

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI DE TIZI -OUZOU



Faculté des Sciences

Département de Mathématiques

Mémoire de fin d'étude

*En vue de l'obtention du Diplôme de master 2
En Recherche Opérationnelle*



**Optimisation de la distribution des produits pétroliers au
sein de l'entreprise NAFTAL**

Proposé par

M^f Oukacha Brahim M.C.A

Réalisé par

M^{elle} Bilek Lydia

M^{elle} Daid Assia

Année universitaire 2014-2015

Remerciements

Le présent travail n'aurait pu être mis au point sans l'aide et l'orientation prodiguée par notre directeur de thèse, M^r B.OUKACHA, envers lequel on adresse tous nos remerciements. A cet effet, on tient à souligner ses précieux conseils et recommandations joignant harmonie et rigueur scientifique.

On tient à exprimer nos remerciements à tous les membres du jury qui nous ont fait l'honneur de présider ou d'examiner ce modeste travail.

Nos remerciements vont à tous nos enseignants du département Recherche Opérationnel en particulier M^r K. Kasdi pour son aide.

Je remercie également M^r. K. Chaba notre encadreur à NAFTAL ainsi que le directeur du centre M^r Bouzidi et toute l'équipe de dispatch qui nous ont aidé pour l'élaboration de ce travail.

Dédicaces

Je ne saurai jamais remercier assez mes très chers parents qui m'ont beaucoup soutenu et aider tout le long de mon parcours scolaires, et un grand merci à mes chers sœurs et frères pour leurs énormes soutiens et encouragement. Et je remercie aussi toute ma famille mes grands parents oncles tantes et tout mes cousins et cousines.

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

- ❖ A ma famille.
- ❖ A mes très chère parents qui ont tout le temps consentis d'énormes sacrifices qui m'on appris la bonté, le pardon et l'amour du travail.
- ❖ A mes très chers frères.
- ❖ A ma très chère grand mère.
- ❖ A mes très chers amis(e).
- ❖ A mon binôme Lydia.
- ❖ A toute la promotion master 2 recherche opérationnelle 2015.

- ❖ A vous qui lisez ce mémoire

Tables de matières

Introduction générale

Chapitre I : Présentation de l'entreprise NAFTAL

I.1 Introduction.....	1
I.2 Présentation de NAFTAL.....	1
I.2.1 Historique de NAFTAL.....	1
I.2.2 Les missions de NAFTA.....	2
I.2.3 Organisation de NAFTAL.....	3
I.2.4 Branche de commercialisation NAFTAL.....	6
I.3 Présentation du district commercial de Tizi-Ouzou.....	6
I.3.1 Missions et attributions du district commercial de Tizi Ouzou.....	7
I.3.2 Organisation du district commercial de Tizi-Ouzou.....	8
I.4 CONCLUSION.....	12

Chapitre II: Problématique

II.1 Introduction.....	13
II.2.Présentation et position du problème.....	14
II.3.Les caractéristiques du problème.....	14
II.3.1.Flotte de véhicule.....	14
II.4. Ensemble et type de client.....	16
II.5.Le centre de stockage.....	18
II .6 Description du problème.....	18

II.7 La méthode actuelle de distribution.....	19
II.8.Conclusion.....	20

Chapitre III : Modélisation Mathématique

III.1 Introduction.....	21
III.2 Les étapes de formulation d'un PL.....	21
III.3 Formulation du problème en un programme linéaire.....	22
III.3.1 Les formules mathématiques.....	22
III.3.1.1 Notations.....	22
III.3.1.2 Les variables de décisions.....	23
III.3.1.3 Les contraintes.....	24
III.3.2 Le modèle mathématique.....	26
III.4 Conclusion.....	27

Chapitre IV: Méthode de résolution

IV.1 Introduction.....	28
IV.2 Concept d'optimisation.....	28
IV.3 Problème d'optimisation.....	28
IV.4 Méthodes de résolution d'un problème d'optimisation.....	29
IV.4 .1 Méthodes exactes.....	29
IV.4.2 Les méthodes approchées.....	32
IV.4.2.1 Heuristiques.....	32
IV.4.2.2 Les méta-Heuristiques et leur concept.....	38
IV.5 Conclusion.....	40

Chapitre V: Implementation

V.1 Introduction.....	41
V.2 Application.....	41
V.2.1 Résolution en utilisant LINGO.....	44
V.2.1.1 Présentation du logiciel.....	44
V.2.1.2 Résolution de l'exemple pratique.....	46
V.2.1.3 Interprétation des résultats.....	51
V.3 Résolution en utilisant le DISPATCH.....	51
V.3.1 Présentation du logiciel dispatching.....	51
V.3.3 Interprétation des résultats.....	64
V. 4 Conclusion.....	64

Conclusion générale.

Bibliographie.

Annexe.

Introduction générale

Introduction générale

Dans l'économie mondiale, l'énergie est indiscutablement considérée comme le générateur de base de tout processus de production et de consommation. En Algérie, les produits pétroliers (Essence super, Essence sans plomb et Gasoil) restent le principal vecteur de la consommation énergétique, c'est à dire qu'ils occupent la grande partie dans le système de consommation national avec ses différentes composantes : l'industrie, le résidentiel et le transport. Depuis l'indépendance, les hydrocarbures ont toujours eu une place prépondérante dans le développement des autres secteurs.

NAFTAL, filiale de SONATRACH, s'occupe exclusivement des activités de distribution et de commercialisation des produits pétroliers sur tout le territoire national. Les coûts de transport de ces produits représentent une part importante des charges d'exploitation.

Pour chaque processus économique, le phénomène de coût demeure un indice très significatif du degré de performance commerciale des entreprises, d'où l'importance de l'optimisation de la distribution des carburants. A cela s'ajoute le souci de l'entreprise, satisfaire l'ensemble de ses clients et de les approvisionner sans impliquer des ruptures de stock et elle est tenu d'assurer la livraison du produit commandé à une date souhaitée.

Les professionnels de la distribution font de plus en plus appel à des techniques de la recherche opérationnelle pour faciliter la planification des opérations de transport de façon à pouvoir faire face à la demande et proposer ainsi des solutions.

La recherche opérationnelle désigne l'emploi d'une méthode scientifique, d'une analyse quantitative et de modèles mathématiques ayant pour but de fournir aux dirigeants d'une organisation, les meilleures réponses possibles

Où le déroulement des tâches à mener pour résoudre un problème grâce a ces techniques sont les étapes suivantes:

1. Détection d'un problème

Les nécessités d'action viennent des expériences vécues : c'est la phase préscientifique.

2. La formulation du problème

Quel est le vrai problème à résoudre ? Quels sont les critères permettant de juger si le problème est résolu de façon satisfaisante ?

3. Elaboration d'un modèle

Il s'agit de représenter les principaux aspects de la réalité par un ensemble de formules mathématiques le plus souvent, qui mettent en jeu les variables de décision concernées et leurs interactions. On lance les hypothèses, on élabore une théorie et on écrit un modèle. C'est la phase de conceptualisation, de construction théorique ; en un mot, c'est la phase de modélisation.

On formule d'une façon mathématique le vrai problème à résoudre.

4. Collecte de données

Il faut préciser les paramètres du modèle en s'appuyant sur l'information recueillie dans l'environnement du problème à résoudre. L'élaboration du modèle s'éclaire à la lanterne des données.

Le processus peut requérir plusieurs allers retours entre les étapes 4 et 5.

5. La résolution du problème

C'est la phase où l'on souhaite recourir aux méthodes appropriées déjà disponibles si on a réussi à classer le problème parmi ceux pour lesquels on connaît déjà une méthode d'approche.

6. Validation du modèle

On confronte les conclusions obtenues du modèle aux opinions des personnes qui ont suffisamment d'expérience du problème traité pour apprécier ou critiquer la pertinence de la résolution proposée. Si les avis sont négatifs, on peut alors remettre en cause soit l'écriture du modèle retenu, soit la valeur de ses paramètres, soit les critères d'appréciation de la solution. On peut aller jusqu'à remettre en cause l'approche choisie pour résoudre le modèle retenu.

7. La prise de décision et l'implémentation de la solution

Comment implémenter la solution retenue ? Doit-on s'arrêter là ?

Il y a ici un retour possible vers le modèle initial pour le modifier ou l'enrichir des observations faites lors de la phase expérimentale. Une fois les révisions nécessaires apportées, le modèle enrichi permettra de tirer des conclusions mieux étayées. Nous avons essayé le long de notre modeste travail de suivre une à une ces étapes.

En particulier, notre objectif à travers cette étude est de satisfaire la demande régionale, et aussi cerner tous les facteurs rentrant dans la détermination du coût de transport utilisé pour la distribution des produits pétroliers. On essayera de proposer des solutions qui minimisent les charges relatives au cheminement des produits, tout en définissant le plan de travail suivant :

Nous commençons dans *le chapitre I* par présenter l'entreprise NAFTAL. *Le chapitre II* consiste à éclaircir notre problématique. *Le chapitre III* est consacré à la modélisation mathématique. *Le chapitre V* présente les méthodes de résolution adaptées à notre problème. *Le chapitre VI* traite l'implémentation de l'application développée et l'interprétation des résultats et nous terminerons notre travail par une conclusion générale.

Chapitre I
Présentation de
L'entreprise NAFTAL

I.1 Introduction

Le monde dépend et sera très largement tributaire encore pour de nombreuses années, des hydrocarbures pour assurer ses besoins en énergie. Le pétrole conserve une place prépondérante en tête des différentes sources d'énergie. [5]

L'Algérie est un pays à la fois producteur, exportateur et consommateur de cette ressource naturelle qui joue un rôle primordial dans son économie.

Dans le but d'assurer le bon déroulement et dans les meilleures conditions, la gestion des hydrocarbures a été confiée à l'entreprise **SONATRACH**, qui s'est divisée en plusieurs filiales ayant chacune des tâches spécifiques, tel que **NAFTEC** (Société National de Raffinage du Pétrole) et **NAFTAL** (Entreprise National de commercialisation des produits pétroliers).

Dans ce premier chapitre, nous allons d'abord présenter l'entreprise NAFTAL où nous avons effectué notre stage, à savoir son historique, mentionner les missions qu'elle effectue auprès de ses différentes stations. Nous allons aussi présenter l'organisation de l'entreprise à travers son organigramme générale.

I.2 Présentation de NAFTAL

I.2.1 Historique de NAFTAL [3]

Avec un personnel de plus de trente-mille (30000) agents, NAFTAL est le premier distributeur de produits pétroliers en Algérie.

NAFTAL est issue de deux restructurations de l'entreprise SONATRACH. Depuis 18/04/1998 NAFTAL est devenue une société par action (SPA). Son capital social est fixé à 6 650 000 000 de dinars algériens (DA) détenue entièrement par l'entreprise mère SONATRACH à 12 650 000 000.00 DA en aout 2002.

NAFTAL fonctionne sur le plan régional en unité de distribution (UND) jusqu'au 21 décembre 2001. Un autre plan de restructuration s'est traduit par la création de trois divisions :

CLPB : Carburant, Lubrifiant, Pneumatique et Bitumes.

GPL : Gaz de Pétrole Liquéfié.

AVM : Aviation Maritime.

La direction générale a opéré les réajustements suivants depuis 01 janvier 2004 (décision N 760 du 12/11/2003) :

a. Au niveau central

- Création d'une branche chargée des activités internationales ;
- Création d'une branche direction communication et relation publiques ;
- Séparation de la branche CLPB (carburant, lubrifiant, pneumatique et bitumes) en deux branches ;
- Maintien de la branche «GPL ».

b. Au niveau opérationnel

- Création du district commercialisation orienté, client chargé de préserver l'image de marque de la société, de maintenir et améliorer les parts de marché ;
- Création de district carburant à vocation régional, chargé de gérer les différents dépôts et les approvisionner en produits à partir des ressources.

I.2.2 Les missions de NAFTAL

NAFTAL est chargée de la commercialisation et de la distribution des produits pétroliers y compris ceux destinés à l'aviation, à la marine, le GPL, les combustibles, les lubrifiants, les bitumes et les pneumatiques. Son activité principale consiste à commercialiser les produits pétroliers à travers ses différentes organisations et la gestion d'un réseau de distribution sur l'ensemble du territoire national. Ces missions sont :

- Organiser et développer l'activité de commercialisation et de distribution des produits pétroliers et dérivés ;
- Stocker et transporter les produits pétroliers commercialisés sur le territoire national ;
- Veiller à l'application et au respect des mesures relatives à la sécurité industrielle, à la sauvegarde et la protection de l'environnement ;
- Procéder aux études de marché des produits pétroliers ;
- Définir et développer une politique en matière d'Audit (concevoir et mettre en œuvre du système intégré d'information) ;

- Développer et mettre en œuvre des actions visant à une utilisation optimale, rationnelle de ses infrastructures et de ses moyens ;
- Veiller à l'application et au respect des mesures liées à la sûreté interne de l'entreprise, conformément à la réglementation.

I.2.3 Organisation de NAFTAL [1]

La nouvelle organisation de NAFTAL est datée du 1 janvier 2006. Dans un contexte de marché marqué par de profonds bouleversements, NAFTAL, pour assurer sa pérennité à l'ambition de se hisser au niveau des meilleures entreprises pétrolières.

La dernière organisation de la société NAFTAL, résultat de la séparation des activités commercialisation et carburant est structurée comme suit :

Une direction générale qui comporte deux types de structures :

- **Des structures fonctionnelles**, elles sont subdivisées en deux (02) types de directions qui sont :
 - Direction exécutive.
 - Direction centrale.
- **Des structures opérationnelles**, contenant quatre (04) branches :
 - Branche carburants.
 - Branche commercialisation.
 - Branche d'activités internationales.
 - Branches GPL.

Cette structuration est schématisée dans l'organigramme (figure 1) suivant :

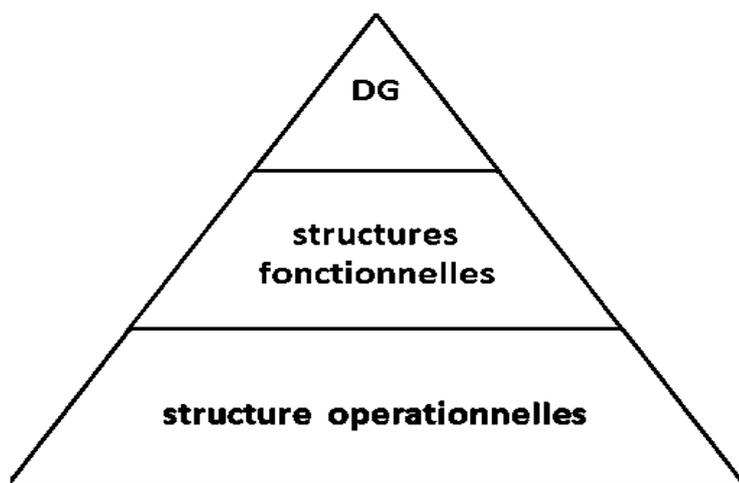


Fig1.Organisation générale de la société [6]

Ce processus de séparation nécessite la réorganisation des structures, des districts et des centres de stockage carburants.

La figure suivante illustre l'organigramme de l'entreprise NAFTAL

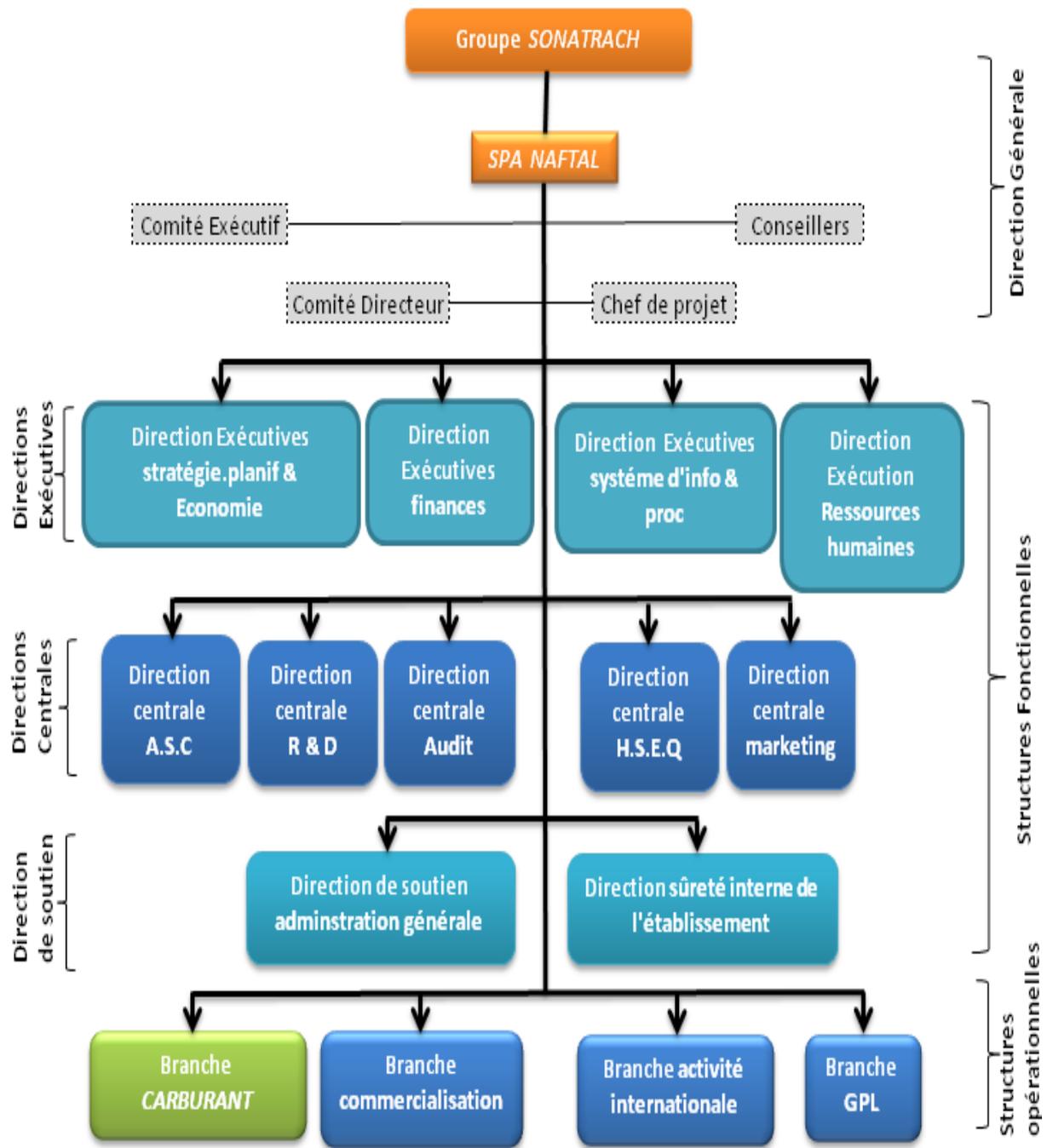


Figure 2. L'organigramme de l'entreprise NAFTAL.[5]

I.2.4 Branche de commercialisation NAFTAL [2]

La branche commercialisation se répartit en douze (12) Districts commerciaux et parmi eux le District commercial de Tizi-Ouzou.

La branche commercialisation est chargée de :

- Commercialiser les produits pétroliers carburants, lubrifiants, pneumatiques et bitumes et autres produits destinés à l'automobile ou à l'automobilisme ;
- Proposer toutes les mesures adéquates en vue d'adapter l'organisation de la branche à la vision stratégique de l'entreprise ;
- Mettre en place des systèmes de gestion performants, actualiser la nomenclature des postes de travail ;
- Assurer les prestations de service sur l'ensemble des points de vente ;
- Gérer, suivre et contrôler les relations avec la clientèle carburants, pneumatiques et bitumes (réseau de station-service, gros consommateurs, autres clients) ;
- Élaborer et mettre en œuvre la stratégie de marketing des réseaux (GD, GL, PVA et SERVICE), ainsi qu'une stratégie de développement (modernisation, réhabilitation et mise en conformité) ;
- Gérer, contrôler et suivre le réseau commercial en gestion directe ;
- Procéder à des inspections régulières pour s'assurer de la qualité des services, du respect des normes de sécurité et de gestion ;
- Évaluer et procéder à l'achat des équipements nécessaires à la maintenance et à la rénovation du réseau.
- Initier et coordonner les actions de communication destinées à la promotion et la vulgarisation des produits et veiller au développement du GPL/carburants ;
- Initier, diriger et superviser les études du marché.

I.3 Présentation du district commercial de Tizi-Ouzou

Le district commercial de Tizi-Ouzou est situé dans la zone industrielle AISSAT IDIR à 10 km de Tizi-Ouzou.

Il gère un centre de distribution dépôt OUED AISSI , un centre LUB/PNM et un réseau de quatorze (14)stations en gestion directe (GD).Il se charge aussi du contrôle de

cinq bavardes (05) gestion libre (GL), huit (08) réseaux ordinaires (RO), cinquante cinq (55) points de vente agréés (PVA), cent cinq (105) stations lavage graissage (SLG), quarante six (46) revendeurs pneumatiques et quatre (04) revendeurs pièces de rechange.

En général le district analyse sa part dans le marché, étudie les propositions et met en œuvre toute action susceptible de renforcer sa position par rapport à ses concurrents.

I.3.1 Missions et attributions du district commercial de Tizi Ouzou [1]

Le district commercial de Tizi-Ouzou est chargé des activités liées au transport, stockage, distribution, commercialisation, promotion et développement des produits pétroliers de NAFTAL. Ses principales missions sont :

- Gérer, organiser, promouvoir et développer l'activité de distribution des carburants lubrifiants, pneumatiques et autres produits spéciaux.
- Tenir la comptabilité générale du district.
- Élaborer le bilan consolidé au district.
- Veiller à l'application des politiques : règles et procédures du district dans les domaines de la gestion, de la maintenance du développement et de la sécurité des ressources humaines et matérielles.
- Veiller à la tenue rigoureuse de la comptabilité des flux physiques et financiers et aux suivis et recouvrements des créances détenues sur les tiers.

I.3.2 Organisation du district commercial de Tizi-Ouzou

La figure suivante illustre l'organigramme du district commercial de Tizi-Ouzou

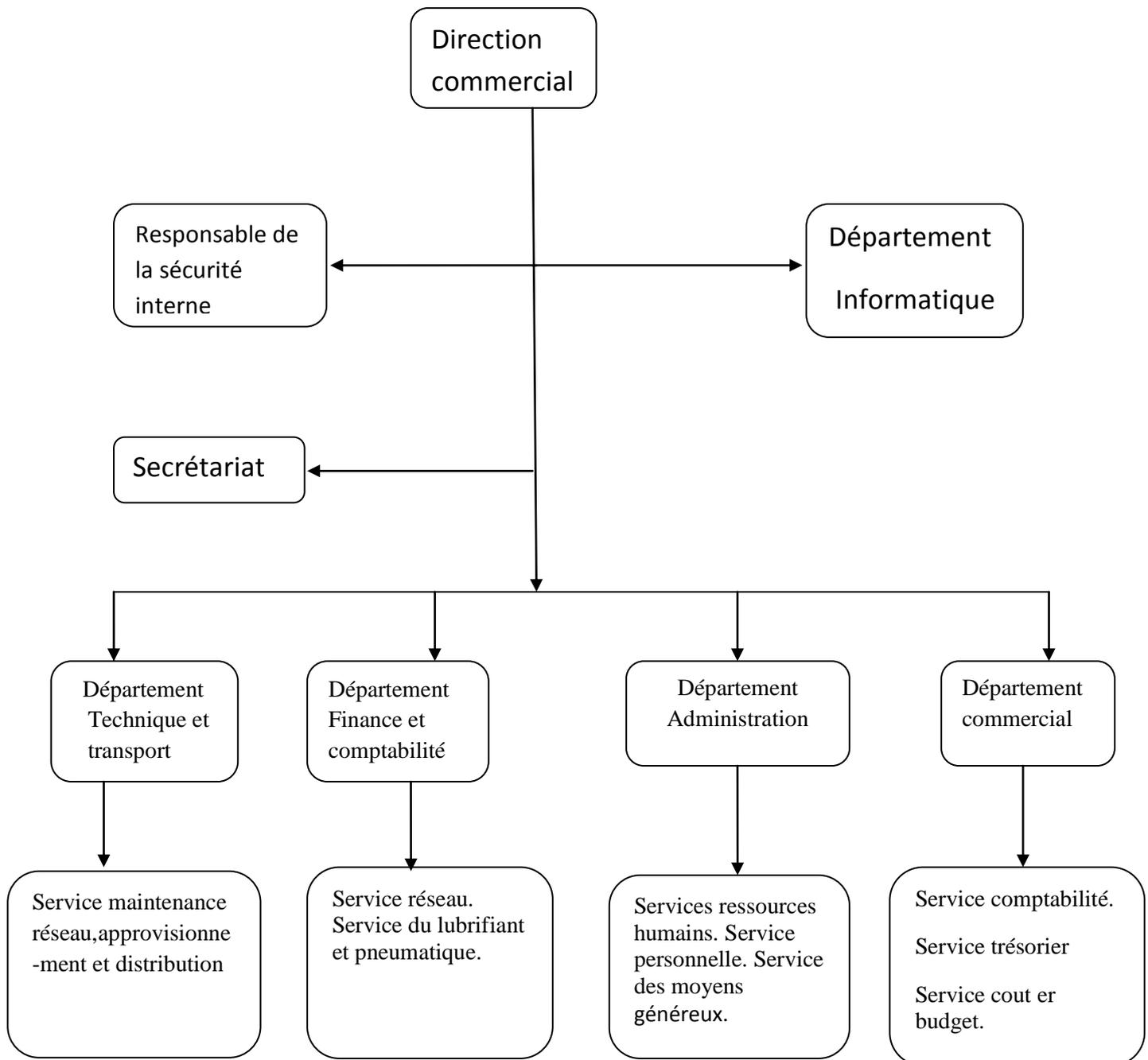


Figure 3. Organigramme du district commercial de Tizi-Ouzou. [6]

La gestion du district commercial de Tizi-Ouzou exige une organisation. Pour cela il s'est structuré et a réparti ses tâches en départements.

Mais avant d'entamer la présentation de ces départements il y a lieu de citer les cellules liées directement à la direction, d'une part :

- a. **service information de gestion ;**
- b. **Secrétariat ;**
- c. **Assistant sécurité interne ;**
- d. **Agence commerciale de Bejaia**

L'agence commerciale de Bejaia est un système miniaturisé du district Commercial Tizi-Ouzou. Elle dirige, coordonne et contrôle des activités, moyens humains et matériels de l'agence commerciale de Bejaia. Elle est composée d'un centre de distribution dépôt 06 et 07, d'un magasin de vente LUB/PNM et d'un réseau de huit (08) stations gestion directe (GD) situées à Bejaia.

Centre Multi-Produit (CMP)

Le centre multi-produit est un lieu de stockage et de vente d'une gamme variée de produits à savoir : les lubrifiants, les pneus, Les acides et l'eau distillée. Il se situe sur la route nationale N° 12 à 500 m du centre ville de Tizi-Ouzou, pour l'alimentation de son stock, il s'approvisionne de son fournisseur principal qui est la raffinerie d'Arzew.

e. Centre de stockage et de distribution (CSD) de Tizi-Ouzou

Alger est considérée comme le centre partenaire d'où NAFTAL de Tizi-Ouzou transporte les produits pétroliers au centre secondaire (CSD) (Centre De stockage et de Distribution) à Oued-Aissi. Puis ce dernier effectue l'activité de distribution vers les clients réseaux et autres. Le district de Tizi-Ouzou utilise les moyens de transport classique, il met en œuvre des livraisons par camions (transport régulier) qui représentent le seul moyen disponible actuellement.

f. Département transport et technique

Ce département assure la gestion administrative du matériel roulant, des pièces de rechange et du personnel de conduite. Mais aussi, il élabore le plan de maintenance préventive et curative des équipements.

g. Département finance et comptabilité

Il se consacre principalement à l'interprétation des flux financiers en écriture comptable, puis il les traduit en bilan en fin de chaque période comptable. Il coordonne toutes les activités de comptabilité, trésorerie, budget et patrimoine.

h. Département administration et moyens généraux

Ce département assure la gestion des moyens généraux, l'administration et la gestion des ressources humaines du district.

i. Département informatique

Le département informatique se répartit en deux (02) services :

- Service ING : Information de gestion. Il assure le suivi des activités de la station, il veille sur la récupération, consolidation et traitement des données.
- Service systèmes et réseaux : Il veille au bon fonctionnement du réseau intranet, s'occupe de différentes installations et mises à jour des systèmes et des logiciels et corrige les pannes matérielles.

j. Département commercial

Le département commercial veille à l'exécution et l'application de la politique commerciale adoptée par les directions. Mais aussi, elle élabore le plan du budget prévisionnel des ventes des produits, puis analyse les écarts et entreprend des actions de redressement de l'entreprise. Le département commercial se compose de :

- **Cellule recouvrement**

C'est une cellule rattachée directement au département. Elle a pour fonction principale :

- Le suivi et contrôle du règlement des clients à terme ;
- Le recouvrement des créances sur clients ;
- L'établissement des reçus d'encaissement et saisie éventuelle des clients retardataires ;

Elle est donc en contact permanent avec les autres services.

- **Service carburants** : il est chargé de,

- La commercialisation des carburants ;
- Traiter et analyser les données du marché potentiel pour pouvoir établir les plans prévisionnels ;
- Gérer et contrôler le mouvement des stocks puis s'assurer de la qualité et de la conformité du produit ;
- Enregistrer, analyser et suggérer les solutions remédiant aux doléances de la clientèle ;

- **Service lubrifiants et produits spéciaux** :

Il s'occupe principalement de :

- La présentation du conseil de la clientèle en matière d'utilisation des lubrifiants de NAFTAL ;
- Suivi et analyse des ventes des produits commercialisés par le centre multi-produits ;
- Elaboration des plans d'approvisionnement, de distribution et répond aux doléances des clients ;
- Elaboration des plans de ventes ;
- Etablissement des programmes et planning d'approvisionnement ;
- Suivi et analyse des ventes pneumatiques.

Service réseau : il est composé de :

- Un chef de service ;
- Deux cadres d'étude ;
- Trois chefs de secteur ;
- 16 Chefs de stations ;
- 30 chefs d'équipes ;
- 136 pompistes et des laveurs graisseurs.

Il est chargé de :

- Gérer les réseaux des stations-service en l'occurrence les gestions directes (GD), les gestions libres (GL), les points de vente agréés (PVA)... ;
- Analyser la performance de ses stations en gestion direct ;
- Veiller au respect des normes de gestion ;
- Veiller à la présentation de l'image de marque de NAFTAL ;
- Veiller au bon fonctionnement et à la maintenance de l'ensemble des équipements d'exploitation de la station, dans le respect des règles et procédures de l'entreprise.

I.5 Conclusion

NAFTAL, se voit confier la tâche de transport et de la distribution des produits pétroliers et dérivés. Son rôle est primordial. La portée de ses activités est à travers le territoire national.

Chapitre II

Problématique

II.1 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 requiert une attention particulière car c'est elle qui doit livrer les produits qui doit répondre aux attentes de la clientèle.

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.

Cette opération peut à priori sembler extrêmement simple et accessible mais lorsqu'il s'agit d'introduire des critères tel que le moindre coût en respectant un certain nombre de contraintes, cela devient l'un des problèmes les plus ardues en optimisation appelés « problèmes de distribution ».[6]

Dans ce chapitre on présentera le problème que rencontre NAFTAL pour distribuer ses produits, les données collectées, la méthode actuelle de distribution, 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 ;
- Vérifier et valider le modèle ;
- Interpréter le résultat.

II.2 Présentation et position du problème

Notre projet rentre dans le cadre des problèmes d'optimisation de la distribution des carburants (Essence super, gasoil et Essence Sans Plomb).

Il consiste à approvisionner les stations service. Pour cela, **NAFTAL** a besoin de 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 d'une part, satisfaire au mieux la demande des clients et de l'autre minimiser les frais (coûts et temps) et l'utilisation des camion tiers, tout en respectant certaines contraintes telle que la capacités des citernes, leurs fonctionnement les fenêtres de temps et les priorités.

Notre objectif est donc d'élaborer un programme de distribution optimal en assurant la satisfaction des clients en produits et en quantités à moindre coût.

II.3. Les caractéristiques du problème : [1]

Le réseau de distribution est caractérisé par :

II.3.1. Flotte de transport :

Moyens Tiers :

N°	CAP	Nombre attendu (ATT)		Nombre de rot /ATT/J	Quantités transp(M ³)
		Prévus	Utilisés		
01	27	5	2	3	81
02	27	1	1	2	54
03	27	4	4	8	216
04	27	4	4	8	216
05	27	2	2	4	108
06	27	1	1	2	54
07	27	1	1	2	54

08	27	1	1	2	54
09	27	2	2	3	81
10	27	2	2	4	108
Total		23	20	38	1026

La flotte NAFTAL :

N°	Cap(M ³)	Etat(*)
01	25	0
02	25	0
03	25	1
04	25	0
05	25	1
06	25	0
07	27	1
08	27	1
09	27	0
10	27	0
11	27	0
12	30	0
13	30	0
14	30	0
15	25	0

(*) 0 : Opérationnel.

1 : non opérationnel.

- Chaque camion est composé de quatre compartiments ;
- Le temps de service d'un camion à dimensionner selon les besoins ;
- 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 20 minutes ;
- Temps de dépotage est en moyenne 40 minutes ;
- Chaque station service a 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 hopitaux, l'armée, les écoles.....) ;
- Le cout de transport, en utilisant les moyens tiers est calculé comme suit:
 $X \text{ DA} * \text{la quantité transporté en M}^3 * \text{la distance parcourue en km .}$

II.4. Ensemble et type de client [1]

L'entreprise NAFTAL possède un ensemble de client repartit 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 5 GL.

Station PVA (Point de vente Agré de capacité moyennes) sont des stations appartenant a NAFTAL. Elle possède 55 PVA.

Station RO (Des stations-services de faibles capacités de stockage) qui sont géré par des Revendeurs Ordinaires. Elle possède 9 RO.

Station GD (Station-service en Gestion Directe) : Ce sont des stations gérées directement par NAFTAL. Elle possède 14 GD.

Le tableau suivant résume toutes les stations- services, le code de ces clients et leurs distances, par rapport au CSD et Alger qui est donné en KM et leurs types.

Type	Client	CSD	Alger	Région
GL	A	10	95	TIZI OUZOU
PVA	B	30	120	FREHA
PVA	C	5	110	TIZI RACHED
PVA	D	10	95	TIZI-OUZOU
PVA	E	45	145	AGRIBS
PVA	F	20	115	BENI DOUALA
PVA	G	10	95	TIZI OUZOU
PVA	H	60	165	IFIGHA
PVA	I	55	120	BOUGHNI
PVA	J	25	130	MEKLA
PVA	K	25	90	TIRMITINE
PVA	L	10	95	TIZI OUZOU
PVA	M	45	150	ABI YOUSEF
GL	N	10	95	TIZI OUZOU
PVA	O	70	90	TIZI GHENIF
PVA	P	20	125	AZAZGA
PVA	Q	45	150	BOUDJIMA
PVA	R	10	95	TIZI OUZOU

PVA	S	25	115	MAKOUDA
PVA	T	20	125	TIMIZART
RO	U	10	95	TIZI OUZOU
PVA	V	55	160	IFLISSEN
PVA	W	40	135	OUADHIA
PVA	X	50	155	SOUAMAA
PVA	Y	35	130	TIZI N'TLETA
PVA	Z	30	130	AIT AGGOUACHA
PVA	CE	25	125	AIT OUMALOU
RO	VF	20	85	D.B.K
PVA	NH	20	85	D.B.K
GL	JU	10	95	T.O
PVA	LO	45	150	BOUZEGUENE
PVA	UY	10	110	IRDJEN
PVA	RT	30	120	FREHA
PVA	EZ	70	170	IMSOUHAL
PVA	BN	45	90	DELLYS
PVA	KJ	40	135	OUADHIA
PVA	ML	45	140	YATAFEN
PVA	IU	20	125	AIT AISSA MIMOUN
PVA	PO	10	95	T.O
RO	ML	45	145	OUACIFS
PVA	AZ	30	120	MAATKAS
RO	ER	25	130	MEKLA
RO	QW	25	150	BOUZEGUENE
RO	SE	40	145	AIN EL HAMMAM
PVA	RD	45	90	DELLYS
PVA	TY	50	95	BAGHLIA
PVA	UI	45	145	OUACIFS
PVA	KO	40	145	AIN EL HAMMAM
PVA	LJ	20	125	TIMIZART
PVA	GH	5	110	T.RACHED
PVA	TR	25	130	MEKLA
GL	LU	45	90	DELLYS
RO	NB	40	135	OUADHIAS
RO	FD	20	125	AZAZGA
PVA	RT	55	120	BOGHNI
GL	EE	45	90	DELLYS
PVA	RR	50	130	TIGZIRT
PVA	TT	40	162	ILLOULA
PVA	VV	30	85	TADMAIT
PVA	HH	40	145	AIN EL HAMMAM
PVA	II	30	120	MAATKAS
PVA	OO	45	150	BOUZEGUENE
PVA	PN	45	150	BOUDJIMA
PVA	QS	45	145	AGHRIBS
PVA	AX	60	125	AIN ZAOUIA
PVA	AT	60	125	AIN ZAOUIA

PVA	AU	10	95	T.O
PVA	EP	10	95	T.O
GD	IB	65	100	DRAA EL MIZAN
GD	GV	10	95	T.O
GD	QD	70	90	TIZI GHENNIF
GD	EV	55	120	BOGHNI
GD	MN	55	160	AZZEFOUN
GD	YX	20	85	D.B.K
GD	QU	20	120	L.N.I
GD	VY	40	130	TIGZIRT
GD	HF	65	100	DRAA EL MIZAN
GD	CMM	20	85	D.B.K
GD	NBV	20	115	BENI DOUALA
GD	DFR	50	150	YAKOURENE
GD	TGH	20	125	AZAZGA
GD	YUI	40	145	AIN EL HAMMAM

II.5.Le centre de stockage:[1]

Le centre de stockage s'occupe du stockage des carburants. L'entreprise stocke deux types de produit : essence **super** et **gasoil**, ils sont stockés dans 6 bacs de capacités différentes :

Les bacs	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

II .6 Description du problème:

Le rôle principal du centre de distribution est la commercialisation et la distribution des produits pétroliers (CDD).Parmis ces produits on trouve l'essence super, essence sans plomb et Gasoil qui sont l'objet de notre étude.

Notre problème consiste à adopter une politique de distribution qui approvisionne plus d'une station par rotation, afin de minimiser la distance parcourue par les camions c'est à dire minimiser les coûts des trajets, tout en assurant la disponibilité du produit au centre.

Pour bien réaliser ces objectifs NAFTAL a mis en œuvre une méthode de distribution, qui sera exposée 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 2 à 3 rotations dans la journée.

II.7 La méthode actuelle de distribution

La distribution des carburants chez NAFTAL, plus précisément le dépôt " 115C " est assuré par la fonction Dispatching qui élabore un programme de distribution pour chaque période de la journée, mais avant le dispatcher doit d'abord déterminer pour chaque journée :

- 1) Les stations qui doivent être approvisionnées.
- 2) La quantité de chaque produit à livrer.
- 3) Le nombre de camions disponible.
- 4) L'affectation des produits aux compartiments de chaque camion.
- 5) Les trajets que les camions devront suivre de façon à minimiser la somme des coûts des rotations et de la location des camions tiers, tout en assurant qu'aucune station ne manque de produits.

La première étape que le dispatcher fait, c'est la réception des commandes, elle commence de 8h jusqu'à 13h, elle se fait soit par:

- Téléphone ;
- Bon de commande (pour l'armée) ;
- Présentation des clients au centre ;

La deuxième étape est la programmation des livraisons, une fois que le programme est établi l'opération de distribution commence, ces deux étapes se font par un logiciel dénommé "Dispatching", il sera présenté dans le dernier chapitre.

Pour les commandes qui contiennent du sans plomb, elles seront approvisionner à partir d'Alger et pour les autres commandes (gasoil, super) elles seront satisfaites à partir du centre OUED-AISSI.

La satisfaction des commandes se fait au maximum dans les 72 h. Une fois que le programme des livraisons est fait, un fichier d'extension.dvm qui contient ce dernier est exporté au service 'facturation'.

La tâche du responsable de la facturation se divise en deux :

Pour les commandes (gasoil, super) l'approvisionnement se fait à partir du centre, il insère une carte à puce codée dans la machine où on va saisir le nom client, code produit et sa quantité, après le chargement de la carte, un bon de programmation sera établie ensuite le chauffeur remet ces derniers au quai de chargement pour qu'il puisse charger son camion. Il revient au service facturation pour insérer de nouveau la carte et établir un Bon de sortie et un Bon De Livraison (BLF).

Pour les autres commandes (essence super, Gasoil, sans plomb) la livraison se fait à partir d'Alger, chaque chauffeur sera muni d'un BLF et un Bon d'Enlèvement.

II.8. Conclusion

Dans ce chapitre on a exposé le problème du dispatching et de la distribution au niveau du CDD.

Chapitre III
Modélisation
Mathématiques

III.1 Introduction :

Modéliser un tel problème ou une situation donnée, consiste à la représenter mathématiquement de la façon la plus fiable possible afin de mieux le traiter. [4]

C'est une étape cruciale lors de l'étude d'une situation réelle, car une modélisation erronée modifierait la nature du problème. [4]

Dans notre contribution nous présentons une formulation pour le cas où la politique d'approvisionnement permet aux camions de visiter au plus deux stations par rotation.

La modélisation est donc une traduction des paramètres du problème dans un langage accessible. C'est une façon de décrire le problème sous une forme qui introduit sa résolution.

On se donne un objectif à atteindre et un modèle à suivre, et pour se faire on doit déchiffrer ses caractères et les analyser séparément.

A un niveau plus élevé, lorsqu'on rencontre un problème, la première des choses à faire est d'essayer de l'adapter le plus près possible à un modèle déjà connu, même si cette adaptation s'avère, le plus souvent, très contraignante.

Cependant en pratique, les conditions parfaites n'existent jamais, puisque les problèmes concrets doivent satisfaire un très grand nombre de contraintes, qui ne peuvent en aucun cas être toutes prises en compte. Le modèle issu ne reflétera pas correctement le problème posé, par conséquent la crédibilité des solutions obtenues est mise en doute.

III.2 Les étapes de formulation d'un PL:[5]

Généralement il y a trois étapes à suivre pour pouvoir construire le modèle d'un programme linéaire :

Etape 1 : Identifier les variables du problème à valeur non connues (variable de décision) et les représenter sous forme symbolique (exemple : X_1, Y_1) ;

Etape 2 : Identifier les restrictions (les contraintes) du problème et les exprimer par un système d'équations linéaires ;

Étape 3 : Identifier l'objectif ou le critère de sélection et le représenter sous une forme linéaire en fonction des variables de décision. Spécifier si le critère de sélection est à maximiser ou à minimiser.

III.3 Formulation du problème en un programme linéaire :

III.3.1 Les formules mathématiques :

III.3.1.1 Notations

Notations des ensembles :

S : ensemble de clients.

K : ensemble de camions.

P : ensemble de produits.

C_k : ensemble de compartiments du camion K .

Notations de données:

NS : Nombre de station.

NK : Nombre de camion disponible.

NP : Nombre de produits disponible.

NC_k : Nombre de compartiments du camion k (4).

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

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

QC_k : Capacité des compartiments C du camion K .

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

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

QP_{ic} : Les quantités chargées dans la station i doivent être égale à la capacité du compartiment.

CS_{ip} : Capacité de stockage de la station i en produit p .

D_{ci} : Distance entre le centre et la station i .

T_{pi} : Taux de consommation du produit p par la station i .

C_{ijm} : Le coût de transport d'une unité de produit p par le mode de transport m .

Notations des indices :

i, j : Indice des clients.	$i, j = \overline{1, N}$.
p : Indice de produit.	$p = \overline{1, NP}$.
C : Indice de compartiment.	$c = \overline{1, NC_k}$.
K : Indice de camion.	$k = \overline{1, NK}$.
m : Indice du mode de transport.	
$m=1$ (camion NAFTAL)	
$m=2$ (camion privé).	
Q : capacité du compartiment.	
λ : Indice du type de camion.	$\lambda = 1, 5$.
$\lambda=1$: si $Q_k=12000$ ($C1=3000, C2=3000, C3=3000, C4=3000$).	
$\lambda=2$: si $Q_k=25000$ ($C1=5000, C2=5000, C3=5000, C4=1000$).	
$\lambda=3$: si $Q_k=27000$ ($C1=7000, C2=7000, C3=7000, C4=6000$).	
$\lambda=4$: si $Q_k=28500$ ($C1=7100, C2=7100, C3=7200, C4=7100$).	
$\lambda=5$: si $Q_k=30000$ ($C1=8000, C2=7000, C3=7000, C4=8000$).	

III.3.1.2 Les variables de décisions

$$X_{ikm} = \begin{cases} 1 & \text{si la station } i \text{ est approvisionner par le camion } K \text{ durant} \\ & \text{la rotation en utilisant le mode de transport } m. \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$Y_{ipc} = \begin{cases} 1 & \text{si le produit } P \text{ est alloué au compartiment } C \text{ lors de} \\ & \text{l'approvisionnement de la station } i. \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$A_{ikm} = \begin{cases} 1 & \text{si la commande du client } i \text{ est livrée durant la rotation par} \\ & \text{le camion } K \text{ en utilisant le mode de transport } m. \\ 0 & \text{sinon.} \end{cases}$$

$$w_{pck} = \begin{cases} 1 & \text{si le produit } P \text{ est mis dans le compartiment } C \text{ du camion } K \\ & \text{durant la rotation .} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$Z_{ijkm} = \begin{cases} 1 & \text{si le camion } K \text{ visite durant la rotation la station } j \\ & \text{immédiatement après la station } i \text{ avec un mode de transport } m. \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$B_{ip} = \begin{cases} 1 & \text{si le produit } P \text{ est déposé dans la station } i \text{ durant la rotation .} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

$$R_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si le type de chemin entre } i \text{ et } j \text{ est non praticable} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

III.3.1.3 Les contraintes :

1. La quantité du produit P livrée ne doit pas dépasser la capacité du camion K.

$$QP_i \leq Q_k * Y_{ipc}. \quad i = \overline{1, NS}. \quad p = \overline{1, NP}. \quad i = \overline{1, NCK}.$$

2. La quantité du produit P demandée par le client ne doit pas dépasser la capacité de stockage.

$$QP_i \leq CS_p * B_{ip}. \quad i = \overline{1, NS}. \quad p = \overline{1, NP}.$$

3. Aucune station ne doit être en rupture de stock.

$$T_{ip} \leq CS_p. \quad i = \overline{1, NS}. \quad p = \overline{1, NP}.$$

4. Affectation d'un compartiment à la livraison d'un produit à une station ne se fera que si la station doit être visitée.

$$Y_{ipc} \leq \sum_{k=1}^{NK} X_{ikm} \cdot p = \overline{1, NP}. c = \overline{1, 4}. i = \overline{1, NS}.$$

5. Si une station i est visitée, alors au moins un produit lui sera livré durant sa rotation.

$$\sum_{p=1}^{Np} Y_{ipc} \leq \sum_{k=1}^K X_{ikm} \cdot i = \overline{1, NS}. p = \overline{1, NP}, k = \overline{1, K}.$$

6. Aucune station ne sera visitée plus d'une fois par période.

$$\sum_{k=1}^{NK} \sum_{m=1}^2 X_{ikm} \leq 1. \quad i = \overline{1, NS}. \quad k = \overline{1, NK}.$$

7. Au plus une seule station sera visitée immédiatement après une autre station i pendant une rotation si et seulement si i est visitée durant cette rotation.

$$\sum_{j=0}^{NS} Z_{ijkm} = X_{ikm} \cdot p = \overline{1, NP}. \quad k = \overline{1, NK} \quad i, j = \overline{1, NS}. \quad k = \overline{1, NK}.$$

8. Un compartiment C d'un camion K doit être plein en produit P .

$$QP_i * A_{ikm} = \sum_{c=1}^N Nc_k(\omega_{pck} * Qc_k). \quad i = \overline{1, NS}. \quad k = \overline{1, NK}. \quad p = \overline{1, NP}.$$

9. Un compartiment ne peut contenir un même produit de deux clients.

$$\sum_{i=1}^n QP_i * A_{ivk} = \sum_{c=1}^{Nck} \omega_{pck} * Q_{ck}. \quad i = \overline{1, NS}. \quad k = \overline{1, K}. \quad p = \overline{1, NP}.$$

10. Chemin praticable ou pas pour le camion K.

$$R_{ij} + X_{ijkm} \leq 1. \quad i, j = \overline{1, NS}. \quad k = \overline{1, K}.$$

III.3.2 Le modèle mathématique :

La « fonction objectif » est une fonction, qui est utilisée en optimisation mathématique.

Le modèle mathématique correspondant au problème est le suivant :

La fonction objectif (1) : minimise le cout de rotation des camions tiers.

$$\sum_{i=1}^{NS} \sum_{j=1}^{NS} \sum_{m=1}^2 C_{ijm} \sum_{k=1}^{NK} X_{ijmk} \rightarrow \text{Min}$$

Sous les contraintes :

$$\left\{ \begin{array}{l}
 QP_i \leq Q_k * Y_{ipc} \quad i = \overline{1, NS} \quad p = \overline{1, NP} \quad i = \overline{1, NCK} \\
 QP_i \leq CS_p * B_{ip} \quad i = \overline{1, NS} \quad p = \overline{1, NP} \\
 T_{ip} \leq CS_p \quad i = \overline{1, NS} \quad p = \overline{1, NP} \\
 Y_{ipc} \leq \sum_{k=1}^{NK} X_{ikm} \cdot p = \overline{1, NP} \quad c = \overline{1, 4} \quad i = \overline{1, NS} \\
 \sum_{p=1}^{Np} Y_{ipc} \leq \sum_{k=1}^K X_{ikm} \cdot i = \overline{1, NS} \quad p = \overline{1, NP} \quad k = \overline{1, K} \\
 \sum_{k=1}^{NK} \sum_{m=1}^2 X_{ikm} \leq 1 \quad i = \overline{1, NS} \quad k = \overline{1, NK} \\
 \sum_{j=0}^{NS} Z_{ijkm} = X_{ikm} \cdot p = \overline{1, NP} \quad k = \overline{1, NK} \quad i, j = \overline{1, NS} \quad k = \overline{1, NK} \\
 QP_i * A_{ikm} = \sum_{c=1}^N Nc_k (\omega_{pck} * Qc_k) \cdot i = \overline{1, NS} \quad k = \overline{1, NK} \quad p = \overline{1, NP} \\
 \sum_{i=1}^n QP_i * A_{ivk} = \sum_{c=1}^{Nck} \omega_{pck} * Qc_k \cdot i = \overline{1, NS} \quad k = \overline{1, K} \quad p = \overline{1, NP} \\
 R_{ij} + X_{ijkm} \leq 1 \cdot i, j = \overline{1, NS} \quad k = \overline{1, K}
 \end{array} \right.$$

III.3.4 Conclusion

La problématique abordée a donné lieu à une instance de grande taille.

À cause du grand nombre de variables et de contraintes. La résolution d'un tel problème avec des méthodes exactes, devient très coûteuse en temps machine et en espace mémoire.

Chapitre IV

Quelques méthodes de résolution

IV.1 Introduction

L'optimisation combinatoire occupe une place très importante en recherche opérationnelle, en mathématiques discrètes et en informatique. Son importance se justifie d'une part par la grande difficulté des problèmes d'optimisation et d'autre part par de nombreuses applications pratiques pouvant être formulées sous la forme d'un problème d'optimisation combinatoire. Bien que les problèmes d'optimisation combinatoire soient souvent faciles à définir, ils sont généralement difficiles à résoudre.

En effet, la plupart de ces problèmes appartiennent à la classe des problèmes NP Complet et ne possèdent donc pas à ce jour de solution algorithmique efficace valable pour toutes les données.

Etant donnée l'importance de ces problèmes, de nombreuses méthodes de résolution ont été développées et peuvent être classées sommairement en deux grandes catégories : exactes et approchées.

IV.2 Concept d'optimisation

Le concept d'optimisation est assez intuitif, car dans la totalité des actes de la vie courante l'Homme a l'habitude d'optimiser le plus souvent intuitivement. Mais les impératifs de rentabilité du monde moderne ont rendu nécessaire l'élaboration des différentes théories de l'optimisation qui permettent d'accomplir rationnellement cette démarche.

IV.3 Problème d'optimisation

Le but d'un problème d'optimisation est de trouver une solution maximisant (resp. minimisant) une fonction objectif donnée. A chaque problème d'optimisation on peut associer un problème de décision dont le but est de déterminer s'il existe une solution pour laquelle la fonction objectif soit supérieure (resp. inférieure) ou égale à une valeur donnée. La complexité d'un problème d'optimisation est liée à celle du problème de décision qui lui est associé.

Tous les problèmes d'optimisation n'ont pas le même degré de difficulté, celui-ci étant surtout lié à la dimension de l'espace de recherche et au paysage de la fonction à optimiser (nombre de minima, dérivabilité ...etc.).Par conséquent, de multiples algorithmes d'optimisation ont été développés, certains étant plus adaptés à des problèmes présentant

certaines caractéristiques tandis qu'ils échouent sur des problèmes où d'autres méthodes sont adéquates et inversement.

IV.4 Méthodes de résolution d'un problème d'optimisation

Une recherche exhaustive est impensable pour résoudre un problème d'optimisation difficile, en raison du temps de calcul induit ; néanmoins, la résolution d'un tel problème peut se faire de manière exacte, en modélisant soigneusement le problème, puis en appliquant un algorithme adéquat quand cela est possible, sinon choisir une méthode approchée qui peut s'adapter au problème.

IV.4.1 Méthodes exactes [3]

Le principe essentiel d'une méthode exacte consiste généralement à énumérer, souvent de manière implicite, l'ensemble des solutions de l'espace de recherche.

Pour améliorer l'énumération des solutions, une telle méthode dispose de techniques pour détecter le plus tôt possible les échecs (calculs de bornes) et d'heuristiques spécifiques pour orienter les différents choix. Parmi les méthodes exactes, on trouve la plupart des méthodes traditionnelles (développées depuis une trentaine d'années) telles les techniques de séparation et évaluation progressive (SEP) ou les algorithmes avec retour arrière.

Les méthodes exactes ont permis de trouver des solutions optimales pour des problèmes de taille raisonnable. Malgré les progrès réalisés (notamment en matière de la programmation linéaire en nombres entiers), comme le temps de calcul nécessaire pour trouver une solution risque d'augmenter. Les méthodes exactes fournissent la solution optimale du problème d'optimisation donné. Mais leur grand inconvénient est l'explosion combinatoire ; ce qui rend leur utilisation pratique difficile.

Exponentiellement avec la taille du problème, les méthodes exactes rencontrent généralement des difficultés face aux applications de taille importante.

Parmi ces méthodes, on trouve entre autre la méthode branch and bound, la programmation dynamique, la méthode du simplexe... Cette dernière est connue pour résoudre des programmes linéaires en nombre réels. En théorie, elle a une complexité non polynomiale et est donc supposé peu efficace. Cependant, en pratique, il s'avère au contraire qu'il s'agit d'une bonne méthode.

Méthode du simplexe

La méthode du simplexe est une méthode de résolution des problèmes d'optimisation linéaire. Il a été introduit par George Dantzig à partir de 1947.

C'est une technique informatique d'une grande richesse conceptuelle et d'une extraordinaire efficacité qui résulte des expériences établies par la résolution de milliers de problèmes pratiques et qui peuvent être modélisés comme des programmes linéaires. De plus, elle avait une certaine profondeur mathématique et se révélait un outil de démonstration des résultats théoriques nouveaux.

Elle apporte donc cette fameuse synthèse « théorique-pratique » qui donne à la recherche opérationnelle et à la programmation linéaire en particulier, ses premières lettres de noblesse en tant que discipline scientifique.

Principe :

L'algorithme procède de la façon suivante :

1. on recherche un sommet de départ ;
2. on teste si ce sommet est l'optimum ou si la fonction objectif n'est pas bornée inférieurement ; dans ce cas le problème n'a pas de solution finie ;
3. si le sommet que l'on vient d'examiner n'est pas optimal, on se déplace sur un sommet voisin pour lequel la fonction économique diminue et on repasse à l'étape précédente.

Le nombre de sommets étant fini et tout minimum local étant absolu, le sommet optimal est atteint lorsqu'aucun des sommets voisin ne permet plus de diminution du critère.

Algorithme de simplexe

Début

1) Soit le programme linéaire **(PI)** écrit sous forme canonique par rapport à la base.

$$(\text{PI}) \begin{cases} \text{Min} Z + Z^0 = C^0 X \\ A^0 X = b^0 \\ X \geq 0 \end{cases}$$

$$\text{Avec : } \begin{cases} A^0 = (A^J)^{-1} A^J \\ b^0 = (A^J)^{-1} b^J \\ C^0 = C - \pi A \\ \pi = c^J (A^J)^{-1} \\ Z^0 = \pi b \end{cases}$$

2) Choisir un indice j tel que : $C_j^0 < 0$

(2.1) S'il existe, aller à 3)

(2.2) Sinon, terminer, la solution considérée est optimale ;

3) Soit $I = \{i / a_{ij} > 0\}$

(3.1) Si $I \neq \emptyset$, aller à 4)

(3.2) Sinon, terminer, le problème n'admet pas de solution optimale.

4) Choisir r tel $\frac{b_r^0}{a_{rj}} = \min_{k \in I} \left\{ \frac{b_k^0}{a_{kj}} \right\}$

5) Effectuer le changement de base au tour de a_{ri} , aller à (2)

Fin

IV.4.2 Les méthodes approchées

Depuis une dizaine d'années, des progrès importants ont été réalisés avec l'apparition d'une nouvelle génération de méthodes approchées puissantes et générales, souvent appelées heuristiques. Grâce à ces heuristiques, on peut proposer aujourd'hui des solutions approchées pour des problèmes d'optimisation classiques de plus grande taille et pour de très nombreuses applications qu'il était impossible de traiter auparavant.

Les méthodes approchées constituent une alternative très intéressante pour traiter les problèmes d'optimisation de grande taille si l'optimalité n'est pas primordiale.

Les méthodes approchées sont composées de heuristiques et de méta-heuristiques.

IV.4.2.1 Heuristiques

Par définition, une heuristique est un moyen de guider les choix que doit faire un Algorithme pour réduire sa complexité.

Une heuristique reste cependant spécifiquement élaborée pour un type précis de problèmes contrairement aux métaheuristiques.

Ce qui est à retenir concernant les heuristiques est qu'elles sont des méthodes approximatives (non exactes) conçues en vue d'atteindre des solutions satisfaisantes en un temps réduit par rapport à l'application d'une méthode exacte, si elle existe, qui ne convergerait pas assez vite vers un optimum. Aussi, il est important de souligner que ces méthodes sont fondées sur une certaine logique intuitive propre à chaque chercheur et adoptée face à une problématique précise.

On peut citer l'algorithme du plus proche voisin, l'algorithme SAVING, adopter a notre problème. Les heuristiques peuvent être répartir en deux classes.

Les procédures de construction.

Les procédures d'affinages, ou d'amélioration.

- **Procédure de construction:**

- **Méthode des plus proches voisins [5]**

Cet algorithme est simple et rapide. Il est souvent utilisé pour construire rapidement une solution acceptable servant de base à un autre algorithme ; son principe est de sélectionner à chaque étape, le sommet le plus proche du dernier sommet sélectionné et n'ayant pas été déjà visité.

L'algorithme de la méthode du plus proche voisin

Début.

a) choisir un camion de la liste des camions disponibles.

b) commencer la rotation à partir d'un sommet quelconque non visité.

c) Répéter:

Trouver le sommet le plus proche du dernier sommet de la rotation et l'ajouter à celle ci en vérifiant la contrainte de capacité du camion, jusqu'à 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 épuisée alors.

Aller en (a).

Sinon afficher "manque de camion".

Fin.

La méthode de SAVING: [3]

La méthode de SAVING est un algorithme heuristique, et par conséquent il ne fournit pas une solution optimale au problème avec certitude, mais elle donne une bonne solution proche, autrement dit, une solution qui est peu différente de la solution optimale.

Le concept de base de SAVING exprime les SAVINGS de coût ou de distance qui est obtenue on fusionnant deux rotations comme illustre la figure 1 :

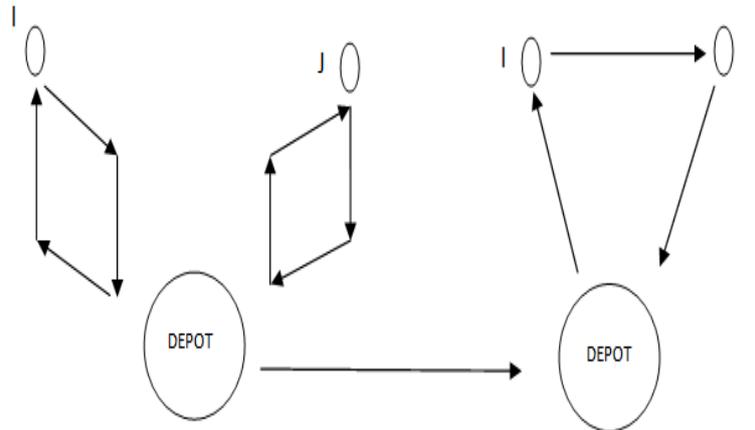


Figure 1-Le schéma général de la méthode SAIVING

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_{id} : Distance entre le client i et le dépôt d .

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

Au départ on considère que chaque client est desservi par un camion, ce qui nous donne autant de rotations que de clients dans le système.

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

$$Dt = \sum_{i=1}^n D_{id}. \quad n \text{ est le nombre de clients.}$$

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

$$Dt = \sum_{i=1}^n D_{di} + D_{id}.$$

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

$$S_{ij} = 2 * D_{di} + 2 * D_{dj} - (D_{di} + D_{dj} + D_{ij}).$$

$$S_{ij} = D_{di} + D_{dj} + D_{ij}.$$

La procédure consiste à regrouper deux rotations, en une seule, ça revient

à éliminer un camion à chaque fois que cela est possible, une rotation n'est

abandonnée que lorsqu'il est impossible de combiner d'autres rotations

c-à-d lorsque on ne peut plus joindre à cette dernière un client sans violer les

Contraintes du problème.

L'Algorithme de la méthode du SAVING[6]

Début :

Soit l'ensemble de toutes les rotations initiales

$R = \{ R_1, R_2, \dots, R_n \}$. n : L'ensemble de client.

a) pour toutes les paires de sommet i et j calculer le SAVING S_{ij} tel que

$$S_{ij} = D_{di} + D_{dj} - D_{ij}.$$

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 rotations, selon le temps de service.

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

Poser $R = R \cup \{(R_i, R_j)\}$.

Poser $L = L - S_{ij}$.

f) Répéter

Etablir la première liaison avec l'une des extrêmes de la rotation courante.

Eliminer les deux rotations liées de R et introduire la rotation résultante.

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

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

FIN

- **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 rotations du (problème de rotation de véhicule VRP) ont été élaborées.

Puisque une solution réalisable d'un VRP peut être vue comme un ensemble de rotations, 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 rotation, jusqu'à aboutir à une solution que l'on ne peut plus raffiner, le principe de cette méthode se

Présente dans l'algorithme suivant :

Début

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

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

Etape3: Calculer la distance et enregistrer cet échange.

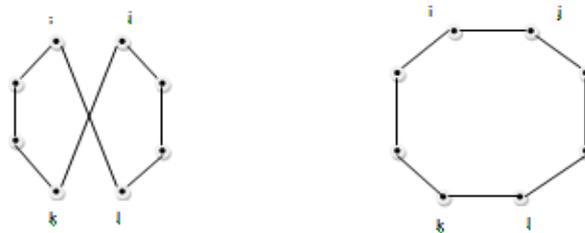
$$\text{DISTANCE} = d_{il} + d_{jk} - d_{ij} - d_{kl}.$$

Etape4: Répéter cette procédure pour tous les arcs.

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

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

FIN.



-Figure 2- Schématisation de la procédure 2-opt

Algorithme adapté au problème posé:

DEBUT

- a) Ordonner la liste des camions par ordre décroissant des capacités.
- b) Choisir un camion de la liste des camions disponibles.
- c) Appliquer la méthode 2-optimal sur le problème posé.
- d) Affecter au camion choisi les clients suivant la rotation dans on vérifie la contrainte de capacité du camion et d'autre contraintes spécifiques au problème étudié.
- e) Supprimer les clients visités dans la liste des clients.
- f) Si la liste des clients non visités n'est pas vide alors

Début

Si la liste des camions n'est pas épuisée alors

Début

Sinon afficher manque de camion.

Fin.

Fin.

FIN.

IV.4.2.2 Les méta-Heuristiques et leur concept

Depuis quelques décennies, les ingénieurs et chercheurs étaient déjà confrontés à des problèmes d'optimisation grandissants, auxquels ils ne trouvaient pas de techniques de résolution satisfaisantes en termes de temps de calcul et de convergence vers une solution optimale.

Dès le début des années 80, s'inspirant de mécanismes naturels (physiques, biologiques ou éthologiques) les entourant, ils développent par analogie aux phénomènes observés dans leur milieu de vie direct, des procédés d'exploration des ensembles de solutions réalisables des problèmes difficiles de l'optimisation combinatoire. C'est l'apparition des métaheuristiques.

Les méta-heuristiques constituent une classe de méthodes très puissantes pour l'optimisation combinatoire et l'affectation sous contraintes de grande échelle. Ces méthodes ont permis de trouver des solutions de bonne qualité en temps raisonnable à des problèmes combinatoires réputés difficiles. On les trouve sous deux types :

- L'exploration par méthodes de descente (amélioration itérative par visite de voisinage), telles « la recherche avec tabous » ;
- L'application de métaheuristiques dites « distribuées », qui itèrent sur un échantillon (de taille fixe) de solutions.

Les méthodes de descente (appliquées pour des problèmes de minimisation), par « recherche avec tabous », est la première à avoir été utilisée ; elles itèrent séquentiellement sur une solution réalisable dont elle tentent d'améliorer la valeur de l'objectif, consultant un voisinage (la notion de voisinage doit être précisément définie au préalable) de la solution courante mais peuvent cependant souvent être piégées dans des minimums locaux. Même l'application répétée d'une telle procédure est particulièrement inefficace si le nombre de minimums locaux croît exponentiellement avec la taille du problème.

Cependant le choix d'une bonne méta-heuristique et l'adapter bien comme il le faut au problème en question fait appel généralement au savoir-faire et à l'expérience de l'utilisateur, plutôt qu'à l'application de règles bien établies.

Recherche Tabou : [3]

La recherche tabou est une méta-heuristique d'optimisation présentée par Fred Glover en 1986. On trouve souvent l'appellation *recherche avec tabous* en français.

- *Principe :*

L'idée de la recherche tabou consiste, à partir d'une position donnée, à en explorer le voisinage et à choisir la position dans ce voisinage qui minimise la fonction objectif. Il est essentiel de noter que cette opération peut conduire à augmenter la valeur de la fonction, c'est le cas lorsque tous les points du voisinage ont une valeur plus élevée.

C'est à partir de ce mécanisme que l'on échappe aux minima locaux. Le risque cependant est qu'à l'étape suivante, on retombe dans le minimum local auquel on vient d'échapper. C'est pourquoi il faut que l'heuristique ait de la mémoire, le mécanisme consiste à

interdire (d'où le nom de tabou) certains mouvements ou certaines composantes de ce mouvement (l'exemple le plus simple est d'interdire les derniers mouvements).

Les positions déjà explorées sont conservées dans ce qu'on appelle la Liste Tabou d'une taille donnée, qui est un paramètre ajustable de l'heuristique.

- *Les tabous :*

Les tabous sont une manière de représenter la mémoire du cheminement effectué pour diriger l'exploration vers des régions non visitées.

La manière la plus simple de définir les tabous est de conserver une liste T des cardinalité ($\text{card}(T)$) dernières solutions rencontrées et on empêche la procédure d'y retourner. On gère cette liste comme une liste circulaire : on élimine le plus vieux tabou et on insère la nouvelle solution (cette solution peut s'avérer coûteuse en termes de quantité d'information requise).

On peut alors définir les tabous en fonction des "transformations" permettant de passer d'une solution à une autre. Ainsi, on garde une liste des $\text{card}(T)$.

Dernières transformations effectuées et on s'interdit de les inverser.

L'algorithme :

Étape 1: choisir une solution initiale i dans S (l'ensemble des solutions) Appliquer $i^* = i$ et $k = 0$.

Étape 2: appliquer $k = k+1$ et générer un sous-ensemble de solutions en $N(i,k)$ pour que:

- les mouvements tabous ne soient pas choisis ;
- un des critères d'aspiration $a(i,m)$ soit applicable ;

Étape 3: choisir la meilleure solution i' parmi l'ensemble de solutions voisines $N(i,k)$
Appliquer $i = \text{meilleur } i'$;

Étape 4: si $f(i) \leq f(i^*)$, alors nous avons trouvé une meilleure solution Appliquer $i^* = i$;

Étape 5: mettre à jour la liste T et les critères d'aspiration ;

Étape 6: si une condition d'arrêt est atteinte, stop. Sinon, retour à Étape 2. Condition d'arrêt: condition qui régira l'arrêt de l'algorithme. Exemple : arrêt après 22 itérations ($k = 22$).

IV.5 Conclusion:

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

Chapitre V

Implémentation

V.1 Introduction

Dans ce chapitre, une application pratique a été effectuée:

1. La programmation linéaire en nombre entier. En faisant appel au logiciel LINGO.8.
2. Logiciel DISPATCH propre à l'entreprise NAFTAL.

On présentera d'abord les données relatives à notre exemple d'application qu'on résoudra à l'aide de ces deux logiciels.

Après simulation on comparera les résultats obtenus avec les deux logiciels.

V.2 Application

Enoncé de l'exemple :

L'entreprise NAFTAL, possède un nombre limité de camions de capacités différentes et un nombre de clients (stations) bien défini.

Elle reçoit des commandes pendant la journée qu'elle essaye de satisfaire au maximum tout en minimisant le coût des trajets.

Le tableau suivant résume les commandes des clients de la journée du 06/05/2015 et le nombre de camions disponible avec leurs capacités :

Clients	Quantité commandé	Quantité (essence super)	Quantité (gasoil)	Quantité (sans plomb)
A1	27000	7000	20000	-
A2	27000	-	20000	7000
A3	27000	7000	13000	7000
B6	27000	-	21000	6000
C7	27000	7000	20000	-
E5	27000	7000	20000	-
R8	27000	-	14000	13000
Y6	27000	-	20000	7000
Z8	27000	-	20000	7000
U9	27000	-	20000	7000
H7	27000	7000	20000	-
T7	27000	-	20000	7000
A8	27000	7000	20000	-
A4	28500	-	21400	7100
W5	27000	7000	20000	-
W1	27000	-	20000	7000
W2	27000	-	20000	7000

C5	27000	-	27000	-
D1	27000	-	20000	7000
D3	27000	6000	21000	-
F4	13000	-	13000	-
F5	14000	7000	7000	-
G6	27000	6000	21000	-
R8	27000	-	27000	-
G5	27000	-	27000	-
X1	27000	7000	7000	13000
A9	27000	-	20000	7000
S6	27000	7000	20000	-
F3	27000	-	20000	7000
T7	27000	-	20000	7000
V6	27000	-	27000	-
V1	27000	6000	21000	-
B10	13000	7000	6000	-
Q5	14000	-	14000	-
R13	12000	3000	9000	-
Z12	6000	-	6000	-
D10	6000	-	6000	-
R14	6000	6000	-	-
E12	6000	3000	3000	-
L1	25000	5000	20000	-
L3	25000	-	25000	-
L5	25000	5000	20000	-
K4	25000	5000	20000	-
K9	25000	5000	20000	-
N3	25000	-	25000	-
N7	25000	5000	20000	-
J9	25000	5000	20000	-
N19	25000	5000	20000	-
B10	27000	-	27000	-
B14	27000	-	27000	-
B25	27000	-	27000	-
G34	27000	7000	20000	-
C45	27000	-	27000	-
S43	27000	7000	20000	-
S45	30000	-	30000	-
D35	30000	-	30000	-
F35	30000	8000	22000	--
Q43	30000	8000	22000	-
G54	30000	-	30000	-
H76	30000	-	30000	-
R56	27000	7000	20000	-
K74	30000	-	30000	-
D75	30000	30000	-	-
D98	30000	-	30000	-
Z43	30000	-	-	30000

A53	27000	7000	-	20000
T95	27000	13000	7000	7000
G54	27000	6000	21000	-

La flotte disponible

Nombre de camions	Capacité des camions
24	27000
04	25000
03	12000
01	28500
03	3000

Le modèle associé au problème linéaire est le suivant :

La fonction objectif est :

$$\text{Min}(Z) = \sum_{i=1}^{NS} C_{ij} * Q_{ij}$$

$$\left\{ \begin{array}{l} \sum_{i=1}^{NS} Q_{ij} = D_j \quad j = \overline{1, NS}. \quad (1) \\ \sum_{j=1}^{NS} Q_{ij} = C_i. \quad i = \overline{1, NS}. \quad (2) \\ Q_{ij} \geq 0 \end{array} \right.$$

Notation :

I: indice de camion. (Ici on a considéré que chaque la somme des capacités des camions est un dépôt).

J: indice de client.

NS : L'ensemble des clients.

Q_{ij} : La quantité transportée de i vers j.

D_j : La demande du client j.

C_i : La capacité de camion i.

(1): Contrainte sur la demande des clients.

(2) : Contrainte de capacité des camions.

V.2.1 Résolution en utilisant LINGO

V.2.1.1 Présentation du logiciel :

LINGO est un logiciel utilisé pour résoudre les modèles d'optimisation linéaire, entiers et quadratiques.

Il est aussi utilisé pour résoudre les modèles d'optimisation global non linéaire. Une des caractéristiques de **LINGO** c'est qu'il offre des outils qui peuvent aider à l'analyse des modèles en utilisant la méthode du simplexe.

-Installation du logiciel :

Pour utiliser cette version de lingo il est conseillé d'avoir au moins un processeur

486 et 8 Mo de mémoire RAM.

Il faut aussi prévoir un espace disque dur de 2 Mo pour pouvoir l'installer.

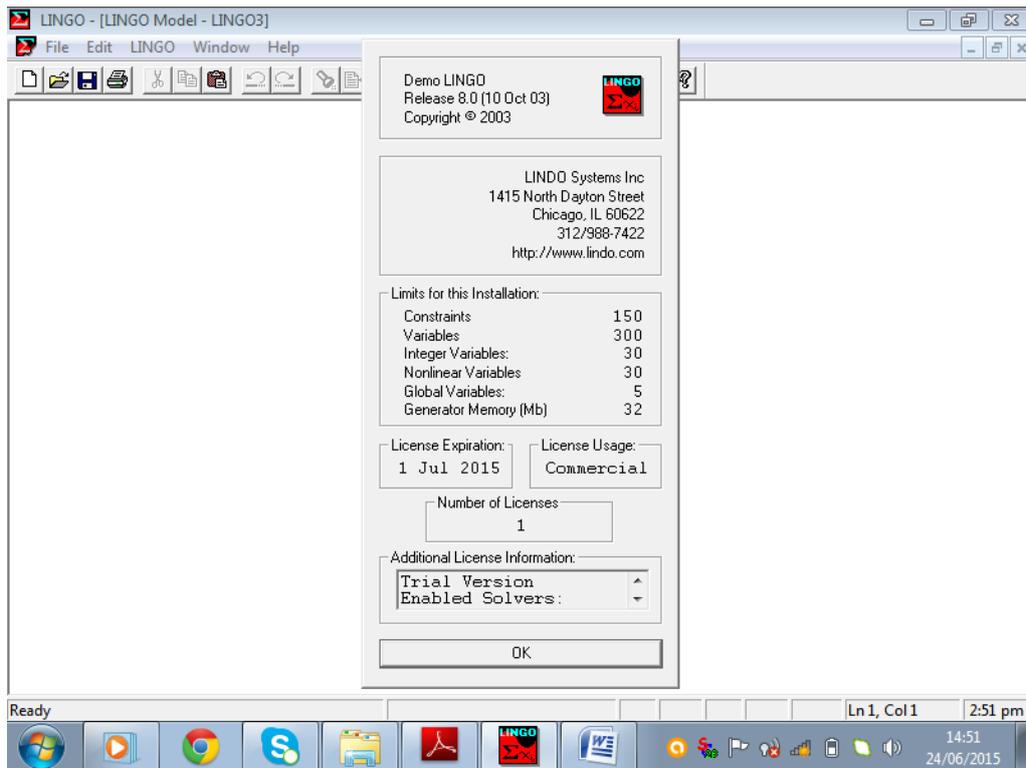
Les étapes de l'installation :

1. Démarrer Windows.
2. Insérer le CD-ROM ou une clé USB où il y'a le programme d'installation.
3. Cliquer sur l'icône Setup(Install) dans votre explorateur de Windows.
4. Suivre les instructions sur l'écran.

Pour plus d'informations sur ce logiciel consulter l'adresse web : WWW.LINGO.COM.

Une fois le logiciel est installé, vous cliquez sur la commande HELP.

Puis cliquez sur ABOUT LINGO et vous aurez la figure suivante qui comporte toute les informations sur ce dernier.



-Figure 1-

-Création d'un modèle LINGO

Un modèle d'optimisation se compose de trois sections:

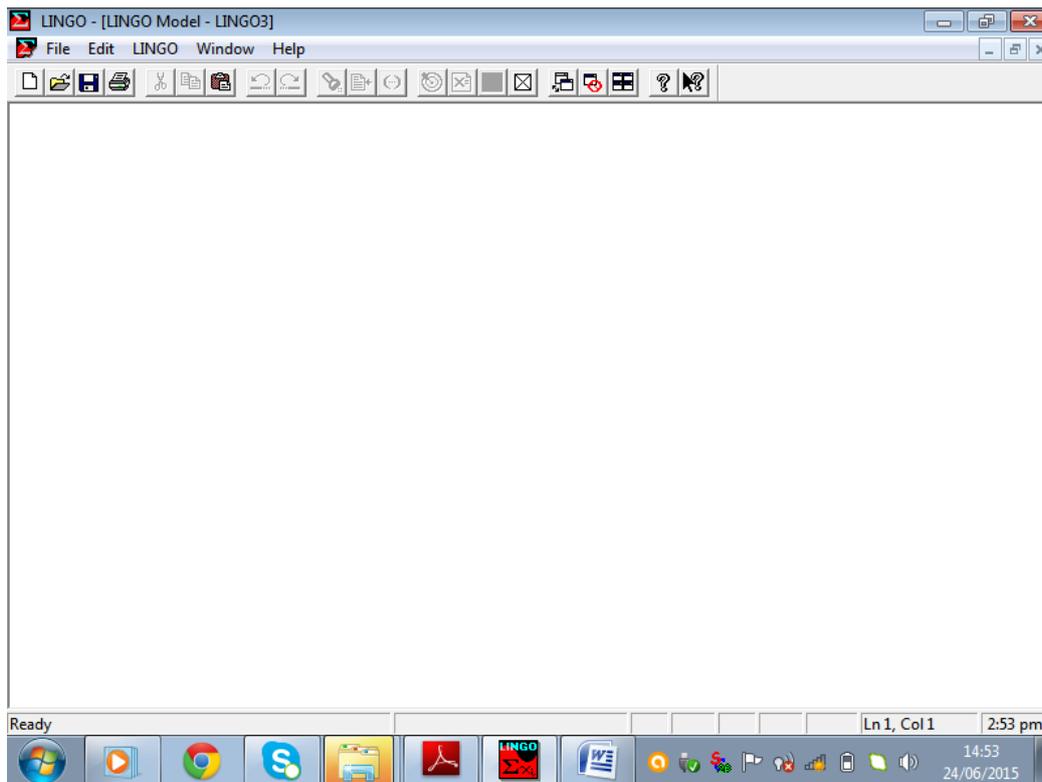
1. Section **SETS** : C'est la partie de déclaration des ensembles de données elle commence avec la balise '**SETS :**' et se termine avec '**ENDSETS**'.
2. Section **DATA** : C'est la section *de données* dans laquelle les valeurs peuvent être définis pour différentes variables, elle est définie après la section **SETS** et elle commence avec la balise '**DATA :**' et se termine avec le '**ENDDATA**'.
3. Section où la Fonction Objectif et contraintes sont écrites:
 - La fonction objectif est unique elle décrit exactement ce que le modèle devrait optimiser, dans le cas de minimisation nous commençons avec min et dans le cas contraire en commence par max.
 - Contraintes: ce sont des formules qui définissent les limites sur les valeurs des variables.
 - Les commentaires du modèle sont engagés avec un point d'exclamation (!) et apparaissent en vert, tout autre texte est affiché en noir.
 - Les opérateurs et les fonctions de **LINGO** spécifiés apparaissent dans le texte en bleu.

- Chaque instruction LINGO doit se terminer par un point-virgule (;).

V.2.1.2 Résolution de l'exemple pratique :

Introduction du model mathématique sous Lingo :

Double clique sur l'icône « **LINGO .8** » de votre menu démarrer/programmes.
Le logiciel va s'exécuter et vous aurez cette fenêtre qui s'affiche sur votre écran. C'est dans cette fenêtre qu'on saisira notre programme.



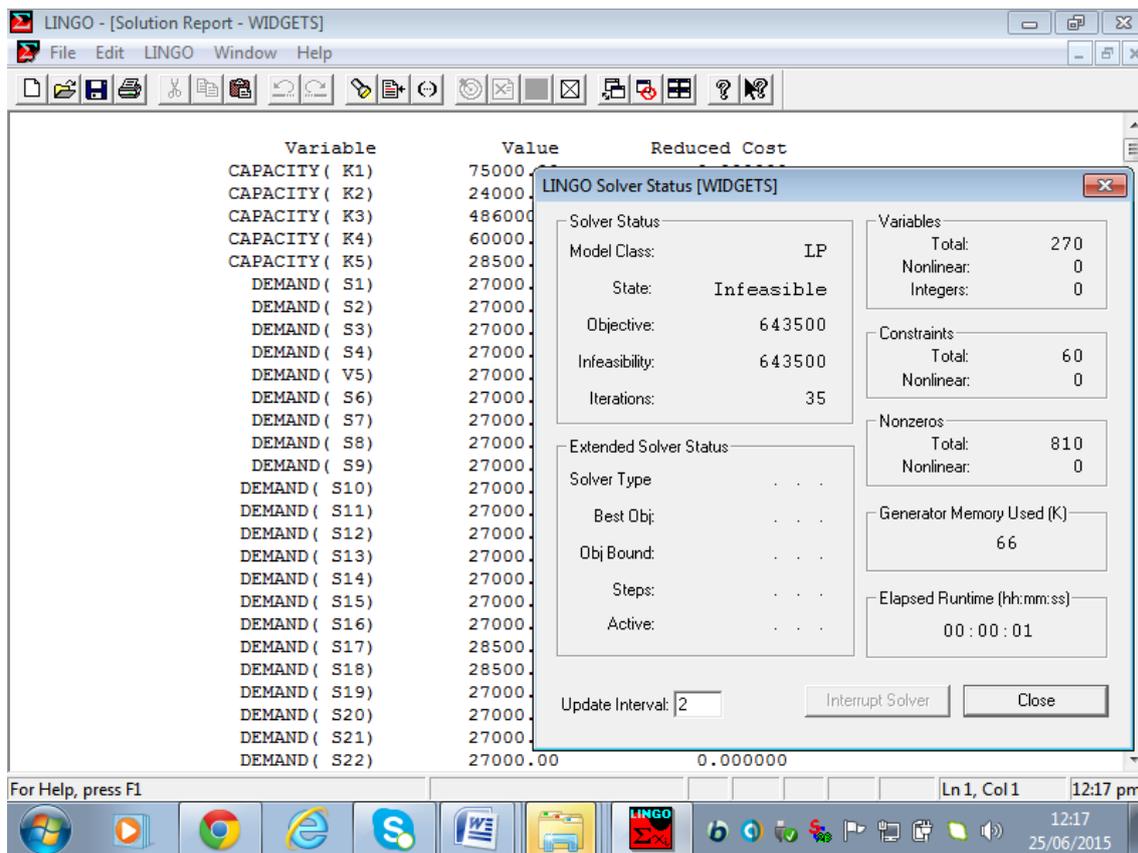
- Figure 2-

-Compilation et exécution du modèle

Après avoir écrit convenablement le programme linéaire, on passe maintenant à la résolution.

Pour résoudre notre programme, il faut cliquer sur le bouton SOLVE dans la barre d'outils.

LINGO va commencer ainsi à compiler le modèle, on voit les figures suivantes :

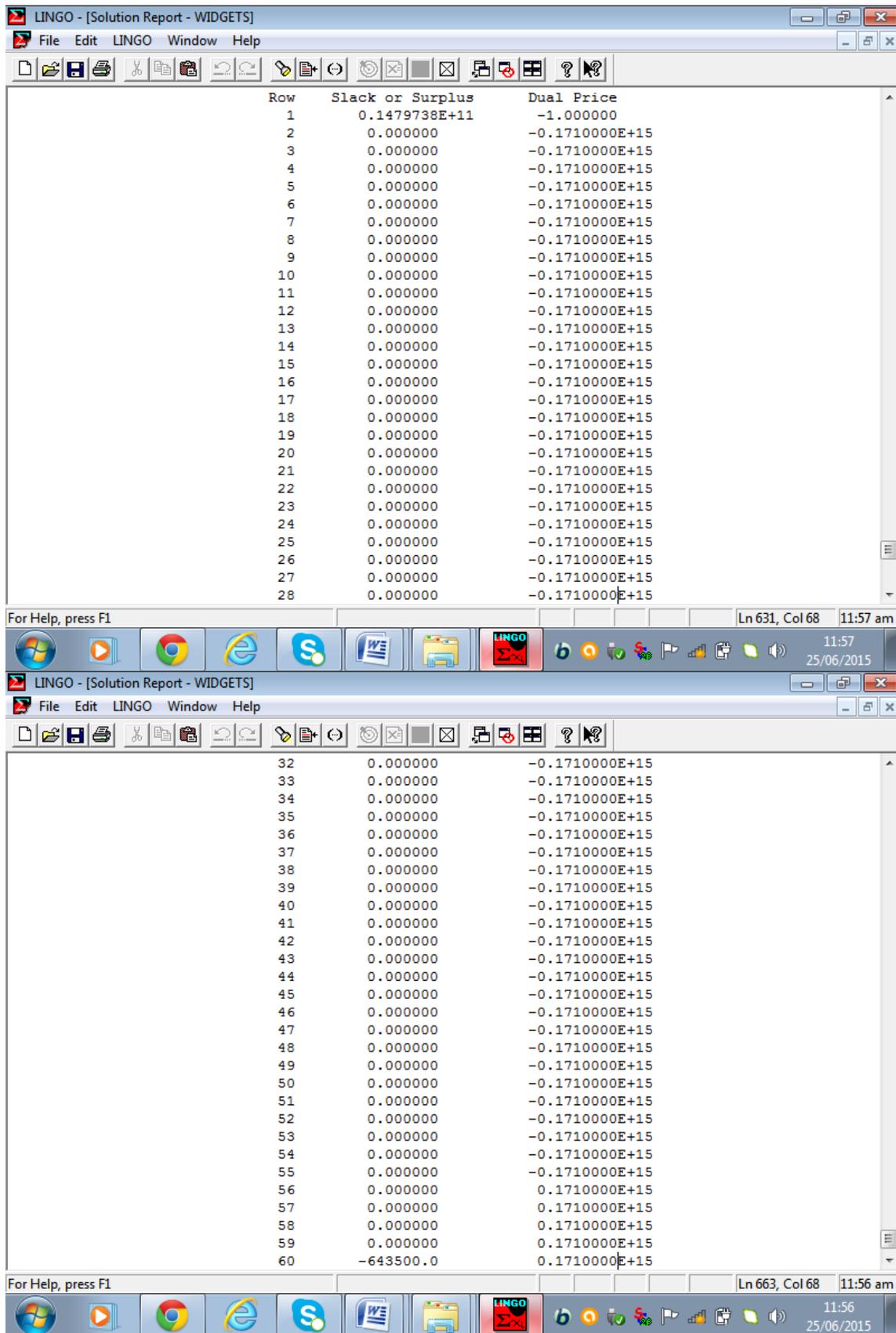


-Figure 4-

Les figures 6 et 7 obtenus en fermant la fenêtre de droite de la figure 4.

Item	Value	Objective Coefficient
QUANTITE (K3, S29)	27000.00	0.000000
QUANTITE (K3, S30)	27000.00	0.000000
QUANTITE (K3, S31)	27000.00	0.000000
QUANTITE (K3, S32)	27000.00	0.000000
QUANTITE (K3, S33)	27000.00	0.000000
QUANTITE (K3, S34)	7000.000	0.000000
QUANTITE (K3, S35)	27000.00	0.000000
QUANTITE (K3, S36)	27000.00	0.000000
QUANTITE (K3, S37)	13000.00	0.000000
QUANTITE (K3, S38)	14000.00	0.000000
QUANTITE (K3, S39)	12000.00	0.000000
QUANTITE (K3, S40)	6000.000	0.000000
QUANTITE (K3, S41)	6000.000	0.000000
QUANTITE (K3, S42)	6000.000	0.000000
QUANTITE (K3, S43)	6000.000	0.000000
QUANTITE (K3, S44)	25000.00	0.000000
QUANTITE (K3, S45)	25000.00	0.000000
QUANTITE (K3, S46)	25000.00	0.000000
QUANTITE (K3, S47)	25000.00	0.000000
QUANTITE (K3, S48)	25000.00	0.000000
QUANTITE (K3, S49)	25000.00	0.000000
QUANTITE (K3, S50)	25000.00	0.000000
QUANTITE (K3, S51)	25000.00	0.000000
QUANTITE (K3, S52)	0.000000	0.000000
QUANTITE (K3, S53)	0.000000	0.000000
QUANTITE (K3, S54)	27000.00	0.000000
QUANTITE (K4, S1)	0.000000	0.000000
QUANTITE (K4, S2)	0.000000	0.000000
QUANTITE (K4, S3)	0.000000	0.000000

-Figure 6-



-Figure 7-

En remarque dans la figure 7 qu'il ya trois colonnes :

-ROW : C'est le nombre de contraintes du problème linéaire.

-Slack or surplus : il affiche zéro si la demande est satisfaite, un nombre positif c'est la quantité manquante pour que la contrainte de la demande soit satisfaite, un nombre négatif si la contrainte de la demande est voilé.

-Dual price.

Dans ce cas on a une seule demande non satisfaite.

V.2.1.3 Interprétation des résultats

Les résultats obtenus avec le logiciel **LINGO** montre qu'il a satisfait 99% des commandes, en minimisant le coût des trajets.

V.3 Résolution en utilisant le DISPATCH

V.3.1 Présentation du logiciel dispatching

Le dispatching est un logiciel de programmation dont le but principal est la programmation des livraisons. Il s'install sur n'importe qu'elle système en utilisant une clé d'activation (code).

Le dispatching possède les deux fonctions suivantes :

1. Réception des commandes des clients.
2. Programmation des livraisons.

Ce logiciel contient toutes les informations nécessaires sur les clients, les camions, citernes, tracteurs et chauffeurs, ainsi que les fenêtres de temps de service.

Il possède un réseau de distribution qui est schématisé par une carte routière.

On sait que NAFTAL possède quatre produits qui sont aussi codifié comme suit :

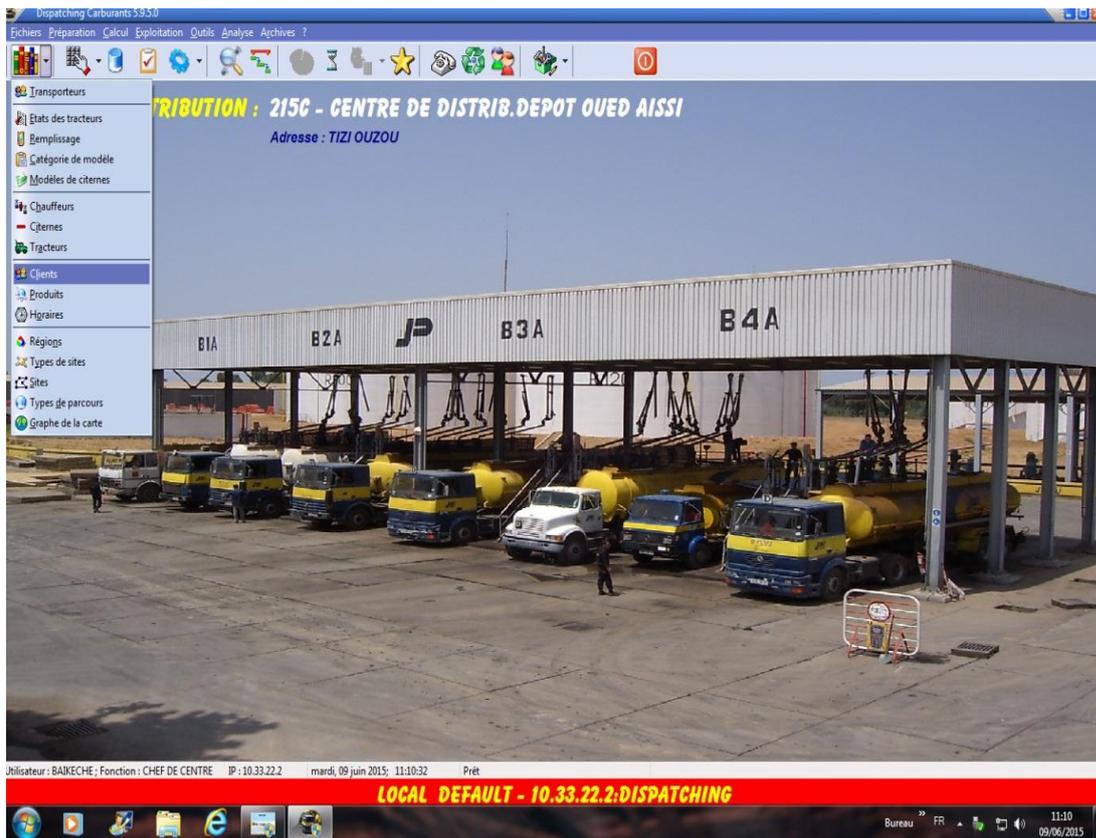
-13020 : Essence Sans plomb.

-13040 : Essence super.

-16020 : Gasoil.

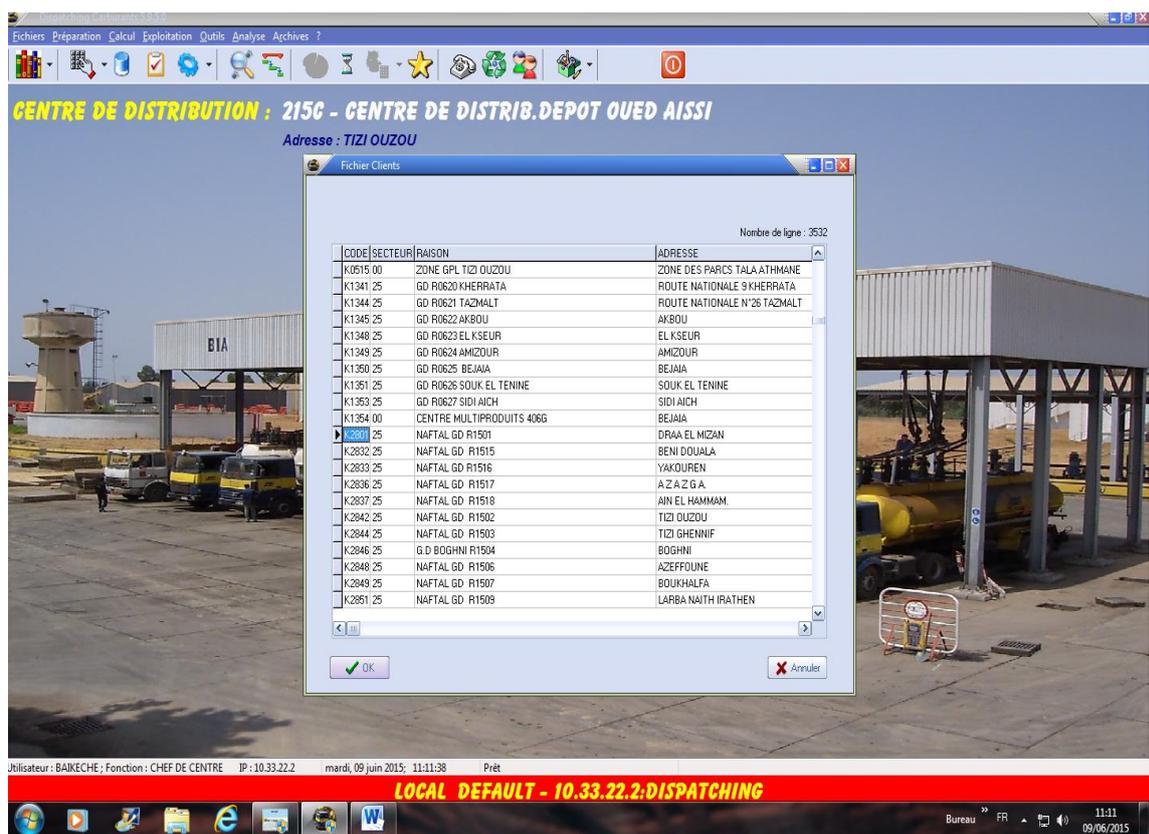
-13010 : Essence Normal.

Pour pouvoir voir la liste des clients on clique sur la commande préparation dans la barre d'outils, comme le montre la figure 1 :



-
Figure 1-

Après la liste des clients apparaît (Figure 2) :



-Figure 2-

Liste des camions disponible :

La figure suivante est obtenue, on clique sur préparation dans la barre d'outils.

Dispatching Carburants 5.8.3.3

Fichiers Préparation Calcul Exploitation Outils Analyse Archives ?

CENTRE DE DISTRIBUTION PREPARATION DE LA FLOTTE

PREPARATION DE LA FLOTTE

MotoPompe
 Point de départ: 1169
 Exigé
 Non Exigé

Tracteur: 444SL
 Matricule: 006198*513*15
 Etat: BON
 Politique: 00002
 Transporteur: BOLMEGAR AMAR TRANSPORT DE PRODUIT

Assistance

Imprimer

CODE	NBR	CAPAC	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	DEBUT	FIN
1625R	4	270	70	70	70	60							01/06/2012	01/06/2015
1631R	4	270	60	70	70	70							01/06/2012	01/06/2015
1632R	4	270	70	70	70	60							01/06/2012	01/06/2015
1633R	4	270	70	70	70	60							01/06/2012	01/06/2015
1634R	4	270	70	70	70	60							01/06/2012	01/06/2015
1635R	4	270	70	70	70	60							01/06/2012	01/06/2015
1636R	4	270	70	70	70	60							01/06/2012	01/06/2015
1638R	4	270	70	70	70	60							01/06/2012	01/06/2015
1640R	4	285	71	71	71	72							01/06/2012	01/06/2015
1641R	4	270	70	70	70	60							01/06/2012	01/06/2015
2163R	4	270	70	70	70	60							01/06/2012	01/06/2015
2175R	4	270	70	70	70	60							01/06/2012	01/06/2015

Nombre de clemes : 33

Emmer

Filtrage:
 Afficher clemes
 Toute
 Actives
 Non Actives
 Transporteur: Tout

Utilisateur : ING ; Fonction : ADMIN LOCAL IP : 10.33.22.74 dimanche, 19 avril 2015, 13:10:28 Prêt

DEFAULT - 10.33.22.2:DISPATCHING

FR 13:10 19/04/2015

-Figure 3-

-Etape de réception des commandes :

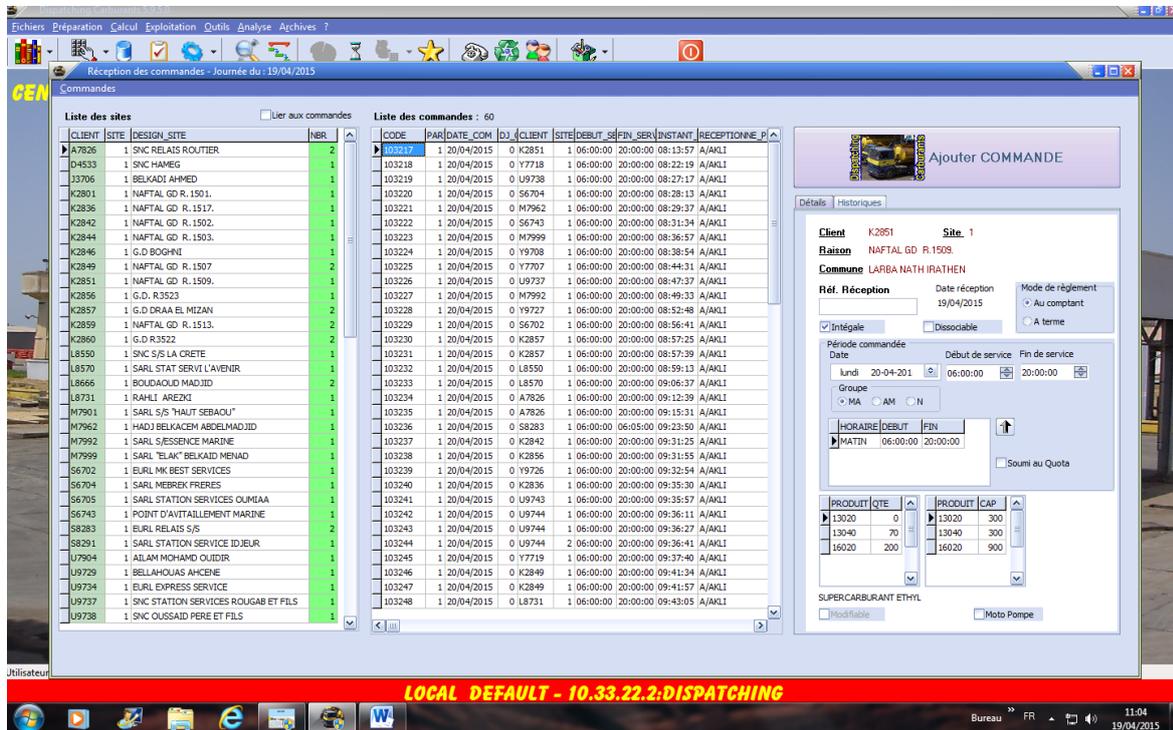
On va voir maintenant les différentes étapes à suivre pour la réception des commandes.

Dans cette figure, nous cliquons sur la commande préparation.



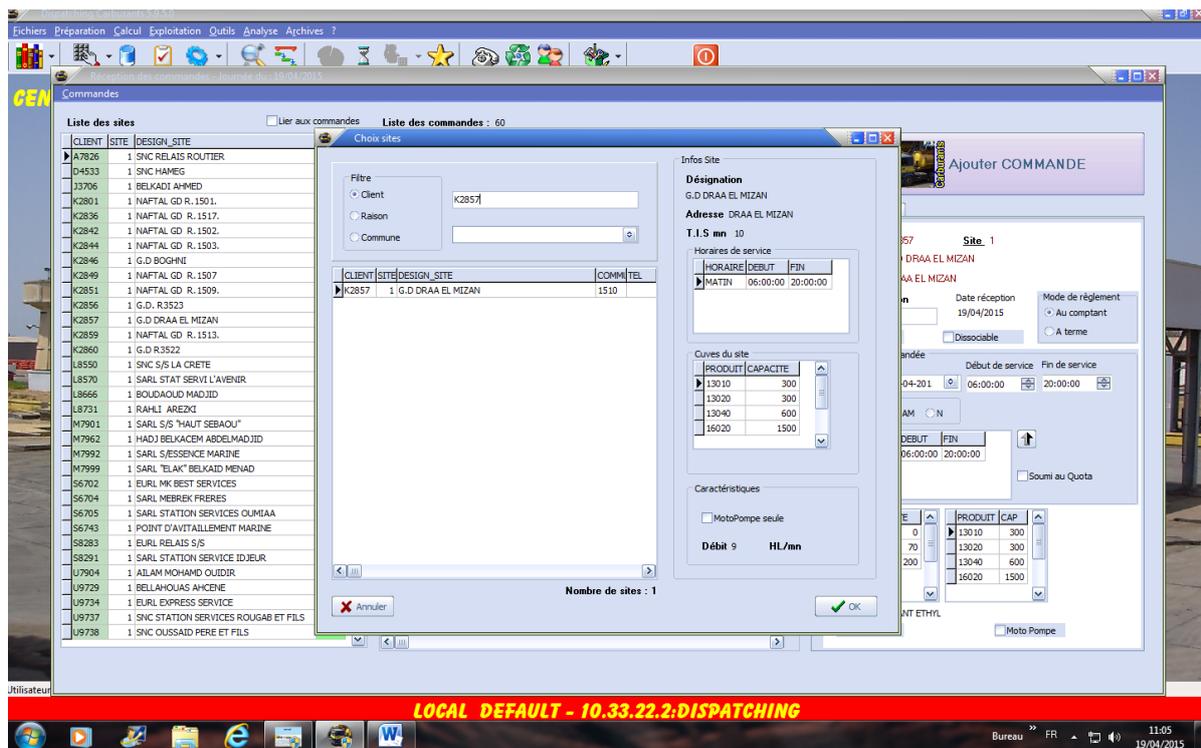
-Figure 5-

Pour ajouter une commande on clique sur réception, une nouvelle fenêtre s'affiche « Réception des commandes », qui contient les différentes informations sur les clients (Code, Nom.....).



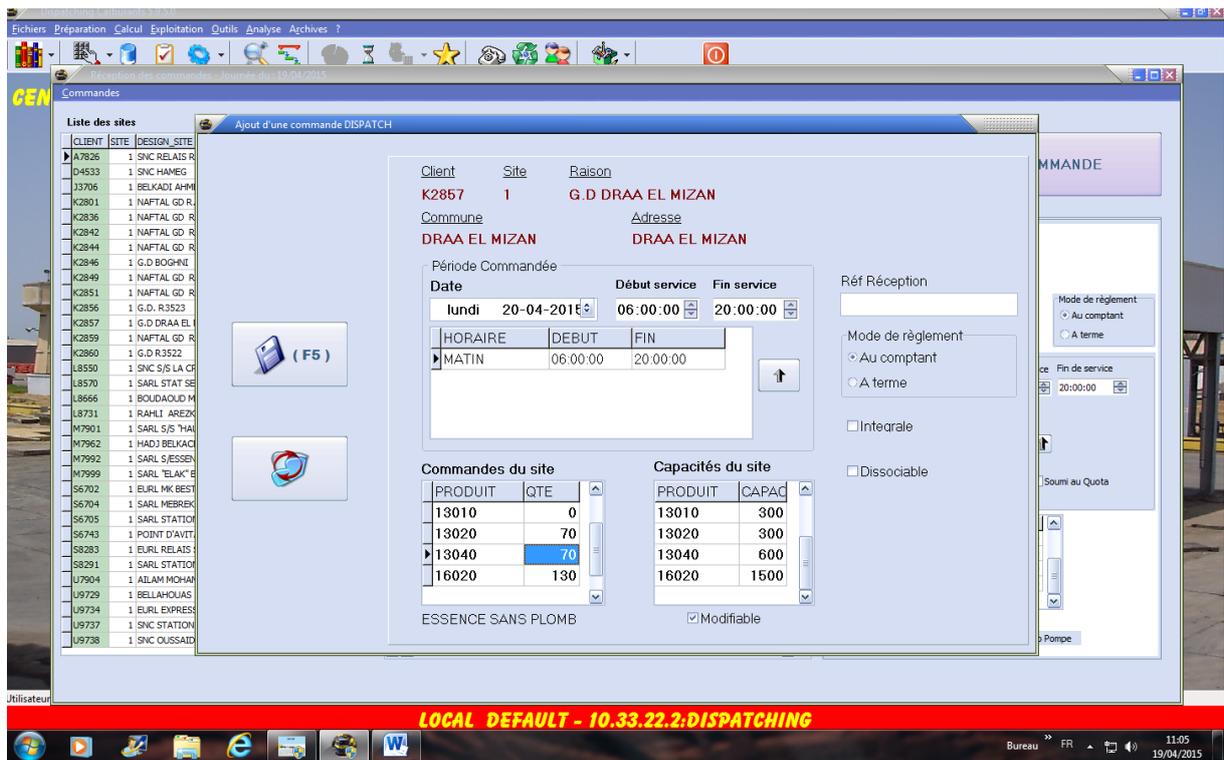
-Figure 6-

Après on clique sur ajouter commande, une fenêtre apparait (figure 6) où on va saisir le code client (Figure 7), OK.



-Figure 7-

C'est dans cette figure(7) qu'on saisie les quantités demandées par rapport au code produit comme le montre la figure (8).
 Pour valider la commande on clique sur F5.



-Figure 8-

Ici termine la partie réception commande.

-Etape de programmation des livraisons:

Après avoir saisi et valider les commandes, vient l'étape de programmation.

Premièrement :

- Préparation de la flotte (Figure 9) :
 - designer les camions opérationnel.
 - régler le temps de service.
 - vérifier que chaque chauffeur est affecté à son camion.
 - contrôler que chaque citerne est attachée à son tracteur.

PREPARATION DE LA FLOTTE

Rattachement Temps de service

Citerne
Maticule : 000084*007*15

MotoPompe

Point de départ 1169

Point Arrivée
 Exigé
 Non Exigé

Tracteur 4445L
Maticule 006198*513*15

Etat BON

Politique 00002

Transporteur BOUMEGAR AMAR TRANSPORT DE PRODUITS

Assistance

Imprimer

CODE	NBR	CAPAC	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	DEBUT	FIN
10725R	4	270	70	70	70	60							01/06/2012	01/06/2015
1631R	4	270	60	70	70	70							01/06/2012	01/06/2015
1632R	4	270	70	70	70	60							01/06/2012	01/06/2015
1633R	4	270	70	70	70	60							01/06/2012	01/06/2015
1634R	4	270	70	70	70	60							01/06/2012	01/06/2015
1635R	4	270	70	70	70	60							01/06/2012	01/06/2015
1636R	4	270	70	70	70	60							01/06/2012	01/06/2015
1639R	4	270	70	70	70	60							01/06/2012	01/06/2015
1640R	4	265	71	71	71	72							01/06/2012	01/06/2015
1641R	4	270	70	70	70	60							01/06/2012	01/06/2015
2169R	4	270	70	70	70	60							01/06/2012	01/06/2015
2175R	4	270	70	70	70	60							01/06/2012	01/06/2015

Nombre de citernes : 33

Filtrage

Afficher citernes

Toute

Actives

Non Actives

Transporteur

Tout

Utilisateur : ING ; Fonction : ADMIN LOCAL IP : 10.33.22.74 dimanche, 19 avril 2015; 13:10:28 Prêt

DEFAULT - 10.33.22.2:DISPATCHING

FR 13:10 19/04/2015

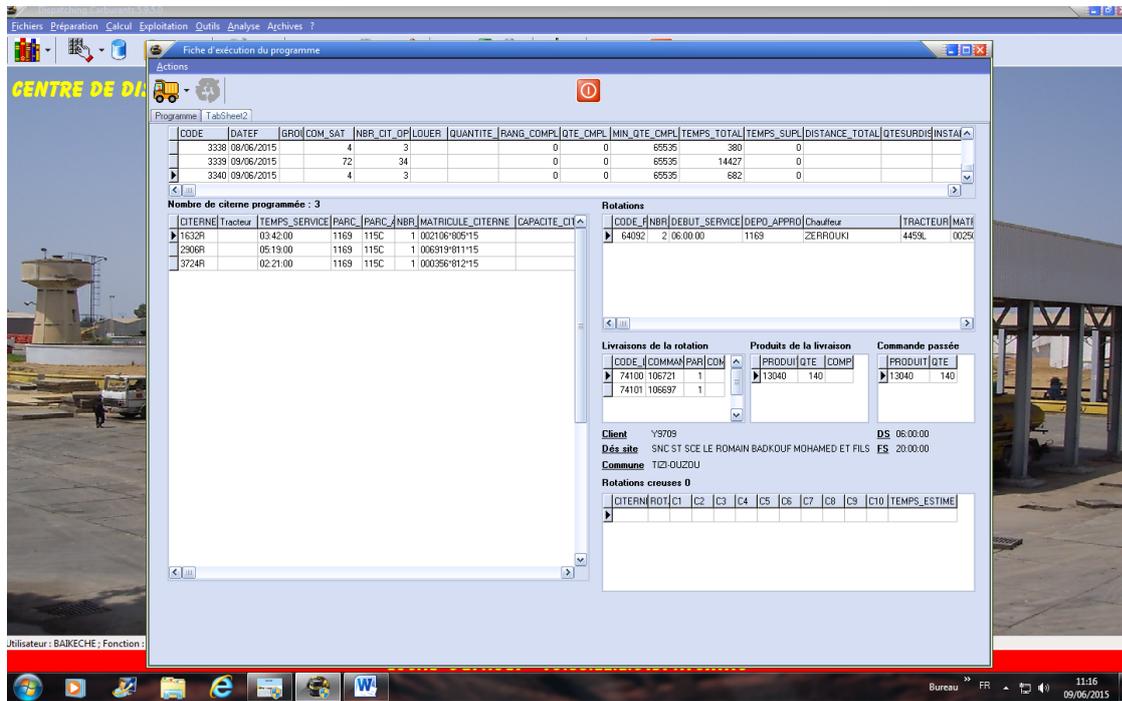
-Figure 9-

Ensuite on exécute le programme comme le montre la figure 10, elle est obtenue en cliquant sur la commande « calcule » dans la barre d'outil :

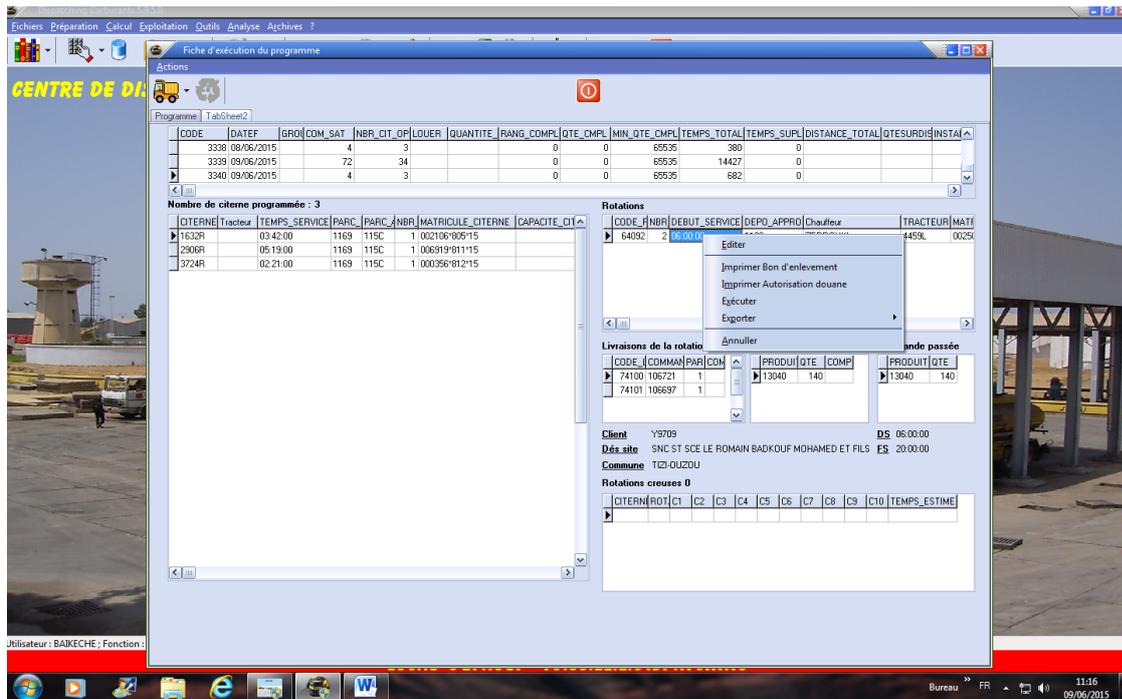


-Figure 10-

Après une fiche d'exécution du programme apparaît (figure 11)



-Figure 11 -



-Figure 12-

Dans cette figure on clique sur « imprime bon d'enlèvement » pour les commandes qui contiennent du sans plomb et sur programme pour voir le programme optimale suivant :

V.3.3 Interprétation des résultats

Le programme obtenu fournit 99% de commandes satisfaites, chaque camion est affecté au client correspondant avec les quantités commandées de chaque produit.

V. 4 Conclusion

Les résultats obtenus avec les deux logiciels, ont donné le même degré de satisfaction pour un nombre fixe de commandes.

On a remarqué que le logiciel DISPATCH ne tient pas compte de la minimisation de coût Mais beaucoup plus la satisfaction des demandes.

Conclusion général

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

Le problème étudié a porté sur l'étude de l'optimisation de la distribution des produits pétroliers. Après une description de NAFTAL et de ses besoins, un modèle mathématique a été mis au point.

Ce modèle d'optimisation linéaire a été élaboré, il tient comptes des contraintes (quantité du produit livrée, quantité du produit commandé, disponibilité du produit, disponibilité de moyen de transport,.....), nous avons opté pour le résoudre en proposons une solution optimale, qui minimise le coût de transport en maximisant la satisfaction de la demande des clients tout en évitant les pénuries .

Une comparaison des résultats obtenus avec le logiciel LINGO, ont été comparés avec ceux donnés par le logiciel DISPATCH, utilisé actuellement par l'entreprise NAFTAL.

On remarque une bonne concordance entre les différents résultats. Notre modèle de calcul peut être amélioré en tenant compte de plusieurs autres contraintes.

Bibliographie

[1] : Document interne à NAFTAL.

[2] : ABBOU Naoual

Conception et réalisation d'une application web de gestion cas : NAFTAL. TIZI-OUZOU. Mémoire master en Informatique 2014.

[3] : Internet

[4] : KHAMES Lynda

Ravitaillement et distribution des produits pétroliers au niveau de l'entreprise NAFTAL de TIZI-OUZOU .Mémoire de licence en RO U.M.M.T.O 2013.

[5] : 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.

[6] : HALIMAOUI Dahbia

Optimisation de la distribution des produits pétroliers (les carburants) au niveau de l'entreprise NAFTAL de TIZI-OUZOU .