client	région	Demande Du client
X ₁₁	X ₂₁	X ₃₁	X ₄₁	10	X1	Tizi ousou	700
X ₁₂	X ₂₂	X ₃₂	X ₄₂	41	X2	baghlia	700
X ₁₃	X ₂₃	X ₃₃	X ₄₃	19	X3	boukhafa	700
X ₁₄	X ₂₄	X ₃₄	X ₄₄	13	X4	Tizi ousou	700
X ₁₅	X ₂₅	X ₃₅	X ₄₅	26	X5	Azazga	700
X ₁₆	X ₂₆	X ₃₆	X ₄₆	57	X6	Tizi ghnif	700
X ₁₇	X ₂₇	X ₃₇	X ₄₇	42	X7	Ait aissa	700
X ₁₈	X ₂₈	X ₃₈	X ₄₈	44	X8	Tighzirt ville	700
X ₁₉	X ₂₉	X ₃₉	X ₄₉	34	X9	Tizi ntlatha	700
X ₁₁₀	X ₂₁₀	X ₃₁₀	X ₄₁₀	62	X10	Dellys ville	700
X ₁₁₁	X ₂₁₁	X ₃₁₁	X ₄₁₁	65	X11	Azfoun ville	700
X ₁₁₂	X ₂₁₂	X ₃₁₂	X ₄₁₂	42	X12	D.E.M	700
X ₁₁₃	X ₂₁₃	X ₃₁₃	X ₄₁₃	25	X13	DBK	700
X ₁₁₄	X ₂₁₄	X ₃₁₄	X ₄₁₄	24	X14	Bni douala	700
X ₁₁₅	X ₂₁₅	X ₃₁₅	X ₄₁₅	35	X15	mizrana	700
X ₁₁₆	X ₂₁₆	X ₃₁₆	X ₄₁₆	34	X16	azazga	700
X ₁₁₇	X ₂₁₇	X ₃₁₇	X ₄₁₇	12	X17	irdjen	700
X ₁₁₈	X ₂₁₈	X ₃₁₈	X ₄₁₈	24	X18	Ait aggacha	700
X ₁₁₉	X ₂₁₉	X ₃₁₉	X ₄₁₉	29	X19	mekla	700
X ₁₂₀	X ₂₂₀	X ₃₂₀	X ₄₂₀	50	X20	Tizi ghnif	700
X ₁₂₁	X ₂₂₁	X ₃₂₁	X ₄₂₁	35	X21	yakourene	700

X ₁₂₂	X ₂₂₂	X ₃₂₂	X ₄₂₂	47	X22	naciria	700
X ₁₂₃	X ₂₂₃	X ₃₂₃	X ₄₂₃	10	X23	Tizirached	700
X ₁₂₄	X ₂₂₄	X ₃₂₄	X ₄₂₄	25	X24	makouda	700
X ₁₂₅	X ₂₂₅	X ₃₂₅	X ₄₂₅	35	X25	Souk el thenine	700
X ₁₂₆	X ₂₂₆	X ₃₂₆	X ₄₂₆	59	X26	dellys	700
X ₁₂₇	X ₂₂₇	X ₃₂₇	X ₄₂₇	48	X27	boghni	800

Implémentation sur Visuel XPRESS

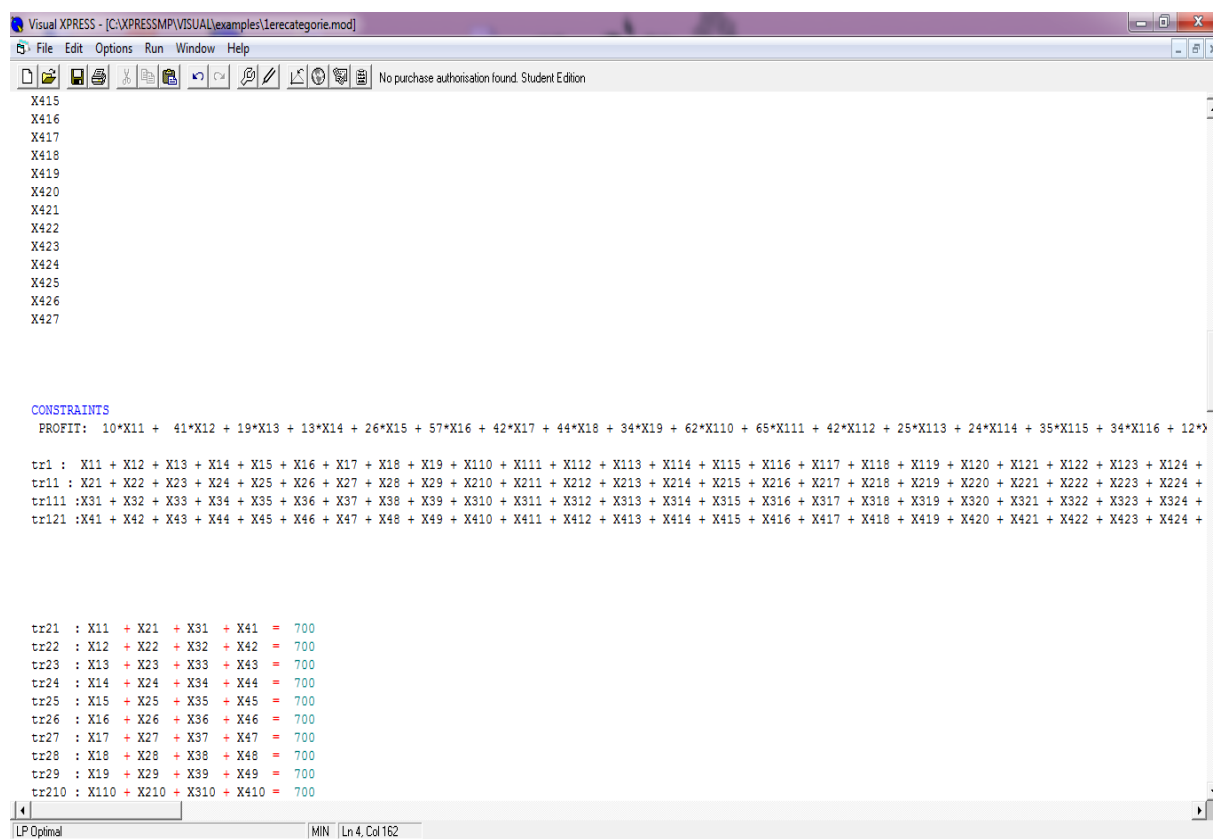


Figure 5.1

Solution de la distribution pour la 1^{re} catégorie :

Cillent/ produit	quantité	Cillent/ produit	quantité	Cillent/ produit	quantité	Cillent/ produit	quantité
X ₁₁	700	X ₂₁	0	X ₃₁	0	X ₄₁	0
X ₁₂	700	X ₂₂	0	X ₃₂	0	X ₄₂	0
X ₁₃	700	X ₂₃	0	X ₃₃	0	X ₄₃	0
X ₁₄	700	X ₂₄	0	X ₃₄	0	X ₄₄	0

Chapitre 5 : Implémentation et résolution

X ₁₅	0	X ₂₅	100	X ₃₅	0	X ₄₅	600
X ₁₆	700	X ₂₆	0	X ₃₆	0	X ₄₆	0
X ₁₇	700	X ₂₇	0	X ₃₇	0	X ₄₇	0
X ₁₈	0	X ₂₈	0	X ₃₈	700	X ₄₈	0
X ₁₉	700	X ₂₉	0	X ₃₉	0	X ₄₉	0
X ₁₁₀	0	X ₂₁₀	0	X ₃₁₀	0	X ₄₁₀	700
X ₁₁₁	700	X ₂₁₁	0	X ₃₁₁	0	X ₄₁₁	0
X ₁₁₂	700	X ₂₁₂	0	X ₃₁₂	0	X ₄₁₂	0
X ₁₁₃	700	X ₂₁₃	0	X ₃₁₃	0	X ₄₁₃	0
X ₁₁₄	700	X ₂₁₄	0	X ₃₁₄	0	X ₄₁₄	0
X ₁₁₅	0	X ₂₁₅	700	X ₃₁₅	0	X ₄₁₅	0
X ₁₁₆	700	X ₂₁₆	0	X ₃₁₆	0	X ₄₁₆	0
X ₁₁₇	0	X ₂₁₇	0	X ₃₁₇	700	X ₄₁₇	0
X ₁₁₈	100	X ₂₁₈	0	X ₃₁₈	600	X ₄₁₈	0
X ₁₁₉	200	X ₂₁₉	500	X ₃₁₉	0	X ₄₁₉	0
X ₁₂₀	700	X ₂₂₀	0	X ₃₂₀	0	X ₄₂₀	0
X ₁₂₁	0	X ₂₂₁	0	X ₃₂₁	0	X ₄₂₁	700
X ₁₂₂	700	X ₂₂₂	0	X ₃₂₂	0	X ₄₂₂	0
X ₁₂₃	700	X ₂₂₃	0	X ₃₂₃	0	X ₄₂₃	0
X ₁₂₄	0	X ₂₂₄	700	X ₃₂₄	0	X ₄₂₄	0
X ₁₂₅	700	X ₂₂₅	0	X ₃₂₅	0	X ₄₂₅	0
X ₁₂₆	700	X ₂₂₆	0	X ₃₂₆	0	X ₄₂₆	0
X ₁₂₇	800	X ₂₂₇	0	X ₃₂₇	0	X ₄₂₇	0

Cota des produits pour la 2^{ème} catégorie

Produit 1 : 7800

Produit 2 : 1200

Produit 3: 1200

Produit 4: 1200

Produit 1	Produit 2	Produit 3	Produit 4	Distance	Code client	Région	Demande du client
Y ₁₁	Y ₂₁	Y ₃₁	Y ₄₁	22	Y1	freha	710
Y ₁₂	Y ₂₂	Y ₃₂	Y ₄₂	42	Y2	illoula	710

Chapitre 5 : Implémentation et résolution

Y ₁₃	Y ₂₃	Y ₃₃	Y ₄₃	60	Y3	Ain zaouia	710
Y ₁₄	Y ₂₄	Y ₃₄	Y ₄₄	8	Y4	Tiziouizou	710
Y ₁₅	Y ₂₅	Y ₃₅	Y ₄₅	45	Y5	Boghni ville	710
Y ₁₆	Y ₂₆	Y ₃₆	Y ₄₆	38	Y6	Ain el hemmam	710
Y ₁₇	Y ₂₇	Y ₃₇	Y ₄₇	42	Y7	ouadhia	710
Y ₁₈	Y ₂₈	Y ₃₈	Y ₄₈	57	Y8	Ain zaouia	710
Y ₁₉	Y ₂₉	Y ₃₉	Y ₄₉	25	Y9	boudjima	710
Y ₁₁₀	Y ₂₁₀	Y ₃₁₀	Y ₄₁₀	36	Y10	Agherib	710
Y ₁₁₁	Y ₂₁₁	Y ₃₁₁	Y ₄₁₁	48	Y11	Ouacif	710
Y ₁₁₂	Y ₂₁₂	Y ₃₁₂	Y ₄₁₂	17	Y12	L.N.I	710
Y ₁₁₃	Y ₂₁₃	Y ₃₁₃	Y ₄₁₃	25	Y13	D.B.K	710
Y ₁₁₄	Y ₂₁₄	Y ₃₁₄	Y ₄₁₄	30	Y14	Azazga	710
Y ₁₁₅	Y ₂₁₅	Y ₃₁₅	Y ₄₁₅	41	Y15	Ain el- hemmam	710
Y ₁₁₆	Y ₂₁₆	Y ₃₁₆	Y ₄₁₆	42	Y16	Draa el mizan	750

Implémentation sur Visuel XPRESS

0

--	--	--	--	--	--

Chapitre 5 : Implémentation et résolution

Y ₂₁	0	Y ₃₇	0	Y ₄₁₃	0
Y ₂₂	0	Y ₃₈	710	Y ₄₁₄	490
Y ₂₃	0	Y ₃₉	0	Y ₄₁₅	0
Y ₂₄	0	Y ₃₁₀	0	Y ₄₁₆	0
Y ₂₅	0	Y ₃₁₁	0		
Y ₂₆	0	Y ₃₁₂	490		

Cota des produits pour la 3^{ème} catégorie

Produit 1 : 3900

Produit 2 : 600

Produit 3 : 600

Produit 4 : 600

Produit 1	Produit 2	Produit 3	Produit 4	distance	Code client	Région	Demande du client
Z ₁₁	Z ₂₁	Z ₃₁	Z ₄₁	19	Z1	Mekla	700
Z ₁₂	Z ₂₂	Z ₃₂	Z ₄₂	45	Z2	Bouzeguen	700
Z ₁₃	Z ₂₃	Z ₃₃	Z ₄₃	15	Z3	Tizi ousou ville	800
Z ₁₄	Z ₂₄	Z ₃₄	Z ₄₄	63	Z4	Ifrhounen	700
Z ₁₅	Z ₂₅	Z ₃₅	Z ₄₅	13	Z5	Tizi ousou ville	700
Z ₁₆	Z ₂₆	Z ₃₆	Z ₄₆	42	Z6	Bouzeguen	700
Z ₁₇	Z ₂₇	Z ₃₇	Z ₄₇	15	Z7	Tizi ousou ville	700
Z ₁₈	Z ₂₈	Z ₃₈	Z ₄₈	10	Z8	Tizi ousou ville	700

Chapitre 5 : Implémentation et résolution

Implémentation sur Visuel XPRESS :

```

Visual XPress - [C:\XPRESSMP\VISUAL\examples\3ieme categorie.mod]
File Edit Options Run Window Help
No purchase authorisation found. Student Edition

Z28

Z31
Z32
Z33
Z34
Z35
Z36
Z37
Z38

Z41
Z42
Z43
Z44
Z45
Z46
Z47
Z48

CONSTRAINTS
PROFIT: 19*Z11 + 45*Z12 + 15*Z13 + 63*Z14+ 13*Z15 + 42*Z16 + 15*Z17 + 10*Z18 + 19*Z21 + 45*Z22 + 15*Z23 + 63*Z24 + 13*Z25 + 42*Z26 + 15*Z27 + 10*Z28 + 19*Z31 + 45*

tr1 : Z11 + Z12 + Z13 + Z14 + Z15 + Z16 + Z17 + Z18 = 5
tr11 : Z21 + Z22 + Z23 + Z24 + Z25 + Z26 + Z27 + Z28 = 10
tr111 : Z31 + Z32 + Z33 + Z34 + Z35 + Z36 + Z37 + Z38 = 15
tr121 : Z41 + Z42 + Z43 + Z44 + Z45 + Z46 + Z47 + Z48 = 25

tr21 : Z11 + Z21 + Z31 + Z41 = 10
tr22 : Z12 + Z22 + Z32 + Z42 = 15
tr33 : Z13 + Z23 + Z33 + Z43 = 20
tr44 : Z14 + Z24 + Z34 + Z44 = 10
tr45 : Z15 + Z25 + Z35 + Z45 = 0
tr46 : Z16 + Z26 + Z36 + Z46 = 0
tr47 : Z17 + Z27 + Z37 + Z47 = 0
tr48 : Z18 + Z28 + Z38 + Z48 = 0

BOUNDS
Z11 >= 0

Not Optimized MIN Ln 33, Col 34
    
```

Figure 5.3

Solution de distribution optimale pour la 3^{ème} catégorie :

Client / produit	Quantité a servir	Client / produit	Quantité a servir	Client / produit	Quantité a servir
Z ₁₁	700	Z ₂₄	0	Z ₃₇	0
Z ₁₂	700	Z ₂₅	0	Z ₃₈	0
Z ₁₃	800	Z ₂₆	0	Z ₄₁	0
Z ₁₄	700	Z ₂₇	600	Z ₄₂	0
Z ₁₅	100	Z ₂₈	0	Z ₄₃	0
Z ₁₆	100	Z ₃₁	0	Z ₄₄	0
Z ₁₇	100	Z ₃₂	0	Z ₄₅	600
Z ₁₈	700	Z ₃₃	0	Z ₄₆	0
Z ₂₁	0	Z ₃₄	0	Z ₄₇	0

Chapitre 5 : Implémentation et résolution

Z ₂₂	0	Z ₃₅	0	Z ₄₈	0
Z ₂₃	0	Z ₃₆	600		

Cota des produits pour la 4^{ème} catégorie :

Produit 1 : 1300

Produit 1 : 200

Produit 1 : 200

Produit 1 : 200

Produit 1	Produit 2	Produit 3	Produit 4	distance	Code client	Région	Demande du client
T ₁₁	T ₂₁	T ₃₁	T ₄₁	40	T1	Ain el- hemmam	500
T ₁₂	T ₂₂	T ₃₂	T ₄₂	32	T2	Ouadhia	600
T ₁₃	T ₂₃	T ₃₃	T ₄₃	63	T3	Dellys ville	300
T ₁₄	T ₂₄	T ₃₄	T ₄₄	48	T4	Ouacif	500

Implémentation sur Visuel XPRESS :

Chapitre 5 : Implémentation et résolution

```

Visual XPress - [C:\XPRESSMP\VISUAL\examples\4iemecategorie.mod]
File Edit Options Run Window Help
No purchase authorisation found. Student Edition

T14
T21
T22
T23
T24
T31
T32
T33
T34
T41
T42
T43
T44
CONSTRAINTS
PROFIT: 40*T11 + 32*T12 + 63*T13 + 48*T14 + 40*T21 + 32*T22 + 63*T23 + 48*T24 + 40*T31 + 32*T32 + 63*T33 + 48*T34 + 40*T41 + 32*T42 + 63*T43 + 48*T44 $

tr1 : T11 + T12 + T13 + T14 = 1300
tr11 : T21 + T22 + T23 + T24 = 200
tr111 : T31 + T32 + T33 + T34 = 200
tr121 : T41 + T42 + T43 + T44 = 200

tr21 : T11 + T21 + T31 + T41 = 500
tr22 : T12 + T22 + T32 + T42 = 600
tr33 : T13 + T23 + T33 + T43 = 300
tr44 : T14 + T24 + T34 + T44 = 500
BOUNDS
T11 >=0
T12 >=0
T13 >=0
T14 >=0
T21 >=0
T22 >=0
T23 >=0
T24 >=0
T31 >=0
T32 >=0
LP Optimal MIN Ln 45, Col 160
    
```

Figure 5.4

Solution de distribution optimale pour la 4^{ème} catégorie :

Client / produit	Quantité à servir
T ₁₁	500
T ₁₂	400
T ₁₃	0
T ₁₄	400
T ₂₁	0
T ₂₂	0
T ₂₃	100
T ₂₄	100
T ₃₁	0
T ₃₂	0
T ₃₃	200
T ₃₄	0

Chapitre 5 : Implémentation et résolution

T_{41}	0
T_{42}	200
T_{43}	0
T_{44}	0

Conclusion générale

Conclusion générale :

Dans tout processus économique, le phénomène de coût demeure un indice très significatif de degré de performances commerciales des entreprises.

Le travail que nous avons présenté tout au long de notre projet consiste à traiter un problème d'optimisation et la planification de la distribution des carburants, il consiste à approvisionner les stations services et concevoir un modèle mathématique qui va minimiser les distances et les coûts.

Ce modèle d'optimisation linéaire a été élaboré, il tient compte des contraintes (quantité du produit livrée, quantité du produit commandé, disponibilité du produit, la distance entre les stations-services et CSD,), pour l'optimiser le District Oued Aissi doit se tourner vers des techniques de la Recherche Opérationnelle, nous avons opté pour le résoudre en proposant une solution optimale, qui minimise le coût de transport en maximisant la satisfaction de la demande des clients tout en évitant les pénuries.

Bibliographie

[1] GERALD BAILLARGEON, Programmation linéaire appliquée : outils d'optimisation et d'aide à la décision, copyright c 1996 les éditions SMG.

[2] : AYOUNI Eldjida
Elaboration d'un schéma de distribution optimale de carburant à l'horizon 2020. Mémoire d'ingénieur d'état en RO, U.M.M.T.O. (2009)

[3] AIDENE M. OUKACHA B, les manuels de l'étudiant Recherche opérationnelle Programmation linéaire, copyright URL de page bleue, internationales Maison D'édition pour l'enseignement et la formation, 2005.

[4] Mémoire de fin d'étude intitulé : résolution numérique d'un problème de transport Multi objectif, université de Bejaïa. (2010)

[5] BELHARRAT .N, les manuels de l'étudiant recherche opérationnelle, la théorie des graphes page Bleues internationales, 2005.

[6] Documents interne à NAFTAL.

[8] FIDECIA : Conseil et Intégrateur de solutions de gestion –25 r. de Sèze 69006 Lyon – Tél: 04.78.24.20.52 méth. ABC février 2005

[3]: Elaboration d'un programme optimale de distribution des lubrifiants
Mémoire d'ingénieur en RO U.S.T.H.B 2008.