

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



Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen –
Faculté de Technologie
Département de Génie Electrique et Electronique



Filière **Génie Industriel**

Spécialité : IS/IP

Projet de Fin d'Etude de Master

Intitulé :

**Amélioration des performances du réseau de transport De
l'entreprise NAFTAL**

Présenté par :

HADJABDELKADER Abderrahmane

BENREZKALLAH Kheir Eddine

Soutenue, le 07/07/2021, devant le jury composé de :

Mme SARI-TRIQUI LAMIA	MCA	Université de Tlemcen	Présidente
M. BENSMAIN Yassir	MCB	Université de Tlemcen	Examineur
Mme SEKKAL Norelhouda	Docteur	Université de Tlemcen	Examinatrice
M. BELKAID Fayçal	MCA	Université de Tlemcen	Encadrant
Mlle. ZEDDAM Besma	Doctorante	Université de Tlemcen	Co-encadrant

Année Universitaire : 2020/2021

Remerciement

Nous remercions Dieu pour nous avoir donné la patience et la force d'accomplir ce travail.

Nous remercions en premier temps notre encadreur Docteur **BELKAID Fayçal**, enseignant à l'Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen. Pour son encadrement, ses précieux conseils, Nous lui devons beaucoup pour le contenu du travail présenté.

Nous remercions également notre Co-encadrant **Mlle. ZEDDAM Besma** de nous avoir donné un aperçu sur le domaine de la logistique, et particulièrement du transport.

J'adresse mes sincères remerciements à tous les professeurs, intervenants et toutes les personnes qui par leurs paroles, et leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de me rencontrer et de répondre à mes questions durant mes recherches.

Nos très vifs remerciements vont aussi à docteur **GHOMRI Latifa** enseignante à L'Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen pour son aide dans notre projet de fin d'étude.

Nous remercions également Madame **SARI-TRIQUI Lamia**, enseignante à l'Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen d'avoir accepté de nous faire l'honneur de présider le jury.

Nous voudrions également remercier Docteur **SEKKAL Norelhouda** d'avoir accepté de juger ce travail, aussi pour leur disponibilité.

Ainsi, Monsieur **BENSMAIN Yasser** d'avoir accepté d'examiner ce travail et ses remarques d'amélioration du travail.

À tous ces intervenants, je présente mes remerciements, mon respect et ma gratitude.



Dédicaces

Je commence par rendre grâce à « Allah » de nous aider à accomplir ce travail

Je dédie ce modeste travail à :

Avec pleins de joie et un énorme plaisir que je dédie ce modeste travail comme preuve de gratitude tout d'abord à ma famille. A Ma Mère tu représentes pour moi la source de tendresse et l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager. Mes frères pour leur support et encouragements.

Tous les étudiants de ma promotion et à tous mes amis(es) et tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.

Ce travail est dédié à la mémoire de mon père, qui nous à quitter, que Dieu lui accorde son infinie Miséricorde et l'accueille dans son vaste paradis.

Abderrahmane Hadjabdelkader



Dédicaces

Je dédie ce travail à :

A Ma Mère : Aucune dédicace très chère maman, ne pourrait exprimer la profondeur des sentiments que j'éprouve pour vous, vos sacrifices innombrables et votre dévouement firent pour moi un encouragement.

A Mon père : Tout l'encre du monde ne pourrait suffire pour exprimer mes sentiments envers un être très cher. Ce travail est le résultat de l'esprit de sacrifice dont vous avez fait preuve, de l'encouragement et le soutien que vous ne cessez de manifester, j'espère que vous y trouverez les fruits de votre semence et le témoignage de ma grande fierté de vous avoir comme père.

A mes chers parents : J'implore Dieu, tout puissant, de vous accorder une bonne santé, une longue vie et beaucoup de bonheur.

A mes chers frères et belles sœurs : Yassine, Islam, Lamia, Somia. Merci de croire en moi.

A toute la famille Benrezkallah.

Tous les étudiants de ma promotion et à tous mes amis(es) et spécialement Hadjabdelkader Abderrahmane.

A tous mes enseignants depuis mes premières années d'études.

A tous ceux qui me sont chers et que j'ai omis de citer.

Benrezkallah Kheireddine

Les Chapitres :

Chapitre 1 : Généralités sur le domaine

Chapitre 2 : Généralités sur le GPL

Chapitre 3 : Problème rencontré et méthodes de résolutions

Chapitre 4 : Solution du problème de transport
Butane13

Table des matières

Remerciement	2
Les Chapitres :.....	5
Table des matières	6
Liste des abréviations	12
Introduction Générale.....	13
I Chapitre 1 : Généralités sur le domaine	16
1.1 Introduction :.....	17
1.2 La logistique et la chaîne logistique :	17
1.2.1 Définition de la logistique :	17
1.2.2 Définition de la chaîne logistique :	18
1.3 Types de chaînes logistiques :	20
1.4 Les fonctions de la chaîne logistique : (ZEDDAM)	21
1.4.1 Le processus Approvisionnement :.....	21
1.4.2 Le processus de production	21
1.4.3 Le processus de distribution :	21
1.4.4 Le Processus Vente :	21
1.4.5 Interactions entre les processus et autres « services » :.....	22
1.5 Conception des chaînes logistiques : (ZEDDAM)	22
1.6 Les flux de la chaîne logistique (ZEDDAM)	23
1.6.1 Le flux d'information :.....	23
1.6.2 Le flux physique :	23
1.6.3 Le flux financier :.....	24
1.7 Le Transport : (Button, 2010).....	24
1.7.1 Le transport de marchandises :	24
1.7.2 Le transport de voyageurs :.....	24
1.7.3 Les acteurs de transport :.....	25
1.8 Les modes de transport :	25
1.8.1 Le transport terrestre :	25
1.8.2 Transport des matières dangereuse :	26
1.8.3 Les risques de matières dangereuses : (Youssouf), (Abdeldjalil Anissa)	27
1.9 Planification (Thietart, 2012)	27
1.9.1 Planification des transports.....	28

1.9.2 Les principales caractéristiques du secteur de transport (Prud'homme).....	28
1.9.3 Canalisation :	28
1.9.4 Cabotage (Maritime) : (Abdeldjalil Anissa).....	29
1.10 Les méthodes d'optimisations :	30
1.10.1 Description d'un problème d'optimisation :.....	30
1.10.2 Les types de maximum et minimum :	30
1.10.3 Les contraintes :	31
1.10.4 Convexité :.....	32
1.10.5 Quelques notions sur les algorithmes d'optimisation :	32
1.10.6 Machine Learning :	33
1.11 Conclusion :.....	35
II Généralités sur le GPL	36
2.1 Introduction :	37
2.2 La production de gaz en Algérie : (Abdeldjalil Anissa) (Youssef)	37
2.3 Généralité :.....	38
2.3.1 Gaz :	38
2.3.2 Le butane :	38
2.3.3 Le propane :.....	38
2.3.4 GPL :	38
2.4 La consommation nationale du GPL :.....	40
2.5 Généralités sur le gaz pétrole liquéfié (GPL) : (N.E.HOCINI, 2018).....	40
2.5.1 Origine du GPL :.....	40
2.5.2 Caractéristique du GPL :	40
2.5.3 Utilisation du GPL : (Youssef)	41
2.5.4 Stockage de GPL :.....	42
2.5.5 Risques du GPL : (Youssef).....	43
2.6 Situation Algérienne de GPL :	44
2.6.1 Industrie du GPL en Algérie :.....	44
2.6.2 Offre nationale de GPL :	45
2.7 Présentation de l'entreprise NAFTAL	45
2.8 Historique de NAFTAL :	45
2.9 Explication de la charte graphique :.....	47
2.10 Présentation du centre « Enfuteur » NAFTAL Tlemcen	47

2.10.1 Description de l'organigramme de district NAFTAL GPL Tlemcen	49
2.10.2 Organigramme du centre d'enfutage Tlemcen	51
2.10.3 Service administration et finance :.....	51
2.10.4 Service maintenance :.....	54
2.10.5 Le service d'exploitation et de transport	56
2.10.6 Service gestion de stock	59
2.10.7 Les activités du NAFTAL GPL	60
2.11 Conclusion :.....	63
III Chapitre 3 : Problème rencontré et méthodes de résolutions	64
3.1 Introduction :.....	65
3.2 Problématique :.....	65
3.3 Etat de l'art :	66
3.4 Motivation :.....	69
3.5 Le VRP (VEHICLE ROUTING PROBLEM) : (Ismail, et al., 2011)	69
3.6 Définition du TSP (travelling sales-man) : (Clarke, 1964)	70
3.7 Définition du VRP (Vehicule Routing Problem) : (Clarke, 1964).....	71
3.8 Les Variantes du VRP : (Hernandez, 2010).....	71
3.9 Méthodes d'Optimisation (Surana, 2019).....	74
3.9.1 L'optimisation combinatoire : (Blaidi, 2018).....	74
3.10 Les méthodes de résolution	75
3.10.1 Les méthodes exactes (Ismail, et al., 2011).....	75
3.10.2 Procédure par séparation et évaluation.....	76
3.10.3 L'évaluation : (Ismail, et al., 2011).....	76
3.10.4 Séparation :.....	77
3.10.5 Le parcours de l'arbre :	77
3.10.6 Back-Tracking (Ismail, et al., 2011)	77
3.10.7 Programmation dynamique (Fujiwara, 2020).....	77
3.11 Méthodes approchées (Ismail, et al., 2011).....	78
3.11.1 Les Heuristiques.....	78
3.11.2 Les méta-heuristiques (Blaidi, 2018)	80
3.12 Conclusion.....	89
IV Chapitre 4 : Solution du problème de transport Butane13	90
4.1 Introduction :.....	91

4.2 Principe des algorithmes : (Abdeldjalil Anissa) (Fujiwara, 2020)	91
4.2 Données du problème :	92
4.3.1 Modèle mathématique du TSP.....	93
4.3.2 Traité le problème en type DVRP.....	94
4.3.3 Modèle mathématique CVRP :	97
4.4 Conclusion :.....	106
Conclusion Générale	107
Bibliographie.....	108
Résumé :	112

Figure 1, 1:modèle de chaîne logistique (Kearney, en 1994)	19
Figure 1, 2:chaîne logistique globale.....	20
Figure 1, 3:chaîne logistique interne/externe.....	20
Figure 1, 4:pyramide des niveaux de décisions.....	23
Figure 1, 5:les flux de la chaîne logistique. [Christopher, en 1998]	24
Figure 1, 6:Carte du Réseau de Transport du Gaz naturel (Sonatrach).....	29
Figure 1, 7:Naftal réceptionne un nouveau navire caboteur-ravitailleur « Tolga », (C) .	30
Figure 1, 8:représentation des points de graph	31
Figure 1, 9:figure régression polynomiale vs linéaire.....	33
Figure 2 1:Répartition des réserves gazières en Algérie	37
Figure 2 2:La demande nationale du GPL (2021)	40
Figure 2 3:Offre prévisionnelle nationale de GPL (en MT) (B.mahmoud, 2004).....	45
Figure 2 4:نفط (pétrole).....	47
Figure 2 5:مؤسسة (entrepris).....	47
Figure 2 6:Charte graphique NAFTAL.....	47
Figure 2 7:Legends	49
Figure 2 8:Organigramme du district GPL TLEMCEN.	50
Figure 2 9:Organigramme du centre d'enfutage TLEMCEN	51
Figure 2 10:Schéma d'organisation du service administration et comptabilité	51
Figure 2 11:Schéma d'organisation de la section administration et moyen	52
Figure 2 12:Schéma d'organisation de la section Finance et comptabilité.....	53
Figure 2 13:Schéma d'organisation du service Maintenance	54
Figure 2 14:Schéma organisation du service sécurité industrielle.....	55
Figure 2 15:service d'exploitation	56
Tableau 2 1:Composants du GPL.....	39
Tableau 2 2:Désignation des dépôts relais du centre d'enfutage Tlemcen	56
Tableau 2 3:Produits GPL de NFTAAL.....	60
Figure 3, 1:Classification du VRP.....	70
Figure 3, 2:voyageur du commerce exemple	71
Figure 3, 3:Problème VRP (Ismail, et al., 2011)	71
Figure 3, 4:Solution possible du problème (Ismail, et al., 2011)	71
Figure 3, 5:Les Variantes du VRP : (Hernandez, 2010).....	72
Figure 3, 6:Arbre de solutions.....	76
Figure 3, 7:Méthode Savings (Ismail, et al., 2011).....	79
Figure 3, 8: L'algorithme Sweep (Ismail, et al., 2011).....	80
Figure 3, 9:organigramme recuit simulé	82
Figure 3, 10:Algorithme du Recuit simulé.....	83
Figure 3, 11:organigramme liste taboue	84
Figure 3, 12: une représentation de l'algorithme recherche taboue	85

Figure 3, 13:algorithme colonie de fourmi pour TSP	88
Figure 3, 14:expérience double branches	88
Figure 4 1:exemple Algorithme de Djikstra	92
Figure 4 2: Clients du centre GPL Tlemcen	92
Figure 4 3:Le plus court chemin Tlemcen	94
Figure 4 4:DVRP Tlemcen	97
Figure 4 5: CVRP région Tlemcen	99
Figure 4 6:résultat programme Lingo 287 km	100
Figure 4 7:CVRP avec 3 clients maximum région Tlemcen 328km	101
Figure 4 8:TSP Maghnia	102
Figure 4 9:CVRP quatre clients max région Maghnia	103
Figure 4 10:TSP région Nedroma	104
Figure 4 11:CVRP quatre clients max région Nedroma	104
Figure 4 12:TSP région de Sebdou	105
Figure 4 13:CVRP 4 clients Sebdou	106
Tableau 4 1:Matrice distance du centre GPL Tlemcen	93
Tableau 4 2: matrice Distance Maghnia	102
Tableau 4 3: Matrice Distance Nedroma	104
Tableau 4 4:matrice Distance Sebdou	105

Liste des abréviations

GPL : gaz pétrolier liquéfié.

N-P : polynômial non- déterministe

VRP : problème de routage de véhicules.

B13 : bouteilles en gaz butane.

TSP : Travelling Salesman Problem.

CVRP : problème de routage de véhicules avec contrainte de capacité

DVRP : problème de routage de véhicules avec contrainte de distance

MIP : Mixte Integer Programming

Introduction Générale

De nos jours, avant qu'un client ne reçoive le produit qu'il souhaite, ce produit passe souvent par une série de déplacements entre les lieux de production quelconques, les dépôts et les consommateurs. Naturellement, ces déplacements entraînent des coûts et cela conduit les industriels depuis des décennies à collecter la plus grande quantité d'informations, les résultats d'expérimentation et des expériences d'autres entreprises afin de satisfaire la demande des clients en menant une stratégie efficace de réduction des frais de distribution efficace.

De la raffinerie de pétrole au consommateur, les compagnies pétrolières doivent livrer à leurs nombreux clients (entreprises, administrations, particuliers) hydrocarbures en bon état au bon moment, au meilleur coût et dans des conditions de sécurité et de protection de l'environnement optimales (en attendant leur livraison, ils sont stockés dans des dépôts soumis à des règles de sécurité qui visent à la protection des sols, de l'eau et de l'air ambiant). C'est l'objectif de la logistique pétrolière, laquelle repose sur l'existence de raffineries, de lieux de stockage et d'un réseau de distribution permettant d'acheminer les produits pétroliers jusqu'au consommateur. En 2016, les ventes des carburants (essences, gas-oil et GPL-c) dans Le marché algérien ont atteint 14,94 millions de tonnes. La part de NAFTAL dans les ventes globales des carburants est prédominante et a atteint 93 %.

Le centre de stockage et de distribution de Tlemcen situé dans la zone industriel Chetouane est responsable de l'approvisionnement des stations-service dans la région en GPL (Butane et Propane) et afin de satisfaire les demandes de ses clients Naftal, en plus d'utiliser sa propre flotte de camions. Bien sûr, cela coûte beaucoup d'argent à l'entreprise, cela oblige NAFTAL à adopter une stratégie efficace de gestion qui permettra de raffiner l'utilisation des camions et la minimisation des distances parcourues.

Nous pouvons reconnaître ce problème comme étant similaire à un problème de tournées de véhicules qui pose la question, quel est l'ensemble optimal d'itinéraires qu'une flotte de véhicules doit parcourir afin de livrer à un certain nombre de clients avec un minimum de dépenses ?

L'objectif principal de ce travail est de déterminer les meilleurs itinéraires à emprunter pour les véhicules à base de la recherche opérationnelle et les métaheuristiques, pour satisfaire pleinement les demandes des clients au bon endroit au bon moment, tout en minimisant la distance parcourue et le nombre de véhicules utilisé pour le transport. Cela comprend également l'ajout de plusieurs ajustements comme une augmentation de la quantité livrée, tout en respectant toutes les normes et restrictions posée sur le transport du GPL.

Notre étude s'articule sur quatre chapitres et se présente comme suit :

- Dans le premier Chapitre, nous parlons des derniers développements dans le monde de la logistique du transport routier ainsi on a donné quelque définitions et généralité comme les types, les fonctions et les niveaux d'une chaîne logistique.
- Le deuxième chapitre, dont nous donnons une brève présentation de l'entreprise NAFTAL, ainsi que celle du centre de stockage et de distribution, et nous

poursuivrons ensuite par la présentation du Réseau de distribution, et les moyens de transport dans l'entreprise.

- Le troisième chapitre est consacré à une définition complète et précise du problème que nous avons en plus de quelques notions de base liés au problème de tournées de véhicules (VRP), aussi une bref sur les méthodes d'optimisation disponibles pour résoudre ce type de problèmes.
- Ensuite dans le quatrième, on développe le problème de transport de GPL avec une représentation mathématique, avec une adaptation d'une bibliothèque (Or-Tools) avec des algorithmes intégrer pour la résolution de ce type de problèmes.

Chapitre 1 : Généralités sur le domaine

1.1 Introduction :

La croissance rapide du nombre d'entreprises et de la multiplicité des produits s'est accompagnée d'une augmentation de l'intensité de la concurrence sur le marché, ce qui a conduit les entreprises à recourir à l'adoption de moyens nouveaux et efficaces afin d'adapter la dynamique du marché.

Les entreprises doivent désormais adopter de nouvelles technologies pour rester compétitives et émerger sur le marché. Cela s'accompagne de nouveaux défis qui nécessitent d'avantage d'études et de collecte d'informations.

Cette nouvelle situation a ouvert la voie à l'émergence de nouveaux services en chaîne logistique et au développement de notions de modélisation des entreprises ou des processus aboutissant à la création, à la production ou au développement de nouveaux produits. Les entreprises font aujourd'hui de gros efforts pour concevoir au mieux leurs infrastructures logistiques afin de répondre aux attentes des clients.

Dans ce chapitre, nous établissons un résumé des définitions de la chaîne logistique convenues par les scientifiques et les chercheurs. Nous aborderons également quelques fonctions et types de la chaîne logistique.

À la fin de cette partie nous dégagerons les principes généraux de la logistique et des notions sur le transport et l'optimisation combinatoire.

1.2 La logistique et la chaîne logistique :

1.2.1 Définition de la logistique :

La logistique est le processus de régulation de la circulation de matières premières et de distribution de matériel et produit au moindre coût, au bon endroit, au bon moment et en quantité appropriée.

Au XIX^e siècle, les armées mondiales ont adopté la logistique comme moyen d'organiser le transport de fournitures à leurs forces dans les zones de conflit et les camps. Dans ce contexte militaire, la logistique concerne tout ce qui est indispensable permettant l'application sur le terrain des décisions stratégiques et tactiques tels que les activités du transport, des stocks, de fabrication, des achats et de manutention [Akbari-Jokaar et al., 2002]. Après la deuxième Guerre mondiale, la logistique est passée de la guerre aux affaires et devenu l'un des piliers les plus importants des entreprises de l'époque actuelle.

Nous pouvons citer les définitions suivantes issues de la littérature :

La guerre a été qualifiée de guerre de production et de guerre des machines. Quoi qu'il en soit, pour les États-Unis, c'est une guerre logistique. [Amiral Ernest J. King, en 1946]

Avant de présenter la logistique sous un angle économique, nous commencerons par montrer comment le besoin d'une administration logistique a émergé de l'évolution économique et sociale [Tixier et al. en 1996].

«La personnalité logistique est une salle d'entraînement à la totalité de la communication.» [Claude-may Waia Némia, en 1998]

« La chaîne logistique est un réseau d'installations qui assure les fonctions d'approvisionnement en matières premières, de transformation de ces matières premières en composants puis en produits finis, et de distribution du produit fini vers le client. » [Lee et al., en 1993]

« Une chaîne logistique est un ensemble de deux ou plusieurs entreprises liées par des flux de marchandises, d'informations et financiers. » [Tsay et al., en 1999]

« La chaîne logistique d'un produit fini se définit comme l'ensemble des entreprises qui interviennent dans les processus d'approvisionnement en composants, de fabrication, de distribution et de vente du produit, du premier des fournisseurs au client ultime. » [Rota-Franz et al., en 2001]

Dans la définition de la norme AFNOR (norme X 50-600), la logistique est une fonction "dont la finalité est la satisfaction des besoins exprimés ou latents, aux meilleures conditions économiques pour l'entreprise et pour un niveau de service déterminé. Les besoins sont de nature interne (approvisionnement de biens et de services pour assurer le fonctionnement de l'entreprise) ou externe (satisfaction des clients). La logistique fait appel à plusieurs métiers et savoir-faire qui concourent à la gestion et à la maîtrise des flux physiques et d'informations ainsi que des moyens". De nombreux processus de l'entreprise impliquent donc des facettes logistiques, en particulier la Chaîne Logistique qui va des fournisseurs aux clients.

Il existe plusieurs types de logistiques :

- Logistique d'approvisionnement : Il représente l'ensemble des processus qui permet de l'achat des matières premières nécessaires pour la vente et la fabrication de produits finis ou semi-finis.
- Logistique de production : Il consiste à fournir les matériaux, les composants et les équipements nécessaires à la production.
- Logistique de distribution : qui consiste à acheminer vers le client final ou le consommateur les produits finis.
- Logistique militaire : qui a pour objectif de transporter, redéployer ou allouer des équipements, matériel et du personnel militaire et maintenir leur soutien. Dans leurs zones de déploiement
- Rétro-logistique : Il est représenté dans les produits que l'usine a récupérés parce que le client les a rejetés, peut-être parce qu'ils sont défectueux ou non conformes à la demande du client, qui doivent être réparés ou traités comme des déchets à éliminer.

1.2.2 Définition de la chaîne logistique :

La chaîne logistique inclut tous les processus afin de fabriquer un produit à partir de la réception des matières premières au début de la ligne de fabrication jusqu'à la sortie d'un produit fini et sa livraison au client, en passant par les étapes de la gestion du traitement des commandes, de transformation, de stockage et de distribution.

Nous pouvons citer les définitions suivantes issues de la littérature :

« Réseau d'installations qui assurent les fonctions d'approvisionnement de matières premières, de transformation de ces matières premières en composants puis en produits finis, et de distributions des produits finis vers les clients » [Lee et Billington, en 1993]

« Ensemble d'entreprises, en général indépendantes, qui participent à la fabrication d'un produit en se transmettant des matières, et à son acheminement jusqu'à l'utilisateur final ». [La Londe et Masters, en 1994]

« Un système de sous-traitants, de producteurs, de distributeurs, de détaillants et de clients entre lesquels s'échangent les flux de matières dans le sens des fournisseurs vers les clients et des flux d'information dans les deux sens ». [Tayur et al., en 1999]

« Un réseau global de d'organisations qui coopèrent pour réduire les coûts et augmenter la vitesse des flux de matières et d'informations entre les fournisseurs et les clients. L'objectif de la chaîne logistique est la satisfaction client ». [Govil et Proth, en 2002]

« La chaîne logistique implique la nécessité de prendre en compte lors d'une décision locale, son impact sur la performance au niveau de toute la chaîne logistique ». [Giard 2003, en 2002]

« Une chaîne logistique se rapporte généralement à un produit fini/service ou à une famille de produits finis/services donnés, elle fait intervenir plusieurs entreprises autonomes, ces entreprises sont liées entre elles par les trois flux : information, physique et financier, les entreprises coopèrent et s'allient pour mieux s'adapter aux nouvelles contraintes du marché, une chaîne logistique paraît très étendue, d'abord parce qu'il existe presque toujours un fournisseur du fournisseur et parce qu'il est difficile de savoir où s'arrête la consommation d'un produit lorsque par exemple on introduit la notion de recyclage, la chaîne logistique doit intégrer les nouvelles contraintes liées au développement durable. » [ChardineBaumann, en 2011]

En résumant ces définitions on peut voir qu'il existe deux visions de la chaîne logistique, l'une basée sur l'entreprise, et la seconde basée sur le produit. Un modèle de chaîne logistique basée sur une entreprise peut être donné par la figure suivante [Kearney, 1994]

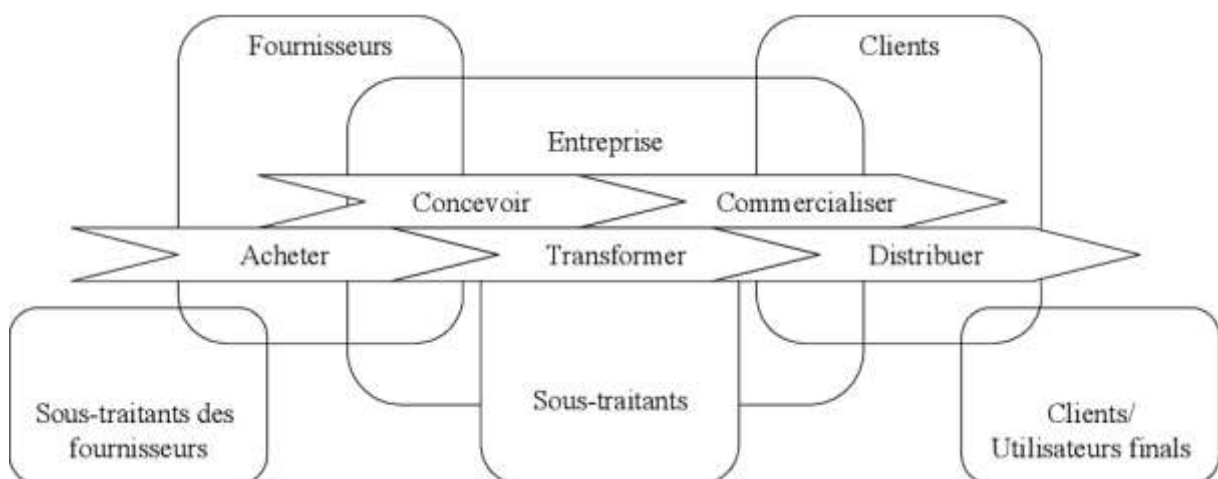


Figure 1, 1:modèle de chaîne logistique (Kearney, en 1994)

1.3 Types de chaînes logistiques :

On a vu que la chaîne de logistique est un réseau entre une entreprise et ses fournisseurs pour produire et éventuellement stockent, transportent et vendent des produits ou des services. Si la relation entre les entreprises et les fournisseurs ou les partenaires est à l'étranger, autrement dit si les sites sont localisés dans différent pays, il s'agit de la chaîne logistique globale. La **Figure 1, 2**, montre un exemple d'une chaîne logistique typique.

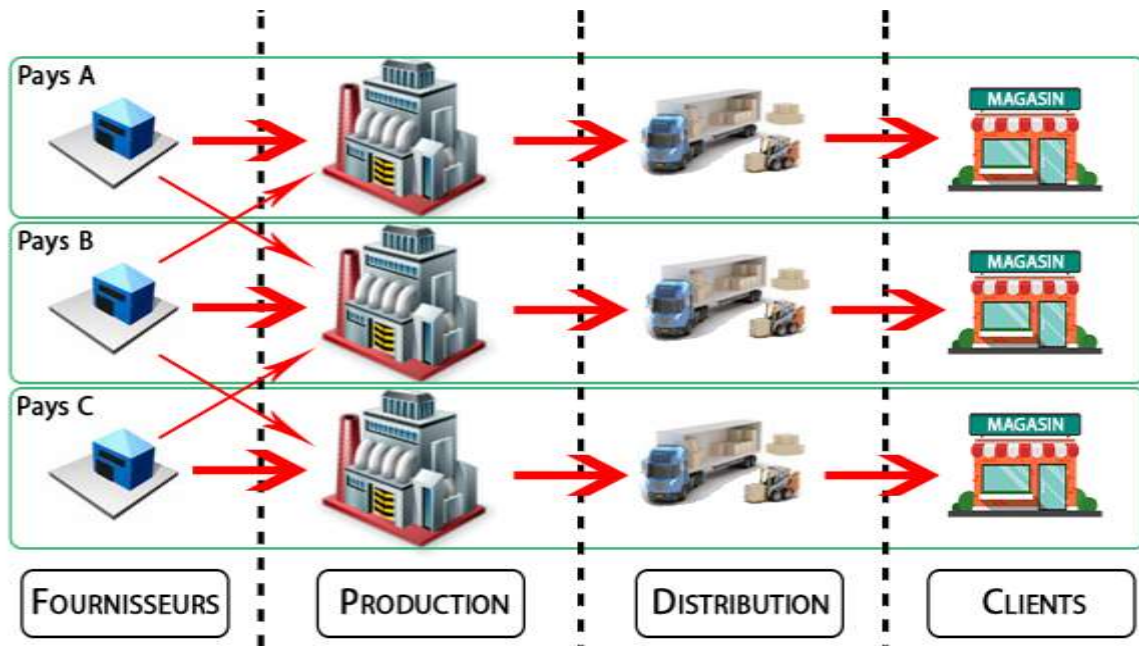


Figure 1, 2:chaîne logistique globale

Toutes les opérations effectuées à l'intérieur des frontières de l'entreprise font partie de la chaîne logistique interne.

Toutes les opérations effectuées en dehors d'une entreprise, comme le transport, et aux facteurs environnementaux, qui peuvent avoir un effet direct ou indirect sur les opérations, par exemple, retard des fournisseurs, modifications des lois ou catastrophes naturelles.

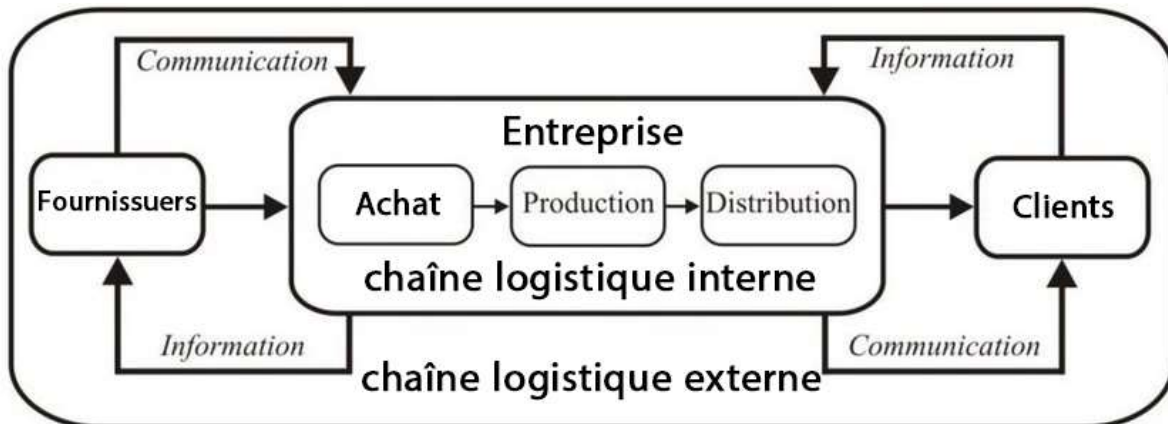


Figure 1, 3:chaîne logistique interne/externe

1.4 Les fonctions de la chaîne logistique : (Zeddam)

D'après Halley, qui a donné un aperçu des fonctions de la chaîne logistique dans la définition qui suit : « La chaîne logistique se définit comme un réseau d'entreprises en interaction dont l'objectif est de livrer un produit ou un service à l'utilisation final en coordonnant les activités associées au mouvement des biens de la matière première jusqu'à la livraison du produit fini par des combinaisons efficaces de ressources qui contribuent à la création et à la livraison de la valeur» Plus généralement, les fonctions d'une chaîne logistique vont de la prévision, planification et d'exécution depuis l'achat et l'acquisition des matières premières jusqu'à la distribution des produits finis au client, en passant par la fabrication des produits.

1.4.1 Le processus Approvisionnement :

Le processus Approvisionnement se concentre sur les étapes de l'importation des matières premières des fournisseurs et qui incluent la création de demandes d'achat et de bons de commandes, la réception et l'inspection des pièces et des services, ainsi que l'enregistrement des factures émises par les fournisseurs.

Une fois les fournisseurs étant déterminés, les deux parties commenceront à négocier le prix et la quantité à livrer, après la livraison, le service de stockage vérifiera l'état du lot pour décider d'accepter ou de refuser l'envoi.

Le processus Approvisionnement regroupe ainsi toutes les relations avec les fournisseurs pour assurer les niveaux de stocks en composants nécessaires et suffisants pour la fabrication. [Harmon.1992]

1.4.2 Le processus de production

Le processus de Production concerne toutes les différentes étapes de transformation que traversent les inputs pour produire un produit fini. L'objectif du processus Production est de fabriquer des biens ou services de bonne qualité et quantité au bon moment et au bon coût de fabrication.

Les méthodes de la gestion de production visant à améliorer de façon continue la gestion des flux et stocks inclus dans la chaîne de fabrication qui débute avec les fournisseurs et se termine chez les clients intermédiaires ou finaux.

1.4.3 Le processus de distribution :

Le processus de distribution concerne le processus de supervision de la circulation des marchandises du fournisseur ou du fabricant au point de vente. Dans un autre sens, il concerne le processus de mise à disposition d'un produit ou d'un service pour le consommateur ou l'utilisateur professionnel qui en a besoin.

1.4.4 Le Processus Vente :

Le processus de vente est un ensemble d'étapes répétables que le service commercial prend faire la promotion de leurs produits et ensuite pour amener la commande soumise par le client à une vente conclue (négociation des prix et des délais, enregistrement des commandes,

quantité ...). Les aspects marketing (analyse de marché, publicité, promotions, ...) sont aussi gérés dans ce processus.

1.4.5 Interactions entre les processus et autres « services » :

Les quatre processus-clés de l'entreprise interagissent les uns avec les autres afin de prendre des décisions qui permettront à l'entreprise de continuer sans interruption. Ces décisions dépendent du partage d'informations entre les différents services de l'entreprises ainsi que de celles provenant des clients et des fournisseurs. Par exemple, le processus Vente communique régulièrement le carnet de demandes des clients au processus Approvisionnement pour que celui-ci prépare les achats de composants. D'autre part, les processus production et Distribution suivent les niveaux de stocks (matières premières, en-cours, produit fini) dans les différents entrepôts et renseignent le processus Approvisionnement...

Fournisseur » est en relation directe avec le processus Achat de l'entreprise « client ». Et c'est justement ce lien, certes ancestral dans l'histoire de l'économie, qui, étendu à un partenariat multi-entreprises, est à l'origine de la notion de Chaîne Logistique. [Croom et al., en 2000]

1.5 Conception des chaînes logistiques : (Zeddiam)

La conception de la chaîne logistique consiste à concevoir une chaîne logistique pour répondre aux priorités des activités d'une entreprise. Plus spécifiquement, il s'agit de gérer efficacement l'inventaire. Pour l'activité d'approvisionnement, l'entreprise choisit les fournisseurs qui lui conviennent pour approvisionner sa chaîne de fabrication en matières premières et en composants.

Pour l'activité de production, l'entreprise choisit l'emplacement idéal pour construire son usine afin d'optimiser ses performances et de réaliser des profits plus élevés, cela inclut les meilleurs itinéraires de distribution qui relient les fournisseurs et l'entreprise ou l'entreprise et les clients.

L'objectif principal de la conception de la chaîne logistique réside dans l'identification des décisions et des solutions de Trade-off pour savoir quand et où les meilleurs investissements devraient aller et donc pour créer un équilibre entre les stocks, le transport et les coûts de fabrication et pour minimiser les coûts opérationnels de l'ensemble des activités de la chaîne et maximiser la satisfaction des clients finaux, sous des contraintes économiques, sociales et environnementales.

Pour assurer la meilleure efficacité de la conception de la chaîne logistique d'une entreprise, de nombreuses décisions critiques doivent être prises et cela se produit à 3 niveaux (les décisions stratégiques, les décisions tactiques et les décisions opérationnelles) et s'exécute à travers les différents horizons de temps (court, moyen et long terme).



Figure 1, 4:pyramide des niveaux de décisions

1.6 Les flux de la chaîne logistique (Zeddami)

La supply Chain est la gestion des flux. Il existe trois flux majeurs dans toute chaîne logistique : flux d'information, physique et financier. Examinons chacun de ces flux en détail et voyons également comment ils sont utilisés efficacement dans les entreprises. (Zeddami)

1.6.1 Le flux d'information :

Tout au long de la chaîne logistique, il y a un échange d'informations entre les différents acteurs de la chaîne logistique depuis les fournisseurs jusqu'au client. Ce flux est bidirectionnel, c'est-à-dire qu'il va dans les deux sens dans la chaîne logistique.

La sortie d'un système fonctionnel peut devenir une entrée pour un autre. Pour comprendre cette signification concernant le flux d'informations, l'exemple suivant a été donné ;

Si le client un certain nombre de produits, il contactera le revendeur, qui prendra alors contact avec le distributeur et enfin le fabricant sera informé de cette demande. Au cas où il n'y aurait pas assez de matières premières pour la production, le fabricant contactera les fournisseurs pour les matières premières.

1.6.2 Le flux physique :

Le flux physique est constitué par le déplacement et le stockage de la marchandise. On commence par la réception des premières ressources des fournisseurs, Traversez l'usine, où ce dernier est transformé en produit final et stocké dans l'entrepôt ou transféré aux distributeurs puis aux clients ou aux magasins. Ce flux concerne également la récupération des marchandises et l'annulation des services refusés par le client. (Zeddami)

1.6.3 Le flux financier :

Le flux financier implique le mouvement d'argent du client au fournisseur. Habituellement, lorsque le client reçoit le produit et le vérifie, le client paie et l'argent retourne au fournisseur (le fabricant, le distributeur et les magasins reçoit également sa part de l'argent Parfois), les finances circulent dans l'autre sens (du fournisseur au client) sous forme de débit.

Le flux financier concerne toute la gestion pécuniaire des entreprises : les taxes (factures d'électricité et de carburant), Achats de composants ou de matières premières, coûts de fonctionnement des équipements et outils de production, de la location d'entrepôts, ... et bien sûr du salaire des employés. (Zeddam)

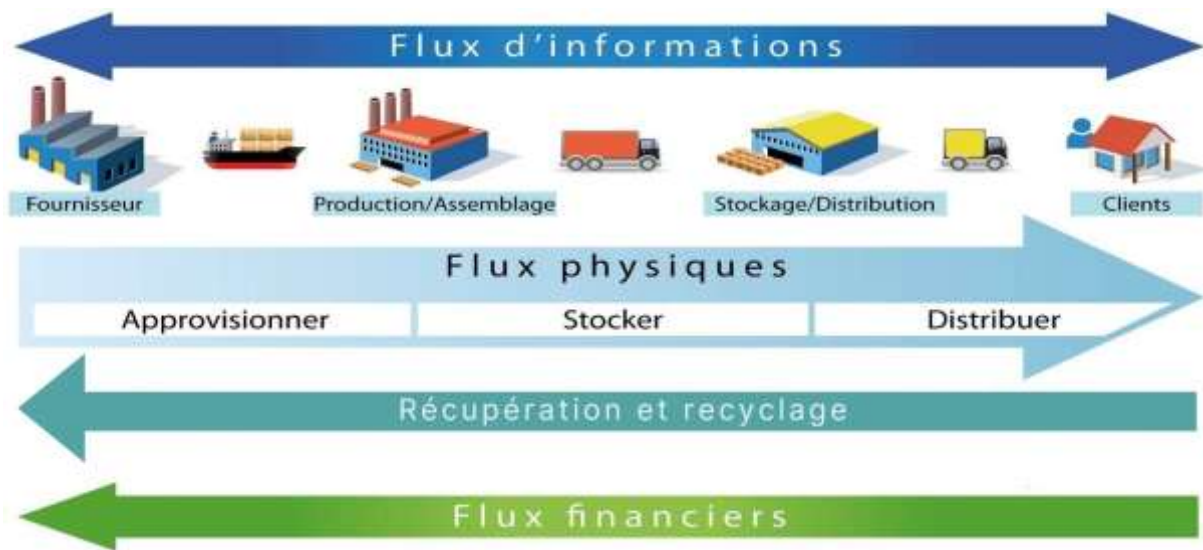


Figure 1, 5:les flux de la chaîne logistique. [Christopher, en 1998]

1.7 Le Transport : (Button, 2010)

Les transports font partie du quotidien donc chacun a une idée sur plus au moins sur son utilisation, mais il contient une section technique et économique complexe, toutes d'abord il faut distinguer le transport de marchandise du transport de voyageurs.

1.7.1 Le transport de marchandises :

Appelée aussi fret est en générale une activité professionnelle en soi ; le chargeur possède une marchandise qu'il confie à un transporteur pour la livrer à un client donné , si le transporteur est un service interne de l'entreprise on l'appellera donc **de compte propre**, si le transporteur appartient a une entreprise de service on l'appellera **compte d'autrui**, donc le transport de marchandise est une activité qui utilise des flottes de véhicules et des circuits pré programmé pour satisfaire les demandes de ses clients .

1.7.2 Le transport de voyageurs :

Il est devisé en deux transport **publics ou transport privé** le transport public est équivalent au compte d'autrui car il est organisé par une personne pour le compte d'un client, à l'inverse d'un transport privé qui est organisé par une personne pour son propre compte.

1.7.3 Les acteurs de transport :

Dans le domaine de transport que ce soit pour personnes ou marchandises on a un ensemble d'acteurs qui interviennent qu'on cite dessous :

1.7.3.1 L'état :

Joue un rôle d'autorité organisatrice des trains d'équilibre du territoire par exemple les responsables d'un aéroport, ou des stations train, responsable d'une entreprise de transport etc...

1.7.3.2 Les régions :

La région aux quel les actions de transport sont affectées dessus, ex : région d'Alger, Tlemcen, etc...

1.7.3.3 Départements :

Ce sont des autorités organisatrices qui décide les lignes de transport pour chaque type de transport existant.

1.7.3.4 Les clients :

Peuvent être des clients transportés au des points d'arrivé dans le cas de transport marchandise.

1.8 Les modes de transport :

Les opérations de transport apparaissent dans de différents modes, ce qu'on entend par mode de transport c'est des techniques appliqué pour traverser la distance donnée entre deux points camions, avions,...etc.

La disponibilité de plusieurs formes de transport permet aux utilisateurs de choisir le moyen qui convient le plus en gardant en compte le type de produits transport les dangers possibles c'est-à-dire le moyen de transport le plus adaptative. (Button, 2010)

1.8.1 Le transport terrestre :

Il se devise en deux :

1.8.1.1 Transport routier :

C'est une activité de transport terrestre qui s'applique sur le les routes elle enveloppe le transport des personnes et le transport des marchandises. Dans l'industrie c'est l'un des moyens les plus utilisée pour satisfaire les demandes des clients dans la région, le transport routier est l'un des moyens les plus sain dans le domaine de transport.

1.8.1.2 Le réseau ferroviaire :

C'est un ensemble de lignes de chemin de fer, gars et installations (dépôts, ateliers triages ...), qui permettent le déplacement de convois ferroviaire ou trains dans l'ensemble de clients données dans la région. Un réseau ferroviaire se distingue par une certaine norme technique et d'exploitation qui peuvent poser problème en cas d'intersection entre les réseaux, l'utilisation de ces normes est un domaine vaste car elle met en jeu des investissements techniques, humaine et économiques très élevée.

1.8.1.3 Le transport maritime :

Un des modes les plus utilisées dans le transport de marchandises le transport maritime a perdu sa valeur pour les personnes à cause des moyens de transport plus facile et plus rapide mais le considère le meilleur moyen de transport de produits, cela revient à la charge énorme qu'on peut transporter. Ce mode de transport couvre l'essentiel des matières premières (pétrole et produits pétroliers, charbon, bauxite, alumine, phosphates, etc.). A côté de ce transport en vrac, il couvre également le transport de produits préalablement conditionnés se présentant sous forme de cartons, caisses, palettes, fûts, ce que l'on a coutume de la marchandise diverse (Button, 2010)

1.8.1.4 Transport aérien :

Le transport consiste à déplacer les passagers ou marchandises par voie aérienne c'est le moyen de transport le moins dangereux, qui a connu des améliorations et développement rapide au niveau du matériels et infrastructures.

Le transport aérien est effectué par des compagnies aériennes utilisant des avions de ligne, c'est le moyen le plus rapide de transport mais il est bloqué a des types précise de produits et le plus couteux du moment, la majorité des avions sont équipé d'une section aux passagers et une section aux largages ou produits d'entreprises.

1.8.1.5 Les transports fluviaux :

La vois d'eau d'intérieur est l'un des plus anciens modes de transport elle représente un obstacle mais offres des infrastructures dans les sens courants, qui sont considérer comme un élément moteur, c'est des avantages naturels offert à quelques payes par exemple le Nile en Egypte, Mississippi River, les infrastructures peuvent être artificielles (canaux). (Button, 2010)

1.8.2 Transport des matières dangereuse :

Une marchandise est considérée dangereuse quand elle susceptible de causer des conséquences graves à la population ou l'environnement, pour savoir si une matière est considérer dans cette partie il suffit de consulter le FDS (fiche de donnée de sécurité) du produit : (Ciamba, 2019)

Il contient 16 règlements :

- Identification du produit chimique
- Information sur les composants
- Identification des dangers
- Description des premiers secours en cas d'urgence
- Mesures de lutte contre l'incendie]
- Mesures en cas de dispersion accidentelle
- Précaution de stockage, d'emploi et de manipulation

- Procédures de contrôle de l'exposition des travailleurs et caractéristiques des équipements de protections individuelles
- Propriétés physico-chimiques
- Stabilité du produit et de la réactivité
- Informations toxicologiques
- Informations éco toxicologiques
- Informations sur les possibilités d'élimination des déchets
- Informations relatives au transport
- Informations réglementaires
- Autres informations

Les moyens de transport des matières dangereuses sont les mêmes mais des contraintes de sécurités d'impose sur les véhicules utilisés par exemple dans le cas du GPL les bouteilles de Gaz doivent être bien charger avec des protège vanne et doivent être transport à une vitesse qui ne dépasser pas 70km/h, le cas d'essence le compartiment doit s'enfermé jusqu'à sa destination un compartiment pour chaque client.

1.8.3 Les risques de matières dangereuses : (Youssef), (Abdeldjalil Anissa)

- Les risques d'explosion : qui peut être causé à cause de la chaleur ou le choc aussi la pression
- Les risques gazeux : fuite gazeuse ou éclatement d'un récipient
- L'inflammabilité : propriétés de combustion rapide
- Toxicité : risque imposé surtout sur la santé
- Radioactivé : risques d'émission de rayons radioactives comme les produits nucléaire.
- Corrosivité : propriétés d'oxydations des matériaux (Acide)
- Infection : provoque des maladies chez l'homme ou les animaux (comme le soufre) .
- Réactions spontanées : réaction d'un produit au contact d'un autre qui peut causer une explosion ou des gaz dangereuses.
- Brulures : cause des brulures par le chaud ou le froid.

1.9 Planification (Thietart, 2012)

La planification est l'organisation selon un plan. C'est un processus volontariste de fixation d'objectifs, suivi d'une détermination des moyens et des ressources nécessaires pour atteindre

ces objectifs selon un calendrier donnant les étapes à franchir. C'est aussi un guide, que l'on pourrait appeler artifice, permettant à chaque acteur de se situer et d'orienter son action par rapport à l'objectif général.

1.9.1 Planification des transports

La planification des transports consiste à organiser le transport des personnes et des marchandises en déterminant avec quels moyens de transport et à quelle heure, les articles seront transportés via un itinéraire particulier.

1.9.2 Les principales caractéristiques du secteur de transport (Prud'homme)

Le transport conserve des spécificités qui marquent fortement son évolution et continuent de le distinguer.

Nous dégageons certains de ces caractéristiques dans les points suivants :

- ✓ C'est un service de consommations intermédiaire, il constitue un auxiliaire de l'activité professionnelle, des loisirs ou de production. Sa demande n'est pas érudable, ou encore à court terme, il n'y a pas de substitution possible à ce facteur.
- ✓ Le transport est une autoconsommation mal appréciée par la comptabilité nationale du fait qu'une large part du travail nécessaire au transport est fournie par les usagers eux même qui conduisent leurs propres véhicules
- ✓ Le transport requiert du temps dont la vitesse est un attribut majeur. La notion de « marché des transports » est une abstraction dangereuse. Elle regroupe en effet des services et des champs d'activité bien différents en termes de demande, d'offre, de technologie, et de coûts. Il faut pour comprendre et agir utilement décomposer le « marché des transports » entre différents services de transport qui ne sont en rien substituables. Cette observation montre qu'aucun mode de transport n'est de soit supérieur à un autre. Cela dépend du trajet et du besoin de l'utilisateur.
- ✓ Les infrastructures de transport sont caractérisées par leur longue durée de vie, ainsi que la longueur de la période de leur construction. Le secteur des transports est dit à fortes indivisibilités, ce qui signifie que l'adaptation continue de l'offre et de la demande est difficile.

1.9.3 Canalisation :

L'activité transport par canalisation assure l'acheminement des hydrocarbures (pétrole brut, condensat, gaz naturel et GPL). La canalisation en Algérie est représentée dans la carte **Figure 1, 6**.

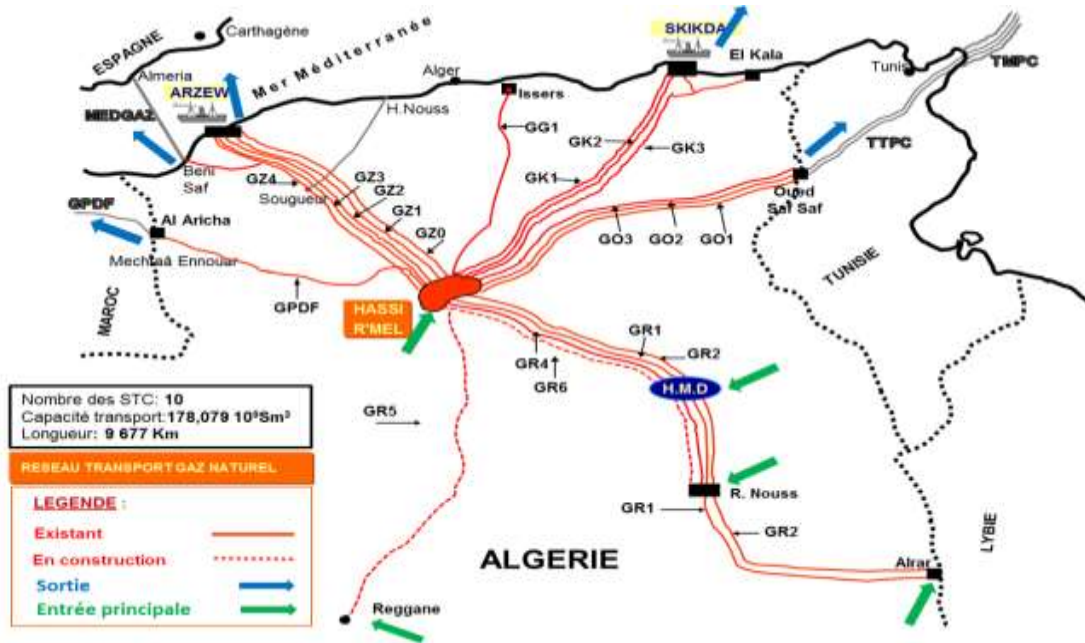


Figure 1, 6: Carte du Réseau de Transport du Gaz naturel (Sonatrach)

1.9.4 Cabotage (Maritime) : (Abdeldjalil Anissa)

Le transport des carburants par cabotage entre les ports pétroliers en Algérie connaît un développement ambitieux, pour assurer la disponibilité du carburant pendant toute l'année, notamment en période de forte consommation. Naftal travaille toujours à élever le niveau d'activité de transport maritime d'hydrocarbures.

Selon Algérie Presse Service, la société nationale de commercialisation et de distribution de produits pétroliers, Naftal, a procédé à la réception d'un navire caboteur-ravitailleur, baptisé le MT-Tolga, d'une capacité de près de 4.500 tonnes, ce navire est destiné à l'approvisionnement de navires internationaux et nationaux en combustibles liquides, notamment en fuel et gasoil.

A ce propos, le navire MT-Tolga garantira le transport de divers produits pétroliers depuis la raffinerie d'Arzew vers l'Est du territoire et depuis la raffinerie de Skikda vers d'autres villes du littoral algérien. Et ce, dans le but de fructifier ce secteur stratégique.

Lors de la cérémonie de réception, M.Benfriha a abordé les prévisions annuelles de la société nationale de commercialisation et de distribution de produits pétroliers. Évoquant, ainsi, la commercialisation future de plus de 450.000 tonnes de carburant (C.Melissa).

La Figure 1, 7, représente un navire de cabotage de l'entreprise Naftal.



Figure 1, 7:Naftal réceptionne un nouveau navire caboteur-ravitailleur « Tolga », (C)

1.10 Les méthodes d'optimisations :

Sources : (Halpern, 2005), (Bellalouna), (Belhaouci)

1.10.1 Description d'un problème d'optimisation :

Tous les problèmes d'optimisations peuvent être exprimé de la façon suivante :

Min or max $f(x)$ Sous les contraintes $x \in X$

X est un sous ensemble de R^n .

1.10.2 Les types de maximum et minimum :

Les minimums et les maximums locaux sont souvent les problèmes des algorithmes (heuristique) se sont des points de la fonction qui bloque la recherche des méthodes pas à pas :

On dit que x est un minimum local si et seulement si : **(Figure 1, 8)**

$x \in R^n$ est un point de minimum local de f sur X si

$$x \in X \text{ et } \exists r > 0 \mid \forall y \in X \cap B(x,r), f(x) \leq f(y).$$

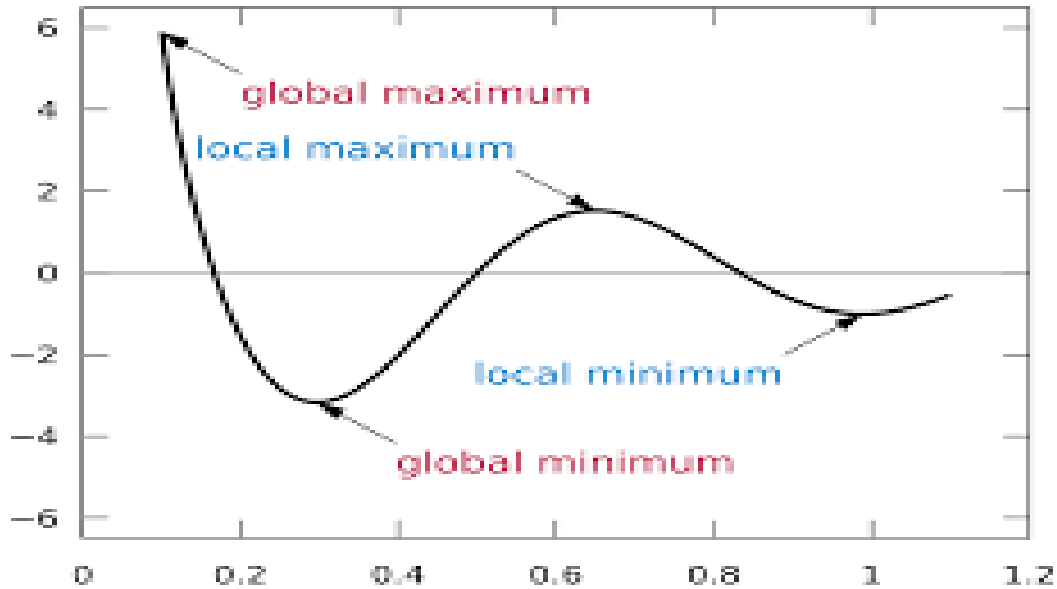


Figure 1, 8:représentation des points de graph

Et globale si :

$$x \in X \text{ et } \forall y \in X, f(x) \leq f(y).$$

La même chose pour le maximum cela est démontré avec la notion suivante :

$$\max_{x \in X} f(x) = - \min_{x \in X} -f(x).$$

Ainsi la recherche d'un maximum pouvant se ramener la recherche d'un minimum, nous ne nous intéresserons qu'à la recherche du minimum.

1.10.3 Les contraintes :

1.10.3.1 Cas ou l'ensemble x des contraintes est borné :

La première image d'un fermé borné par une application continue $f(x)$ est fermé borné seulement si : f est continue et x est borné, comme dit dans le **Théorème de Weierstrass** :

Soit X un ensemble fermé borné non vide de R^n et $f : X \subset R^n \rightarrow R$ une application continue sur X . Alors f est bornée et atteint ses bornes. Autrement dit, il existe $x \in X$ point de minimum global de f sur X i.e. :

$$\forall y \in X, f(x) \leq f(y)$$

De la même façon, il existe un point de maximum global de f sur X .

1.10.3.2 Cas ou l'ensemble x non borné :

Dans cette partie on s'intéresse aux problèmes non bornés c'est un cas particulier ou il ne y'a pas de contraintes c'est-à-dire $X = R^n$, l'idée est qu'un problème existe un infimum

mais il n'est pas atteint car celui-ci se trouve à l'infinie, Une fonction qui illustre ce problème est la fonction $f : x \mapsto x - 1$ qui admet 0 comme infimum sur $R +$ pour $x = +\infty$.

1.10.3.3 Cas contraints d'égalités :

X est définie par des contraintes d'égalité et d'inégalité ce problème est difficile à montrer sauf dans le cas pratique : $X = \{x \in R^n : h(x) = 0, g(x) \leq 0\}$

où $h : R^n \rightarrow R^p$ et $g : R^n \rightarrow R^q$. L'écriture " $h(x) = 0$ " représente en fait p contraintes d'égalité : $h_i(x) = 0, i = 1, \dots, p$

Et de même " $g(x) \leq 0$ " représente q contraintes d'inégalité : $g_i(x) \leq 0, i = 1, \dots, q$

Les fonction g et h sont continue.

1.10.4 Convexité :

Dire qu'une fonction dérivable sur un intervalle est convexe sur cet intervalle signifie que sa courbe représentative est entièrement située au-dessus de chacune de ses tangentes.

Soit $X \subset R^n$ convexe et $f : X \rightarrow R$ une fonction. Le problème $\min_{x \in X} f(x)$ est dit convexe si et seulement si la fonction objectif f est convexe et si l'ensemble X des contraintes est convexe.

Si f est strictement convexe et l'ensemble X est convexe, alors le problème $\min_{x \in X} f(x)$ est dit strictement convexe

1.10.5 Quelques notions sur les algorithmes d'optimisation :

1.10.5.1 Décence du gradient :

Prenant un exemple $\min_x f(x) = x^2 - x + 1$ le but ici est de trouver un minimum de la fonction

- Solution analytique :

La solution analytique passe par : $f'(x) = 0$ En s'assurant que $f''(x) > 0$ $f'(x) = 2x - 1 = 0 \Rightarrow x^* = 1/2$

Solution avec décente du gradient :

- 1) Initialiser x au hasard ;
- 2) Répéter $x_{t+1} = x_t - n * \nabla f(x_t)$
- 3) Jusqu'à convergence

$-n * \nabla f(x_t)$ On cherche à minimiser, n est nombre faible qui permet de converger vers la solution.

1.10.5.2 Décence du gradient stochastique :

Une méthode approximative de la décente du gradient applicable lorsque la fonction objective est une somme de plusieurs fonctions dérivables. Un algorithme qui a été appliqué sur plusieurs domaines large les avantages de l'algorithme :

- Efficient
- Facile à implémenté

Les inconvénients :

- Demande des paramètres telle que le paramètre de régression et le nombre d'itérations donc on ne peut pas savoir combien d'itération et quel régression utilisé pour avoir une solution optimale
- Sensible à la mise en échelle des caractéristiques.

1.10.5.3 La régression polynomiale et linéaire :

La régression linéaire fonctionne merveilleusement lorsque les données analysées permettent le tracé d'une droite de meilleur ajustement. Mais comparé à la régression polynomiale ou au lieu d'avoir une droite de régression on a une courbe, plusieurs paramètres peuvent être ajouté comme le degré de courbure l'ordre polynomiale, la régression polynomiale donne juste beaucoup plus de possibilités d'ajustement sur les points possibles.

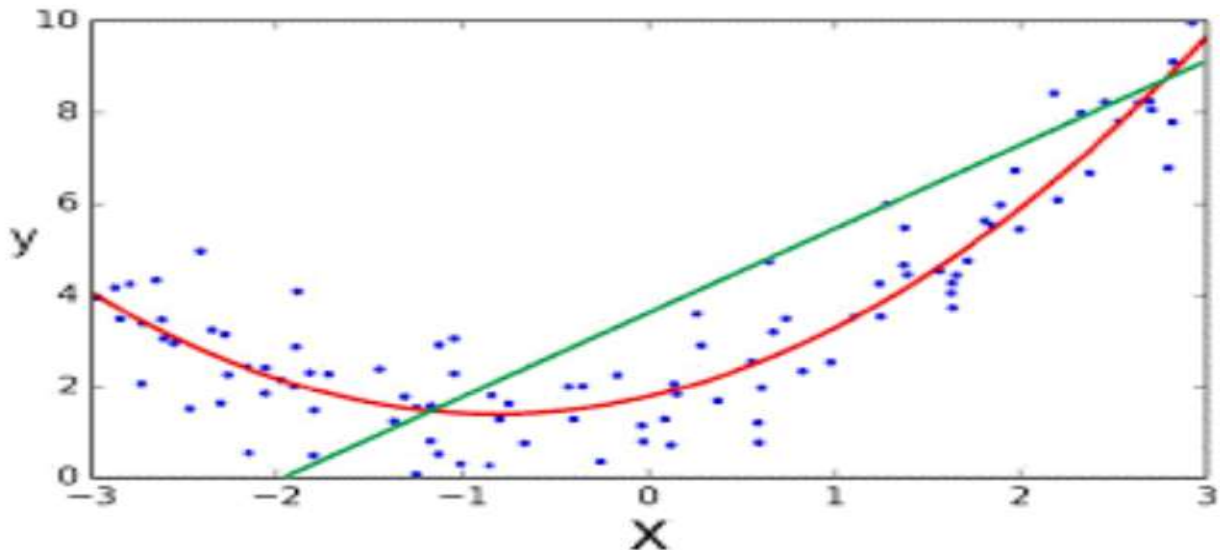


Figure 1, 9: figure régression polynomiale vs linéaire

D'autres algorithmes sont cités dans le chapitre 3.

1.10.6 Machine Learning :

Ce concept de résumé comme une technique qui permet de résoudre des problèmes pour les humains.

Donc l'idée principale est d'apprendre à la machine comment résoudre les problèmes, alors que plusieurs personnes suivent le domaine de machine Learning, rare reste les personnes « hors technos » qui connaissent ce domaine.

Les méthodes citées juste avant sont considérées comme type de machine Learning programme.

1.10.6.1 Réseau de neurones :

Pour arriver à trouver la droite précise de la courbe de régression pour des ensembles de données très compliqués on revient au réseau de neurones qui sont performants dessus, ils permettent de faire plein de tests dans le domaine de définition. (Halpern, 2005)

1.10.6.2 La régression logistique :

Les techniques présentées avant permettent la recherche d'une solution à partir d'une base de données et de calculer de nouvelles valeurs, mais la qualité des données détermine fortement la qualité de la solution, la régression logistique est différente de la régression linéaire car les deux travaillent avec une droite d'ajustement mais le rôle de la droite est différent, dans la régression linéaire on cherche une nouvelle donnée avec la droite, comparé à la logistique on cherche à diviser l'ensemble de données en deux groupes : les données fiables et les non fiables, on peut aussi diviser avec une courbe cela permet de répondre aux questions : est-ce que le problème est complexe ? les données sont-elles correctes ?

Ces techniques sont utilisées dans plusieurs domaines par exemple les données d'une boîte email pour séparer les mails spam et les non spam c'est une forme de machine Learning.

1.11 Conclusion :

La chaîne logistique, ou supply chain, est réellement aujourd'hui une compétence indispensable pour bien des entreprises car, même si ce n'est pas leur cœur de métier, elle a une influence directe et considérable sur sa performance commerciale, économique, financière, environnementale et donc sur la création de valeur durable qu'elle est capable de générer et d'accumuler année après année.

On traite également le domaine de transport et les risques qui peuvent y'avoir dans le domaine, et la planification du transport en générale qui cite les différents moyens de transport et quelles sont les moyens utilisés dans le transport des carburants, toutes en gardant une vue sur le FDS qui résume les risques de chaque produit et les conséquences à prendre en compte en cas d'accident.

Les méthodes d'optimisation utilisées sont des types de machines Learning ou l'humain va apprendre à la machine de résoudre les problèmes rencontrés dans la vie d'entreprise et hors entreprise.

Or, compétence indispensable ne signifie pas pour autant compétence à créer et conserver uniquement en interne, car l'art logistique est précisément un art de la collaboration, et il est nécessaire d'utiliser les moyens de transport et les méthodes d'optimisation cités pour l'améliorer un maximum et réduire les risques de routage de véhicules en gagnant du temps et le coût de transport de marchandises, il faut une collaboration correcte entre les fournisseurs, les clients et le distributeur pour arriver à une adaptation correcte de la chaîne logistique de l'entreprise.

Chapitre 2 : Généralités sur le GPL

2.1 Introduction :

L'Algérie a une importante industrie du gaz du fait de la masse de production annuelle depuis la fin de 1953, qui a été portée par l'État colonial, et après l'indépendance de l'Algérie, le gouvernement a créé par le décret N°63/491 du 31 décembre 1963 la société nationale pour la recherche, la production, le transport, la transformation, et la commercialisation des hydrocarbures, après « Sonatrach » a commencé à extraire du gaz naturel.

Les GPL sont gazeux à température et pression normales, ils se liquéfient s'ils sont suffisamment comprimés ou refroidis, l'augmentation du volume lors de la vaporisation est considérable : 1kg de propane a l'état liquide occupe un volume de 2 litres environ alors qu'une fois à l'état gazeux, il occupera environ 500 litres.

Dans ce chapitre on apporte tout ce qu'il faut savoir sur le centre d'enfutage de Tlemcen, les moyens disponibles, services et le personnel, pour avoir une idée sur le fonctionnement de l'entreprise.

2.2 La production de gaz en Algérie : (Abdeldjalil Anissa) (Youssef)

L'Algérie est le plus grand producteur de gaz naturel de la région méditerranéenne, avec un volume de production de 75 millions de gallons, environ la moitié de la production totale de la région.

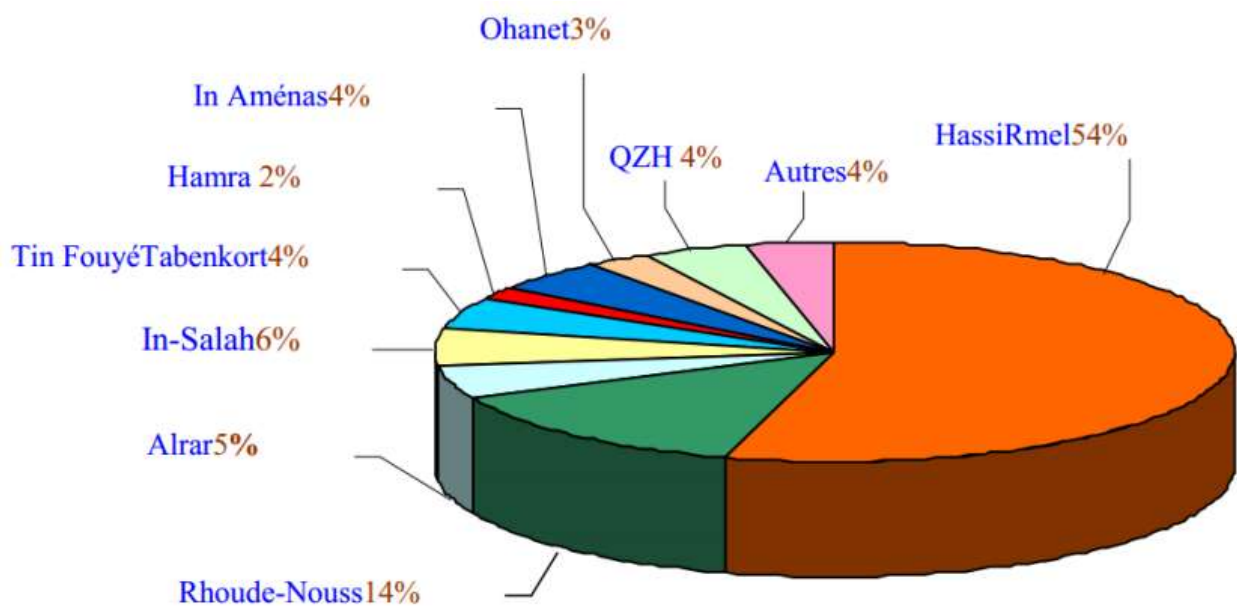


Figure 2 1: Répartition des réserves gazières en Algérie

Sonatrach est classée la 13ème plus grande compagnie pétrolière au monde et le deuxième exportateur en GPL, le troisième plus grand exportateur de gaz naturel. En 1973, il représentait près de 85% de la production de pétrole brut. Le pétrole brut ne représente actuellement que 25% des exportations et le reste étant réalisé par le gaz naturel sous forme

GNL, c'est-à-dire liquéfié, ou par gazoduc, le GPL, le condensat et les produits raffinés. (Natural, 2007)

Les autorités algériennes, conscientes des risques, entendent travailler sur deux fronts : maîtrise la demande (notamment en relèvement les prix de l'électricité et du gaz naturel, bien moins que la valeur de ces produits destinés à l'exportation) intensification de l'exploration (y compris du gaz de schiste, dont le pays serait doté de réserves parmi les plus importantes). (Cherif, 2017)

L'Algérie peut augmenter sa production de gaz d'ici la fin de cette décennie grâce à la mise en œuvre de plusieurs projets : Regani North, Timmoun, Touat, Ain Tesla, le district de Salah, Hassi Ba Hamou, Hassi Mwena, etc. Les nouveaux champs devraient ajouter 12 Gm³ /an à la production du pays. (Cherif, 2017)

2.3 Généralité :

2.3.1 Gaz :

Les gaz sont des matériaux qui n'ont pas de volume défini ni de forme spécifique, en d'autres termes, les gaz peuvent facilement s'écouler et prendre la forme d'un conteneur et se dilateront en se redistribuant pour remplir uniformément ce conteneur.

2.3.2 Le butane :

Le butane est un alcane de formule brute C₄H₁₀ et généralement conditionné en bouteille de 13 kg. Il est utilisé comme composant du pétrole, utilisé comme combustible à usage domestique (par exemple le chauffe-eau) et également d'appoint, notamment pour le chauffage (radiateur à gaz pour l'intérieur des locaux d'habitation, commerces et ateliers) et aussi comme matière première pour la production de produits pétrochimiques de base dans le vapocraquage, comme propulseur dans les aérosols tels que les déodorants et comme carburant pour les briquets. Le butane est classé parmi les gaz de pétrole liquéfiés.

2.3.3 Le propane :

Le propane est un alcane à trois carbones de formule moléculaire C₃H₈.

Le propane est utilisé dans les maisons, les lieux de travail etc... pour le chauffage de l'eau, le chauffage des locaux et la cuisson, il est également utilisé comme carburant pour les moteurs à combustion interne.

Le propane est principalement utilisé comme combustible et carburant (c'est le principal composant de gaz de pétrole liquéfié).

2.3.4 GPL :

Le GPL carburant est un mélange de butane(C₄) et de propane(C₃) à des proportions normalisées. Ce carburant est distribué en Algérie par NAFTAL depuis 1983 sous le nom commercial déposé « SIRGHAZ »

Les GPL peuvent être obtenus à partir de diverses sources de traitement des hydrocarbures telles que :

- Le traitement du gaz naturel ou gaz associés.
- Le raffinage du pétrole.
- La liquéfaction du gaz naturel.

Le GPL est à température ambiante et pression atmosphérique, et peut passer à l'état liquide sous les conditions suivantes :

- Pression relevée la température ambiante.
- Pression atmosphérique et basse température.
- Pression modérée et température pas tellement basse

Cette propriété lui permet d'être stocké dans un volume réduit (250 Litres de GPL gazeux égale à un litre de GPL liquide). (Brahim, 2016) À partir de variation de composition molaire du GPL définit dans **Tableau 2 1** .

Composants du GPL	% molaire
Methane	0.32
Ethane	1.12
Propane	60.95
Iso butane	15.46
Normal butane	22.14
Iso pentane	0.01

Tableau 2 1: Composants du GPL

Par rapport au carburants (Diesel & Essence), l'utilisation du GPL permet de réduire :

- ❖ 60% des monoxydes de carbone.
- ❖ 50% des émissions d'oxyde d'azote.
- ❖ 90% hydrocarbures et particules.

Grâce à une taxation avantageuse, le « SIRGHAZ » est aujourd'hui le carburant le moins cher du marché avec son prix de 9 DA/litre et présente aussi une autre source d'économie qui réside dans la combustion du GPL qui ne laisse aucun dépôt de calamine, ce qui rend l'entretien du véhicule roulant au « SIRGHAZ » moins coûteux qu'un véhicule traditionnel. Le « SIRGHAZ » réduit significativement les émissions de gaz à effet de serre (CO₂, CO) et les émissions polluantes par rapport aux carburants classiques. Le « SIRGHAZ » ne contient ni plomb, ni benzène, et ne produit pas de particules. (GPL/C-).

2.4 La consommation nationale du GPL :

Selon des sources officielles de Naftal 2018, 2019, 2021 :

En 2019, la consommation du GPL-c a atteint **859 257 tonnes**, soit une hausse de 32% par rapport à l'année 2018(649 977 tonnes). (Algérienne, 2019)

En 2021, 24.000 bouteilles de gaz butane de 13 kg distribuées par jour (les 58 wilayas) = **113880 tonnes**. (Service, 2020)

En 2018, L'algérien consomme 700.000 M3/an de gaz, dont 40% en propane, alors **280000 tonnes**. (Watan, 2018)

280000(22.34% Propane) + 113880(9.09% Butane) + 859257(68.57% GPL-c) = 1253137 tonnes

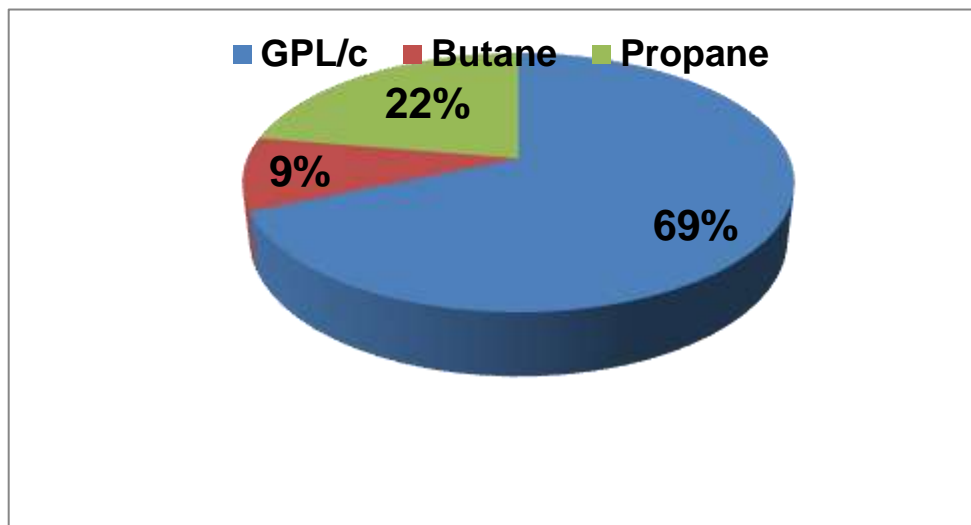


Figure 2 2:La demande nationale du GPL (2021)

2.5 Généralités sur le gaz pétrole liquéfié (GPL) : (N.E.HOCINI, 2018)

2.5.1 Origine du GPL :

Le GPL est extrait à partir de diverses sources qui peuvent être :

- De la récupération à partir de la liquéfaction des gaz associés (champs pétroliers).
- Comme sous-produit à partir des unités de liquéfaction du gaz naturel GNL.
- Du pétrole brut après raffinage comme sous-produit.
- De la récupération à partir des champs gaziers.

2.5.2 Caractéristique du GPL :

2.5.2.1 Densité :

Dans l'état gazeux il est plus lourd que l'air : La densité du propane est de 0.51 et celle du butane est de 0.58. 28

2.5.2.2 Dilatation :

À l'état liquide, il a un coefficient de dilatation dont il faut tenir compte lors leur stockage, car les sphères ne doivent jamais être remplies complètement.

2.5.2.3 Tension de vapeur :

Soumis à des températures supérieures à leur point d'ébullition, le propane et le butane ne peuvent être amenés à l'état liquide sous pression ou par réfrigération. Le GPL a une tension de vapeur à 20°C égale à :

- ✓ Pour le butane : 2 bars.
- ✓ Pour le propane : 8 bars.

2.5.2.4 Température d'ébullition :

A la pression atmosphérique, la température d'ébullition du butane est de -0.6 °C et celle du propane est de -40 °C.

2.5.2.5 Impuretés :

Le GPL produit au niveau des différents champs doit répondre aux spécifications suivantes :

- ✓ Teneur en gaz sec inférieure ou égale à 3 % mol.
- ✓ Teneur en condensât inférieur ou égale à 0.4 % mol.

2.5.2.6 Odeur et couleur :

Le GPL est incolore, soit à l'état vapeur ou liquide et pratiquement inodore. Pour des raisons de sécurité un odorant doit être ajouté pour la détection des fuites. Cet odorant est à base de sulfures appelés Mercaptans.

2.5.2.7 Toxicité :

Le GPL s'enflamme dans l'air, il émet un gaz considéré comme toxique. Le gaz en question dénommé le monoxyde de carbone est formé suite à une combustion.

2.5.2.8 Pouvoir calorifique supérieur :

C'est la propriété la plus intéressante étant que les GPL sont traditionnellement utilisés pour les besoins domestiques : ➤ Butane = 29460 (i-C4) ; 29622 (n-C4)
➤ Propane = 22506

2.5.3 Utilisation du GPL : (Youssef)

Il est utilisé dans plusieurs domaines tels que :

2.5.3.1 Source d'énergie domestique :

Actuellement de nombreux appareils de cuisson et de chauffage, sont conçus de manière à s'adapter à l'utilisation des GPL.

2.5.3.2 Le GPL en pétrochimie :

Essentiellement utilisés comme combustible dans les secteurs résidentiels et commerciaux, 1,8% des GPL sont cependant consommés comme charge pétrochimique. 10% de l'éthylène, produit par la pétrochimie est produit mondialement à partir du propane.

La demande globale pétrochimique des GPL enregistre un taux de croissance de l'ordre de 10%.

L'utilisation du butane est essentiellement liée à la fabrication du MTBE utilisé comme booster d'octane des essences en substitution au plomb. En Algérie, cette activité présente le double avantage de permettre la production de produits nécessaires à la consommation interne ainsi qu'à l'exportation des produits intermédiaires. Etant donné que la capacité de séparation des GPL est de 9 MT en 2001, il subsisterait une quantité des GPL qui pourra être valorisé comme charge pétrochimique.

2.5.3.3 Le GPL carburant, GPL / C :

Le GPL/C, dont la composante diffère d'une région à une autre, est un carburant qui est utilisé dans de nombreux pays dans le monde, essentiellement en Amérique, en Europe et dans le sud asiatique. Un pourcentage de 7 à 8% du GPL consommé mondialement est sous forme de carburant. L'expérience internationale dans l'utilisation du GPL comme carburant permet d'affirmer que le GPL est aujourd'hui un carburant éprouvé et largement utilisé. Les atouts de ce carburant lui confèrent les caractéristiques d'un carburant propre, moins polluant que l'essence.

L'indice d'octane élevé des GPL permet leur substitution à l'essence sans modification du moteur, de plus il confère à celui-ci un pouvoir antidétonant. Ce carburant a beaucoup d'avantages pour l'environnement, il a une capacité de se mélanger à l'air meilleure que celle de l'essence, il y a absence de plomb, ainsi qu'une diminution des résidus de CO₂ et de CO.

Il est à noter que le GPL/C n'encrasse pas le moteur, et cela grâce à son indice d'octane élevé, ce qui augmente la longévité du moteur et lui assure en plus un pouvoir antidétonant, ainsi qu'un pouvoir calorifique élevé. Le GPL/C est le premier carburant sans plomb compétitif au gas-oil et au super sans plomb, avec près de 23000 stations dans le monde qui délivrent du GPL/C à plus de 5 millions véhicules pour une consommation de 10 MT.

2.5.4 Stockage de GPL :

Il est indispensable de penser, d'ores et déjà, à la valorisation des excédents de G.P.L. pour ne pas avoir à les torcher ; il faut prévoir des moyens efficaces pour le stockage.

Les G.P.L. sont stockés sous pression dans des réservoirs sphériques, lors de leur stockage, des vapeurs de G.P.L. (ou Boil off) se dégagent par ébullition sous l'effet de :

- La convection et la radiation de la chaleur atmosphérique.
- L'échauffement dû à la friction des G.P.L. produits dans les canalisations

- La différence de température entre le liquide stocké et celui à introduire dans le réservoir.

Pour éviter les pertes de ces vapeurs ; Les paramètres de stockage doivent être maintenus dans une plage bien déterminée, pour cette raison, un système de réfrigération par compression, refroidissement et détente des vapeurs est utilisé.

Ces vapeurs sont comprimées de 5.3 bars à 19 bars et 115°C par un compresseur alternatif puis condensées à 54°C dans un aéroréfrigérant et enfin détendues à 5 bars et 15°C, ceci permet le refroidissement de la sphère et par conséquent la réduction de sa pression. Il est à noter que certaines unités utilisent des techniques de stockage à savoir

- Stockage dans des sphères (**Figure 2 3**) à des pressions variables entre 12.5 et 14.5 bars.
- Stockage comme fuel gaz dans des cigares.

Une extension de la capacité de stockage en surface pour recevoir de grandes quantités de G.P.L, excédentaires est à écarter à cause de ses coûts élevés et l'incertitude des quantités de G.P.L. à stocker, quant aux techniques de stockage souterrain en usage actuellement dans le monde, elles peuvent apparaître difficiles à envisager à cause des investissements élevés qu'elles requièrent.

Certains experts de SONATRACH proposent un procédé de stockage qui consiste à réinjecter le G.P.L. sous forme liquide au sein même du gisement du gaz où il est produit à l'aide d'un ou plusieurs puits injecteurs de G.P.L. liquide et possibilité de stocker de grands volumes de G.P.L. avec un investissement minime en plus de la possibilité de déstocker à n'importe quel moment. (Hocini)

2.5.5 Risques du GPL : (Youssef)

Les GPL sont stockés sous pression dans des réservoirs, pour maintenir leur caractéristique de stocks et éviter leur échauffement. Les risques consécutifs à des fuites causé par la défaillance des bouteilles ou des mauvaises manipulations :

2.5.5.1 Risques dus à la vaporisation :

A l'air libre, à la pression atmosphérique la vaporisation se produit à environ -30°C, (température d'ébullition).la phase liquide au contact de la peau provoque des brûlures, à cause de sa température faible.

2.5.5.2 Risques dus aux fuites :

Les fuites peuvent être un résultat du matériel défaillant, la chaleur, mauvais stockage ..., qu'il soit en phase liquide ou gazeuse une fuite du gaz peut causer des brûlures des risques d'explosions même suffocation, ces risques sont élevés dans les espaces confinés, ou le GPL est plus lourd que l'air en s'accumulant pourra atteindre sa limite inférieure d'inflammabilité ou d'explosivité.

2.5.5.3 Risques dus à un échauffement :

La pression du GPL dépend de la température ce qu'il faut prendre en compte au stockage et au transport, il ne faut pas laisser le véhicule au soleil et il faut réduire les stations visitées pour éviter la dilatation du gaz surtout dans l'été, une augmentation de la pression interne dans le réservoir ou les bouteilles de gaz cela peut entraîner l'éclatement du récipient.

2.6 Situation Algérienne de GPL :

2.6.1 Industrie du GPL en Algérie :

Au cours des dernières années, l'Algérie fait de gros efforts pour améliorer l'industrie du GPL, notamment en termes d'activités de production, d'exploitation et de transport maritime. Sonatrach initie de nombreux programmes de développement de ressources gazières lancés pour bénéficier d'une importante disponibilité de GPL. Depuis le réglage l'exploitation du champ gazier HAMRA en 1996, la production de GPL en Algérie a suivi croissance soutenue.

Quelques chiffres peuvent illustrer cette dynamique. La production est passée de 5,05 millions de tonnes en 1996 à plus de 7.3 millions de tonnes en 1998 et devait clôturer dans année (2014) à plus de 14 millions de tonnes. Un pic de 17 millions de tonnes sera atteint en 2020 lorsque les projets développés auront été mis en service. (Algérienne, 2019)

Dans l'Activité Aval, le groupe SONATRACH s'est montré particulièrement actif, en multipliant des partenariats stratégiques pour transformer son gaz naturel en produits pétrochimiques. Cette politique de valorisation des ressources s'est illustrée en 2018 par la signature d'accords majeurs. Dans le secteur de la pétrochimie, SONATRACH a privilégié des investissements sur le sol algérien mais aussi dans des pays cibles, selon les opportunités de croissance. La mise en œuvre de cette politique s'est notamment concrétisée en 2018 par la création d'une société commune entre SONATRACH et Total pour construire une unité de production de polypropylène. (Sonatrach, Rapport-annuel -2018- la pétrochimie ,un axe fort, 2018)

Le marché du GPL carburant présente des opportunités certaines en Algérie, compte tenu de la disponibilité de la ressource et de ses avantages économiques et écologiques.

La stratégie de Naftal pour le développement de GPL/c à long et à moyen termes s'articule autour de quatre (4) grands axes :

1. Développement de la chaîne logistique GPL/c (stockage, réseau de canalisation, flotte de transport de livraison) ;
2. Développement de l'activité de conversion des véhicules (rénovation et réalisation de centres de conversion, acquisition de kits de conversion, formation d'installateurs) ;
3. Extension du réseau de points de ventes de GPL/c (réalisation de points de ventes au niveau des stations-service, réalisation de points de vente dédiés uniquement au GPL/c) ;
4. Propositions de mesures incitatives pour la promotion et le développement de ce produit. (Naftal)

2.6.2 Offre nationale de GPL :

En Algérie la majeure partie des GPL provient des champs pétroliers (79%), l'autre partie est produite au niveau des raffineries des pétroles de Skikda, Alger et Arzew (10 %) et des complexes de la liquéfaction de gaz naturel de SONATRACH -GL2Z et GL1K (11%). (B.mahmoud, 2004)

L'offre du GPL est localisée essentiellement dans la région ouest à Arzew avec 87%, 9% dans la région de Skikda ; 2% au sud et 2% dans la région centre Cet accroissement est dû à la mise en place d'unités d'extraction au niveau des champs de Hassi-R'mel en 1979 ; Adrar en 1985

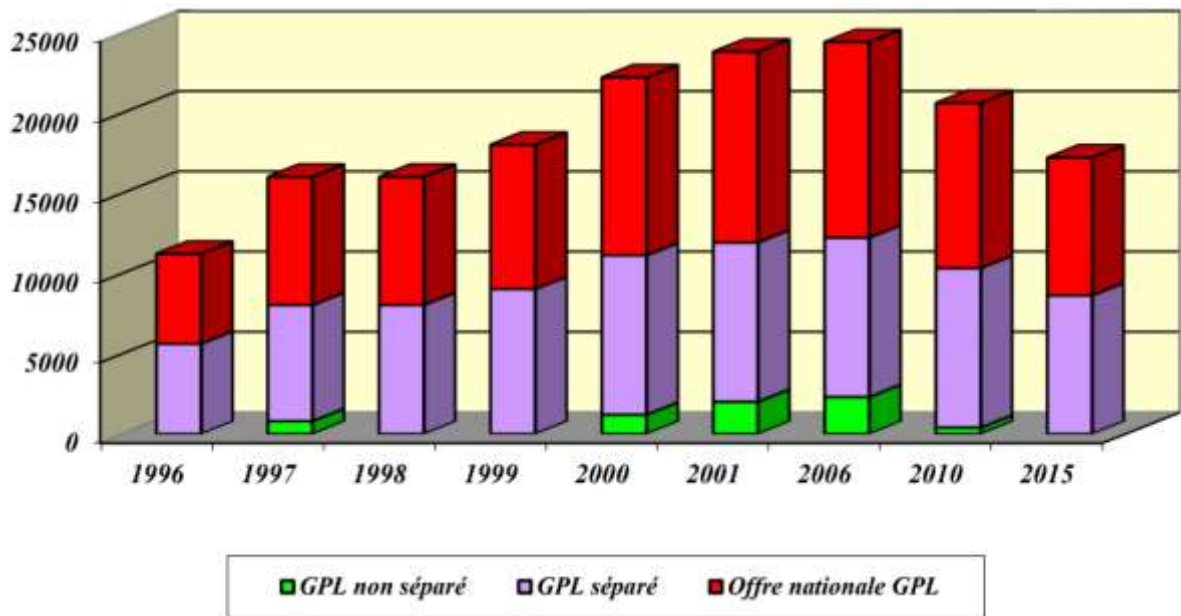


Figure 2 3:Offre prévisionnelle nationale de GPL (en MT) (B.mahmoud, 2004)

2.7 Présentation de l'entreprise NAFTAL

NAFTAL Société Nationale de commercialisation et de distribution des produits pétroliers.

2.8 Historique de NAFTAL :

Issue de SONATRACH, (société nationale pour la recherche, transport, production, transformation, la commercialisation des hydrocarbures), l'entreprise nationale de raffinage et de distribution des produits pétroliers (ERDP) a été créée par le décret N°80-101 du 06 Avril 1981.

Entrée en activité le 01er Janvier 1982, elle fut chargée de l'industrie de raffinage et de la distribution de produits pétroliers. Le 04 Mars 1985, les districts suivants carburants, lubrifiants, pneumatiques et bitumes ont été regroupés sous le nom UND (Unité NAFTAL de Distribution).

Le 04 mars 1985, les anciens districts (carburants, lubrifiants, pneumatique et bitume) ont été regroupés sous le nom UND (unité NAFTAL de distribution).

En 1987, l'activité raffinage est séparée de la distribution, conformément au décret N°87-189 du 25 août 1987 modifiant le décret N°80-101 du 06 avril 1980, Il a ouvert la voie à l'émergence de l'entreprise nationale de commercialisation et de distribution de produits pétroliers, sous le sigle de « NAFTAL »

A partir de 1998, elle change de statut et devient société par action SPA filiale SONATRACH à 100% de SONATRACH, elle interviendra par la suite dans les domaines suivants :

- De l'enfûtage GPL.
- De la formulation des bitumes.
- De la distribution, stockage et commercialisation des carburants, GPL, lubrifiants, bitumes, pneumatique.
- Du transport des produits pétroliers.

Le 01 janvier 2000 l'activité GPL enfûtage est séparée de l'activité CLP (carburants, lubrifiants et pneumatiques).

Par décision N°S554 du 29 mars 2000, il a été procédé à l'organisation générale de la division CLP et l'identification des zones de distribution «CLP ».

Par décision N°S555 du 29 mars 2000, il a été procédé à la création des zones distribution CLP.

Par décision N°S606 du 10 Février 2001, il a été procédé à l'organisation et la classification des centres bitume de la division bitume.

Par décision N°S 705 du 17 juin 2002, il a été procédé à la renomination des zones de distribution CLP et GPL en district.

Par décision N°S766 du 22 Décembre 2003, il a été procédé à la dissolution de la branche CLPB

Par décision N°S770 du 03 janvier 2004, il a été procédé à la création des districts commercialisation. A partir du 01 décembre 2006, l'activité carburante est séparée de l'activité commercialisation.

2.9 Explication de la charte graphique :



Figure 2 5: مؤسسة: (entrepris)



Figure 2 4: نفط: (pétrole)



Figure 2 6: Charte graphique NAFTAL

La charte graphique de NAFTAL est composée de deux lettres arabes :

- Label : NAFTAL en arabe et en français : NAFT Algérie.
- Les cinq lignes : qui représentent les cinq branches à savoir : Carburants, Commercialisation, Activités internationales et partenariat, LPB et GPL.
- Deux Couleurs :
 - **Le bleu** : pour les deux lettres et le label (NAFTAL), synonyme de largeur et d'horizon.
 - **Le jaune** : pour le fond du logo, symbole du sérieux.

2.10 Présentation du centre « Enfuteur » NAFTAL Tlemcen

La branche GPL Tlemcen est située à la zone industrielle CHETOUNE. Il a pour superficie 100.000M2 et elle est une entreprise de production et distribution des 2 gaz (propane, butane). Naftal est une société au capital de 15.650 .000.00 DA. La société englobe un grand nombre d'unité avec des tâches spécifiques à chacune d'elles. Concernant la distribution, elle a :

- 14550 points de vente GPL
- 1755 stations –service
- 284 stations GPL/C « Sirghaz »

Le centre d'enfutage Tlemcen comprend :

- Une capacité de stockage sous forme de réservoirs de :

- ✓ 2000 tonnes de Butane.
- ✓ 160 tonnes de Propane.
- Un centre d'emplissage et l'unité de réparation du matériel roulant qui comprend un hall d'emplissage, les bâtiments utilités, le bâtiment administratif, le magasin de pièces de rechanges, le bâtiment du groupe électrogène, le bâtiment des armoires électriques et contient :
 - ✓ Deux chaînes de remplissage des bouteilles (B6, B13) en Gaz Butane.
 - ✓ Une chaîne de remplissage des bouteilles (P35) en Gaz Propane.
 - Trois bras de chargement/dépotage pour camions citerne.
 - Une station-service automobile GPL/c (SIRGAZ).
 - Une pomperie qui contient
 - ✓ Six pompes horizontales dont :
 - 01 Butane pour B6 et B13.
 - 01 Propane pour P35.
 - 02 Mixte pour les bras de chargement/dépotage.
 - 02 Mixte pour la station-service.
 - Deux pompes verticales Butane pour B6 et B13.
 - Trois compresseurs Mixtes pour bras de chargement/dépotage.
 - Une sous station électrique qui contient un groupe électrogène 400 V, avec un système d'auto démarrage.
 - Une station d'air comprimé pour alimenter les systèmes de commande pneumatique des chaînes de remplissages qui contient :
 - ✓ Deux compresseurs d'air de marque ATLAS COPCO qui fournissent chacun :
 - Débit = 98 l/s.
 - Pression de service max = 10 bars.
 - ✓ Un ancien compresseur de marque ENMTP.
 - Une station anti-incendie qui se compose de :
 - ✓ Quatre pompes hydrauliques avec la capacité de chacun :
 - 150 m³ /h.

- Et 100 m de hauteur.
- ✓ Une motopompe (moteur thermique diesel) qui fait :
 - 300 m³ /h.
 - Et 100 m de hauteur.
- Réseaux évents : C'est un réseau atmosphérique qui est implanté sur le site de Tlemcen. Il est relié à la ligne d'arrivée GPL en aval de GPL 4001, il reçoit également l'échappement de PSV 4001(soupape de B4001et la phase gazeuse).
- Réseaux de purges : Le ballon de purge reçoit également les échappements des PSV4001/4002. Le ballon de purge est équipé d'une soupape pour échapper vers l'évent et d'une pompe de reprise vers stockage/chargement camion.

Le centre d'enfutage CE131 inclut dans son enceinte aussi le Terminal Arrivée Tlemcen qui découle de sa structure organisationnelle, l'unité canalisations ouest.

2.10.1 Description de l'organigramme de district NAFTAL GPL Tlemcen

Le centre d'enfutage Tlemcen est chargé d'organiser la distribution de butane et de propane par camions vers la plupart des points de vente de la région de Tlemcen. Le centre alimente également les dépôts relais (Sebdo, Maghnia, Nedroma, Ain tmouchent) et de celui-ci vers les destinataires. Représentation de l'organigramme de la district GPL Tlemcen **Figure 2 8** avec les Legends **Figure 2 7**

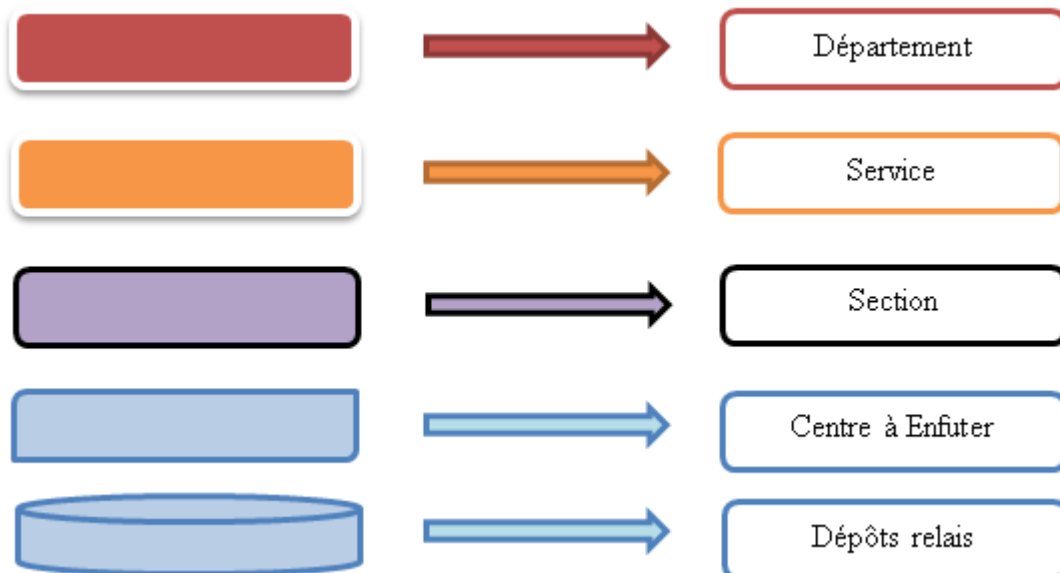


Figure 2 7:Legends

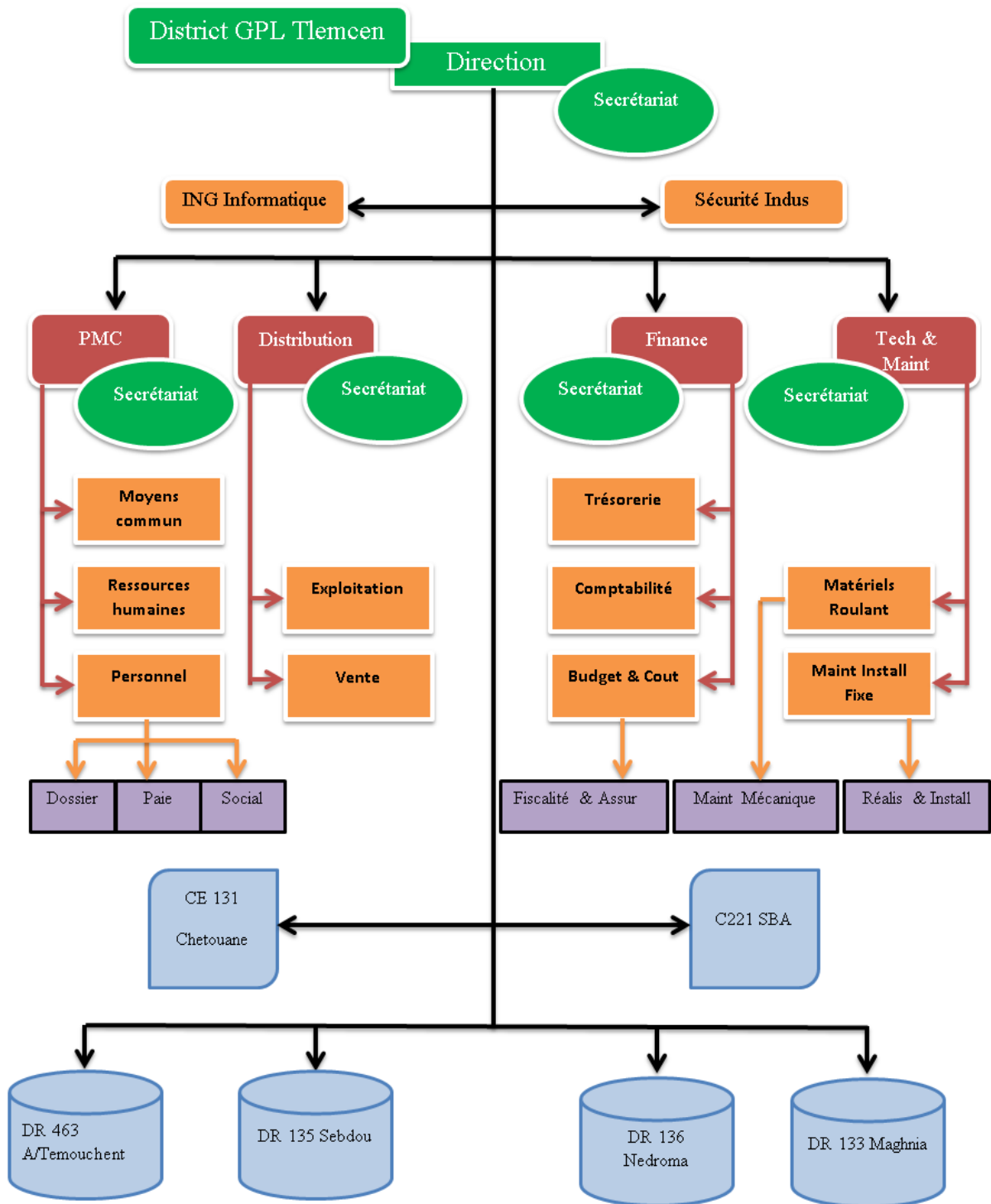


Figure 2 8:Organigramme du district GPL TLEMCCEN.

2.10.2 Organigramme du centre d'enfutage Tlemcen

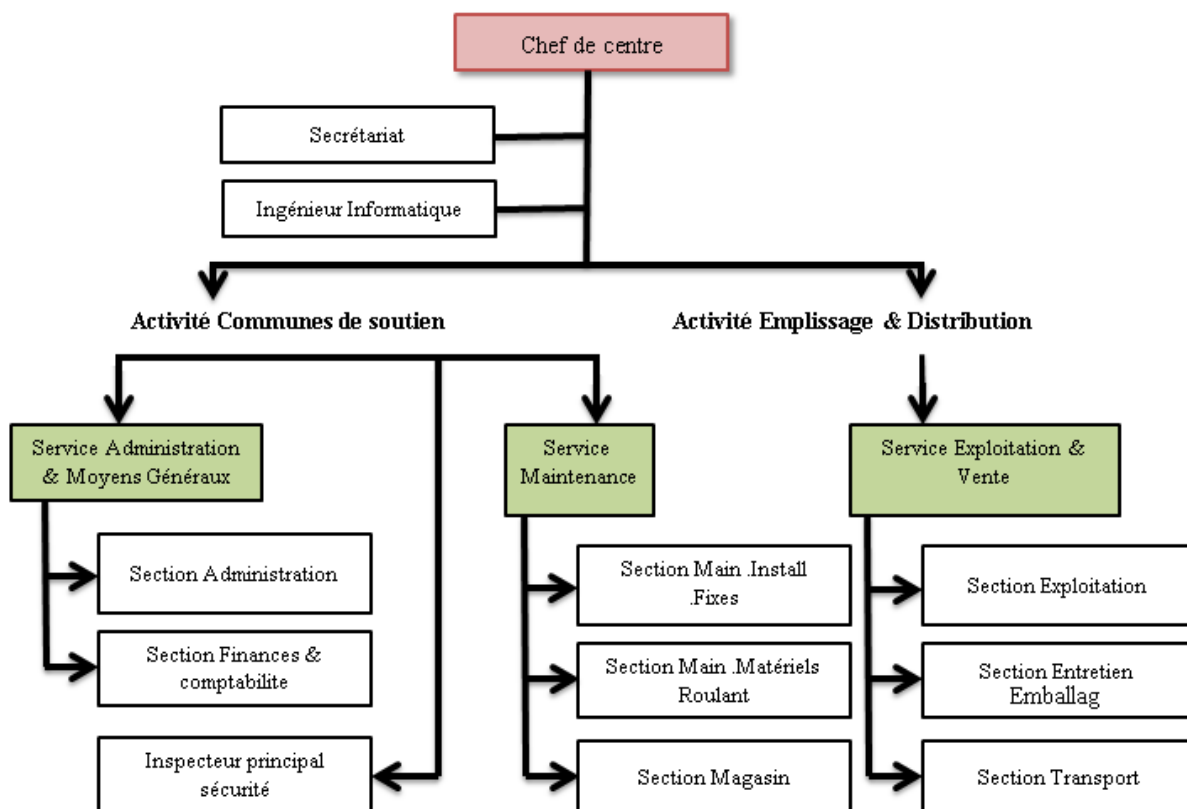


Figure 2 9:Organigramme du centre d'enfutage TLEMCCEN

2.10.3 Service administration et finance :

Le service administration et finance est structuré en deux sections :

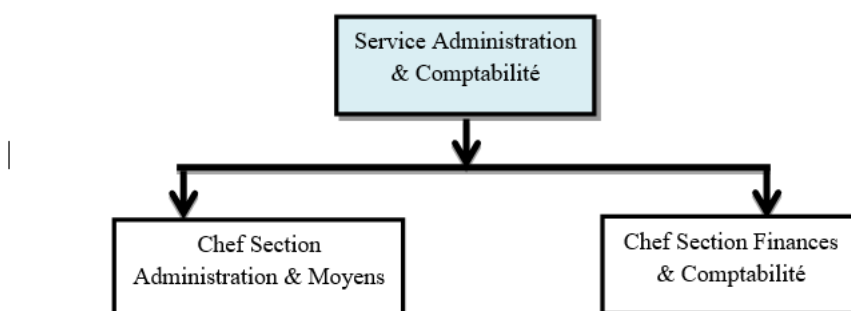


Figure 2 10:Schéma d'organisation du service administration et comptabilité

2.10.3.1 Section administration et moyen :

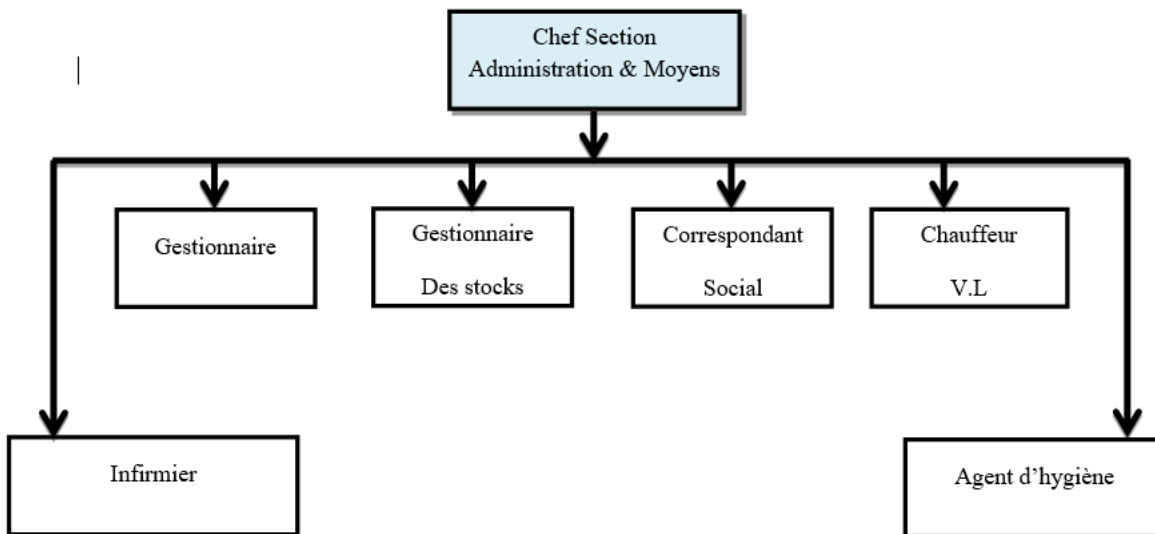


Figure 2 11:Schéma d'organisation de la section administration et moyen

Les sections administration et moyens ont pour but :

- La gestion du personnel du centre dans le domaine de la carrière professionnelle et rendement du personnel.
- L'application des procédures d'administration et de la réglementation en matière de gestion du personnel.
- Il assure les méthodes et techniques appropriées aux différents efforts formation.
- Il assure la gestion des moyens communs du centre (Communication, véhicules de livraison, entretien des immobilisations et des relations extérieur).

2.10.3.1.1 Activité :

- Gestion du personnel du centre.
- Pointage.
- Gestion des dossiers.
- Recrutement.
- Gestion de la sécurité sociale du personnel.
 - Feuille de maladie.
 - Mutuelle
 - Accident de travail
 - Maladie

- Maternité
- Gestion de la retraite.

2.10.3.1.2 Documents utilisés :

- Avis d'absence
- Titre de congé
- Ordre de mission
- Registres légaux :
 - ✓ Registre de pointage
 - ✓ Registre de recrutement
 - ✓ Registre de situation du personnel
 - ✓ Registre de sécurité sociale
 - ✓ Registre de formation

2.10.3.2 Section finances et comptabilité :

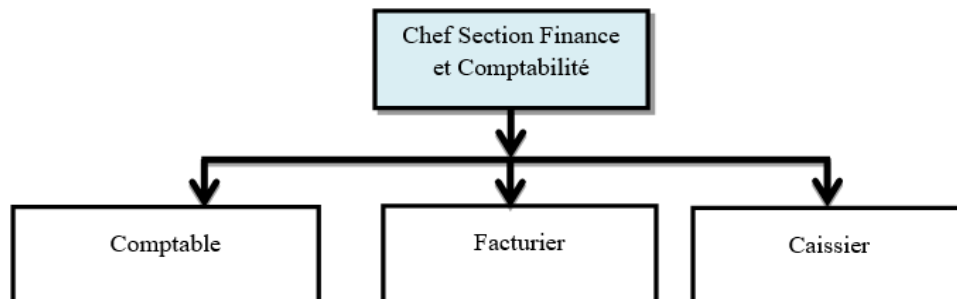


Figure 2 12:Schéma d'organisation de la section Finance et comptabilité

Le rôle de ce service est de gérer la comptabilité et finance du centre enfuteur 131, il comporte :

Un comptable : établir la comptabilité journalière, mensuelle et annuelle du centre enfuteur.

Facturier : Etablir les factures pour les clients à l'aide de logiciel NAFTCOM

Caissier : Encaisser l'argent .et établir un bulletin de versement

2.10.3.2.1 Documents utilisés :

- Registre des recettes journalières
- Registre caisse Rigide
- Registre espèce

- Registre DRA (fonds de roulement maximum 5000 DA)

2.10.4 Service maintenance :

Ce service a pour mission de veiller sur l'installation fixe ou roulante pour la préservation du bon fonctionnement en tous matériels fixes ou roulant circonstance. Elle a un rôle curatif et préventif soutenu par programme.

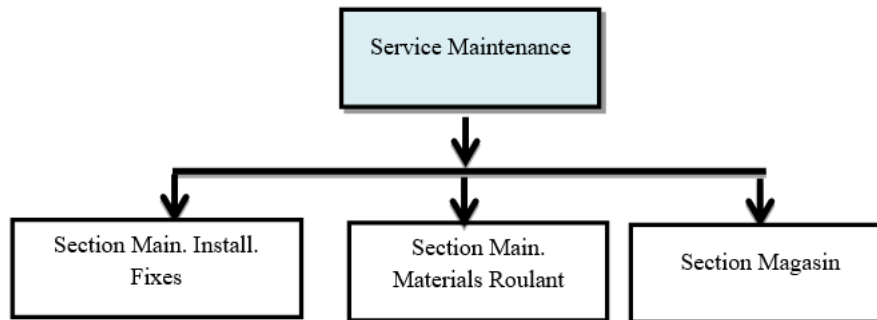


Figure 2 13:Schéma d'organisation du service Maintenance

2.10.4.1 Section maintenance et installation fixe

Cette section intervient dans la maintenance des installations fixes du centre enfuteur, elle a pour but d'intervenir et de réparer toute anomalie présente dans le centre. En plus elle planifie les opérations de maintenance.

2.10.4.2 Les installations fixes

- Salle électrique
- Groupe électrogène
- Salle des compresseurs
- Salle du HALL
- Bras de dépotage
- Bras d'empotage
- Palettiseuse.

2.10.4.3 Section maintenance du matériel roulant

Cette section de maintenance roulant a pour but de veiller sur l'optimisation du bon fonctionnement de la flotte roulante afin d'assurer le meilleur acheminement des différents gaz propane ou butane à partir des unités de raffinerie d'Arzew vers le centre d'enfutage Tlemcen.

2.10.4.4 Section magasin

Cette section représente le dépôt des pièces de rechange ou pièces détachées des installations fixes ou du parc roulant le magasinier gère l'entrée et la sortie des pièces.

2.10.4.5 Service de sécurité industriel

La sécurité industrielle présente un rôle primordial dans le centre enfuteur, elle doit veiller sur toutes les opérations qui existent dans le centre et ce de l'entrée d'un camion qui ne présente pas de risque jusqu'à l'évacuation méthodique du personnel et des véhicules en cas d'incendie. Le dégagement de voie d'accès pour le matériel de lutte contre l'incendie. Supervise et assiste à tous travaux quel que soit le degré de risque.

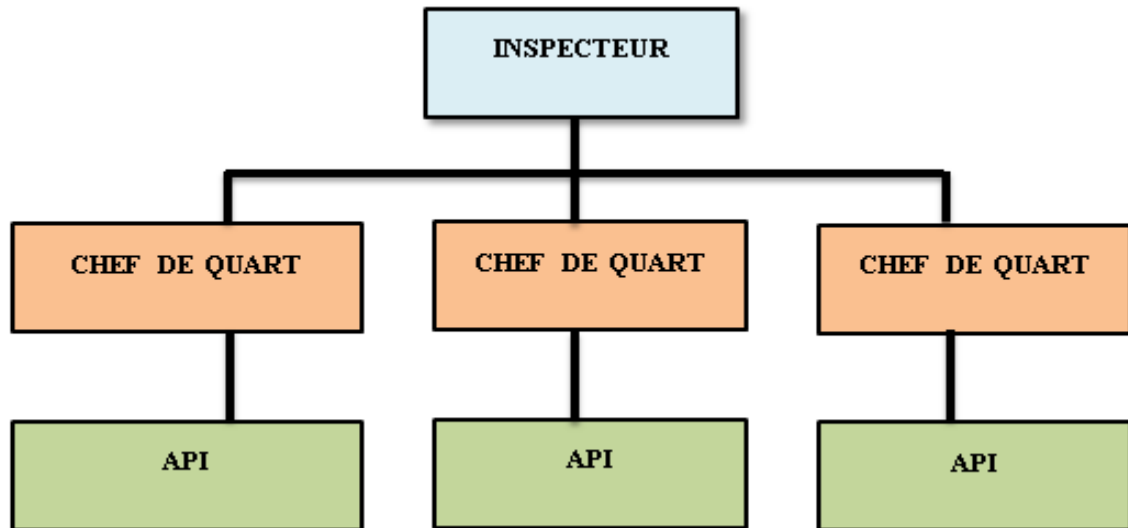


Figure 2 14:Schéma organisation du service sécurité industrielle

- a) La sécurité du personnel : des consignes générales s'appliquent aux établissements pétroliers et le personnel doit s'informer les accidents.
- b) *Responsabilité* : la personne ou les assistants qualifiés désignés pour s'occuper plus spécialement des questions de sécurité doivent : S'assurent que les installations, les machines sont maintenues en bon état. Veillent à ce que soient appliquées toutes les prescriptions générales de sécurité.

2.10.4.6 Les documents utilisés dans ce service

- Registre de consignation
- Registre des événements
- Registre contrôle du hall
- Registre contrôle citerne
- Registre doléance
- Permis de travail à chaud et à froid
- Autorisation de travail

2.10.5 Le service d'exploitation et de transport

Globalement ce service gère l'emballage vide, le plein, le réformé et de la gestion de la répreuve de la bouteille, aussi le service assure l'approvisionnement du centre en produits vrac ainsi que la distribution du produit conditionné dans le secteur qui lui sont attribués en plus de la distribution du propane et du Sirghaz en vrac vers les clients.

Il établit des situations quotidiennes pour les stocks butane, propane en vrac ainsi que les stocks pleins de bouteilles, les ventes. Ceci est suivi par des fiches hebdomadaires.

Désignation	Code
Déport du centre enfuteur	131
Dépôt de Maghnia	133
Dépôt de Sebdou	135
Dépôt de Nedroma	136
Dépôt d'Ain Temouchent	463

Tableau 2 2: Désignation des dépôts relais du centre d'enfutage Tlemcen

Son activité consiste à faire un dispatching soutenu par programme de distribution en corrélation avec son potentiel humain et restant (voir planche section transport).

Assure le ravitaillement en produit vrac de la raffinerie vers e centre enfutage ou vers les différents clients.

Afin de répondre à l'offre et à la demande de distribution et de commercialisation l'unit é dispose de 4 dépôts de stockage en plus de centre d'enfutage.

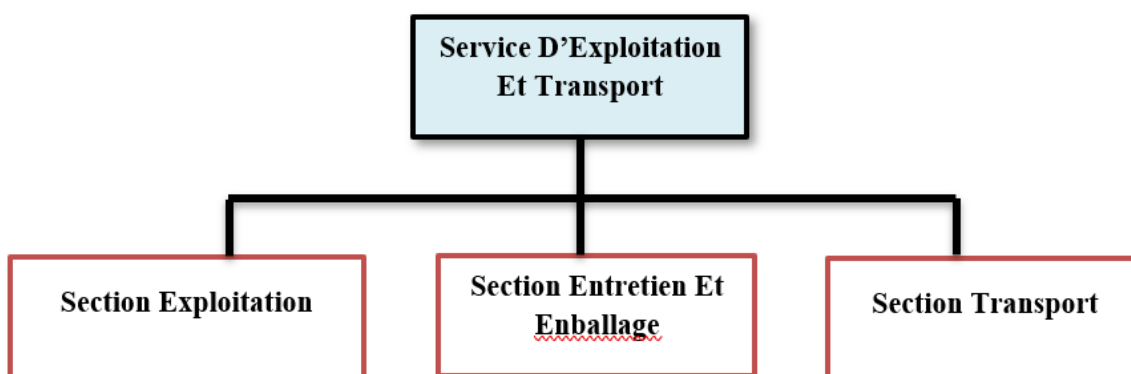


Figure 2 15: service d'exploitation

2.10.5.1 Section exploitation

Cette section gère l'emballage vide, le plein de la bouteille, il établit des situations quotidiennes pour les stocks butane et propane en vrac ainsi que le stock plein de bouteilles.

Le conditionnement du GPL s'effectue dans des bouteilles GPL de différentes capacités : Pour le Butane 3Kg, 6Kg et 13Kg. Pour le propane 11Kg et 35 Kg.

2.10.5.1.1 Activité :

- La gestion de l'emballage vide et plein de la bouteille.
- Production des bouteilles (B13, B03, B06, P35, P11).
- Chargement et vérification des bouteilles.
- Gestion du personnel de la production.

2.10.5.1.2 Équipe :

La section se compose de :

Chef de section

02 équipes de production

01 équipe des preuves

2.10.5.1.3 Les documents utilisés :

BR03 ➔ Bon de Ravitaillement (même district)

BR010 ➔ Bon de Ravitaillement (Différents district)

BLF271 ➔ Etat de chargement

2.10.5.2 Section entretien emballage

Cette section s'occupe essentiellement de l'entretien, de la bouteille (réprouve, peinture, changement du robinet, ainsi que la réforme de la bouteille en cas de nécessité.

2.10.5.2.1 Activité :

Vérification et entretien des bouteilles.

2.10.5.2.2 Equipes :

La section se compose de :

B.1. Chef de section

B.2. Equipe réprouve : qui se compose de :

- Chef d'équipe
- 4 ouvriers réprouvent

B.3. Equipe soudure : qui se compose de 02 ouvriers de soudure et le chef d'équipe Trieur.

2.10.5.2.3 Procédures et étapes

C.1. Le tri des bouteilles : Cette étape se fait par le trieur à la réception des bouteilles vide. Dans cette étape le trie se fait selon les critères suivants :

- **Bouteille à réparer :** ce sont les bouteilles qui présentent des anomalies et qui doivent être réparé
- **Bouteille à Réprouvé :** le réprouvèment est une opération qui consiste à vérifier l'état des bouteilles chaque 05 an. Chaque bouteille possède son Matricule, le nom du fabricant et l'année de fabrication.
- **Bouteille à changer le robinet :** ce sont les bouteilles qui présentent une anomalie dans leur robinet.
- **Bouteilles à réformer :** ce sont qui seront retiré de l'exploitation (production) pour cause de non-conformité

a) La procédure des Bouteille à Réprouvé

Cette opération quinquennale consiste à faire subir à la bouteille un test hydraulique à 30 Bars en présence d'un ingénieur des mines.

L'ingénieur des mines qui constate l'opération doit dater et poinçonner la bouteille ayant satisfait à l'épreuve. Si le teste est négative la bouteille sera réformer.

b) La procédure des bouteilles à reformé

Cette procédure consiste à préparer un lot de 500 bouteilles pour l'écrasement en présence d'une commission (Directeur, Chef de centre, chef service, chef section, gendarmerie).

c) Section transport

Son activité consiste à faire un dispatching soutenu par un programme de distribution en corrélation avec son potentiel humain et roulant.

Assure le ravitaillement en produit vrac de la raffinerie vers le centre. Enfuteur vers les différents clients.

d) Ravitaillement

Le ravitaillement, en GPL Vrac d'un centre enfuteur se fait, doit par route soit par Pipe.

- ✓ Procédure par route :
- ✓ Transmission du programme de ravitaillement par le chef de centre au centre GPL Vrac.
- ✓ Présentation du chauffeur au centre Vrac avec la feuille de route sur laquelle doivent figurer les mêmes renseignements.

- ✓ Chargement du produit sur présentation d'un « Bon d'enlèvement ».
- ✓ Un « Bon de chargement » portant la quantité chargée est remis au chauffeur.
- ✓ Etablissement d'BTS ou d'un BR03 sur la base d'un bon de chargement.

e) Livraison

Le GPL conditionné est mis à la disposition :

- ✓ Des Dépôts relais (ravitaillement en butane et propane).
- ✓ Des points de vente du réseau distribution de butane (PVS, PVO, ASR, GD GL).
- ✓ DE la clientèle codifiée pour le propane conditionné.

La livraison s'effectue par véhicule par NAFTAL ou véhicule tiers (RD, auto-ravitailleurs).

2.11.5.2.4 Les documents utilisés

BR03	➔	Bon de Ravitaillement (même district).
BR	➔	Bon de chargement
BE	➔	Bon d'enlèvement

2.11.5.2.5 Les documents réalisés

- Situation journalière de ravitaillement et livraison de tous les produits
- Situation des stocks du centre 131, Ain Temouchent, et SBA
- Situation de livraison Sirghaz /Propane Vrac
- Livraison par client et par canal.
- En plus :
- Etablir les performances chauffeurs livraison GPL/C
- Etablir les performances chauffeurs ravitaillement conditionnement
- Etablir les performances chauffeurs ravitaillement propane vrac

2.10.6 Service gestion de stock

Le centre d'enfutage de Tlemcen dispose de 3 sphères et 2 cigares.

- Pour le Butane (C₄H₁₀), 02 sphères de 1000 tonne et 01 sphère de 2000 tonnes.
- Pour le Propane (C₃H₈), 02 cigares de 160 tonnes.

La capacité totale de stockage est de 4000 tonnes pour le butane et de 320 tonnes pour le propane. Cette section permet de suivre la réduction en bouteille conditionnée et de faire le rapport avec le produit en vrac.

Les chiffres concernant les stocks sont de tout intérêt pour :

- ✓ Le chef du centre qui en a besoin sur- le- champ.
- ✓ Le chef de district afin de vérifier que l’approvisionnement de marché é se déroule normalement.

Et la direction qui s’occupera de planifier le réapprovisionnement.

2.10.7 Les activités du NAFTAL GPL

Le but essentiel de cette unité est de conditionner, distribuer et commercialiser les différents gaz qui sont extraient du pétrole. Il répond à l’offre et à la demande de distribution et de commercialisation des produits suivants :

Désignation	Code
Bouteille butane de 13 Kg	B13
Bouteille butane de 03 Kg	B03
Bouteille butane de 06 Kg	B06
Bouteille Propane de 35 Kg	P35
Bouteille Propane de 11 Kg	P11
SIRGHAZ	GPL/C

Tableau 2 3:Produits GPL de NFTAL

L’activité quotidienne de cette unité est d’amener les différents gaz de la raffinerie d’ARZEW par citernes vers le centre enfutage de Tlemcen qui dispose de 03 réservoirs de stockage et de 02 cigares situé à la zone industrielle. <

La production et la distribution des bouteilles de gaz(B13) du centre d’enfutage Tlemcen vers les clients. Transfert du gaz butane par le pipe- line depuis le centre de BEL-ABBES vers le Terminal Arrive Tlemcen.

2.10.7.1 Le Terminal Arrive Tlemcen

Le Terminal Arrive Tlemcen qui se situe dans l’enceinte du centre d’enfutage de CHETOUNE découle de l’unité canalisation ouest, il traduit la méthode de technologie qui facilite le transport du GPL (gaz pétrolier liquéfié) par la pipe –line de la raffinerie d’ARZEW aux centres de stockages et distributions de SIDI -Bel -ABBES et TLEMEN.

Il se compose de :

- Une gare de racleur arrivé GRA4001
- Poste de comptage
- Poste de régulation de débit /pression PCV 4007 A/B vers les stockages
- Les équipements annexes à la fourniture d'énergie et la conduite du procédé et de sécurité.
- Salle de contrôle avec poste de supervision et des automates et système de détection de feu et gaz (MSA).
- Un réservoir enterré de purges avec pompes de reprise vers les stockages de butane et propane et de chargements de camions.
- Des vannes d'arrêt d'urgence (ESDV) et des vannes manuelles (HV).

Le site de Tlemcen est équipé par des automates (API) :

- ✓ Un automate principal rassemble les informations des autres automates et gère le pupitre et la synoptique.
- ✓ Un automate de sécurité (ESD).

Ils sont installés dans l'armoire synoptique de la salle de contrôle terminale.

- ✓ Un automate pour les utilités : il est installé dans l'armoire de distribution utilités dans le local technique du terminal.

L'automate est de marque « SIEMENS » et la liaison entre les automates est avec « Profibus ».

2.10.7.2 Les ouvrages de la canalisation GPL /AST

Afin de faire face aux contraintes dues à l'acheminement du GPL par les biais des camions citernes, NAFTAL a opté pour une autre méthode beaucoup plus fiable pour le transport du GPL (gaz pétrolier liquéfier) par Pipe-Line, reliant la Raffinerie d'ARZEW aux centres de stockage et de distributions de SIDI BELABBES et TLEMCEN.

Les ouvrages concentrés AST sont répartis comme suit :

- Un terminal départ « TD » situé au sein de la raffinerie d'Arzew (GP1Z) et qui se compose de deux sites : le Terminal Booster et le Terminal Départ.
- Un poste de coupure et de reprise « PCR » à Sid Bel Abbés.

- Un terminal arrivé Tlemcen « TAT ».
- Dix postes de sectionnement réparties sur le long du Pipe-Line.

Les trois stations TD, PCR et TA sont interconnectées par une canalisation répartie sur deux tronçons principaux, de diamètres et longueurs différentes, à savoir :

- ❖ **1^{er} tronçon Ø 10''** : reliant Arzew et Sidi Bel Abbés, d'une longueur de **84,300 km**.
- ❖ **2^{-ème} tronçon Ø 8''** : reliant Sidi Bel Abbés et Tlemcen d'une longueur de **80,900 km**.

2.10.7.3 Principe de fonctionnement de la canalisation GPL /AST

Les réservoirs du CE131 s'approvisionnent en Gaz GPL par Pipeline reliant Arzew, Sidi Bel Abbés et Tlemcen comme suit :

- Le transfert de produit GPL d'ARZEW à TLEMEN se fait par l'intermédiaire des pompes relais de SIDI BEL ABBES.
- Les pompes d'expédition des sites d'ARZEW et SIDI BEL ABBES sont identiques.
- Toutes les fonctions sont doublées : pompes, comptage et postes de régulation sont dimensionnés pour véhiculer le produit Gaz vers les deux Wilaya SBA et Tlemcen.
- Le remplissage simultané des stockages de SIDI BEL ABBES et de TLEMEN est impossible suites aux conditions du Processus.
- Le passage d'un transfert ARZEW/SIDI BEL ABBES à un transfert ARZEW/TLEMEN ou vice versa sa nécessite l'arrêt complet de l'installation et une réinitialisation totale des séquences.

2.10.7.3.1 La procédure de transfert du gaz butane dans le Terminal Arrivé Tlemcen

Le cas de transfert, on suit les opérations suivantes :

1. Sur pupitre :
 - i. On sélectionne le mode automatique, semi-automatique ou attente pour le mode local.
 - ii. On sélectionne le mode de travail sur pupitre ou sur écran.
2. L'ouverture de la vanne ESDV 4003 ou bien ESDV 4004 en fonction du produit transféré (butane/propane).

3. L'automate prend une consigne de débit de 75m³/h (mode automatique).
4. Activation de la régulation débit/pression PCV 4007.
5. L'opérateur peut saisir la valeur du débit voulu à la place de 75m³/h.
6. Le produit est acheminé vers les sphères de stockages appropriées.

Lors du transfert l'automate affiche :

- 2 graphes pour le débit (la consigne, la valeur réelle).
- 2 graphes pour l'ouverture du PCV (la consigne, la valeur réelle).
- La pression d'entrée.
- La pression de sortie vers les stockages.
- La température (d'entrée, de sortie).
- Le niveau de ballon de purge en pourcentage.
- La densité du produit transféré (propane, butane)

2.11 Conclusion :

Dans le chapitre, on a présente l'entreprise NAFTAL de bas et le centre de distribution de GPL situé à Tlemcen (Chetouane), et les généralités sur le GPL avec ces domaines d'utilisation et c risques à prendre en compte au niveau du transport.

Chapitre 3 : Problème rencontré et méthodes de résolutions

3.1 Introduction :

Le transport c'est une manière de déplacer ou faire parvenir par un procédé particulier sur une distance donnée.

Dans la logistique on revient notamment au transport pour livrer les produits fabriqués aux clients, chaque produit fabriqué passe par plusieurs séries d'opérations et la finale est la livraison, il peut passer par un camion, par avion, bateau, etc....

L'optimisation des tournées de véhicules (optimisation de transport), vise à minimiser les coûts utiliser pour livrer les produits et les moyens de transport cela consiste a planifier la période de livraison en donnant :

- Les clients à visiter
- La quantité à livrer
- Le trajet à suivre par chaque véhicule

La problématique du transport est très importante dans plusieurs entreprises, c'est un problème croisé tous les jours où les entreprises doivent trouver des solutions pour contourner les risques et le coût important du transport pour transporter les produits fabriqués.

- Quels sont alors les moyens d'optimisation du transport ?
- Quels sont les types de problèmes qui existes dans le routage de véhicules ?
- Quels sont les manières d'optimisation les plus connu et plus convenable dans ce domaine ?

3.2 Problématique :

La problématique de transport de produits n'est pas nouvelle plusieurs recherches ont été publier dans la littérature, qui traite les différents types du VRP dans notre cas cette étude est dédié à l'entreprise NAFTAL qui se compose d'une flotte de véhicules homogènes qui doit être utilisé pour le transport du GAZ Butane (B13) depuis le centre d'enfutage TLEMCEN vers les destinataires.

Le centre d'enfutage TLEMCEN et ses 3 dépôts régionaux reçoivent des commandes de clients qu'ils livrent à l'aide d'une flotte de véhicules homogènes basée dans le centre et dans chaque dépôt, dans notre cas on va traiter que le centre de TLEMCEN.

Le problème consiste donc à visiter tous les clients une et une seule fois afin de leur livrer la quantité de bouteilles de gaz demandés et prendre les bouteilles du gaz vide du client aux dépôt tout en respectant les contraintes principales de capacités.

Notre objectif sera donc d'appliqué une métaheuristique et ou une heuristique pour planifier les tournées des véhicules utilisée dans la livraison, dans l'entreprise l'outils informatique est très important pour accélérer le processus sachant qu'il y'aura des contraintes à prendre en compte et le domaine de définition qui peut monter facilement à 160 clients a traité.

Donc il faut minimiser les distances totales en considèrent les contraintes :

- Flotte homogène capacité limitée.
- Vitesse de transport moyenne 50-70km/h
- Chaque véhicule départ du dépôt et revient.
- Rentabilité du matériel roulant (minimiser les véhicules utilisée)
- La flotte fait un seul voyage dans la journée.
- Le nombre de clients visité est limitée.

3.3 Etat de l'art :

Dans la distribution le but est de satisfaire les commandes des clients avec leur termes, d'un centre de distribution aux clients en minimisant le coût ce type de problème est résolue en mettant les demandes des clients d'une manière qui satisfait la capacité des véhicules utilisées.

Le problème d'optimisation généralement enveloppe deux types de décisions, la stratégique qui ont un effet sur un long terme ou moyen terme, comme la localisation des locales ou le centre de distribution, aussi la quantité des produits du locale et la fréquence ou le type des véhicules utilisé pour la distribution.

Les décisions opérationnelles sont effectuées tous les jours et leur effet est immédiat par exemple l'allocation des clients au centre de distribution le choix de la route pour la livraison.

Dans notre thèse le but est d'appliqué une méthode de décision qui sera une métaheuristique ou une heuristique sur le problème de distribution du GPL de l'entreprise NAFTAL. Ce problème est de type VRP, plusieurs recherches on était réalisée pour résoudre les différentes variantes du VRP et il a était beaucoup mentionné dans la littérature le premier papier publier sur ce type d'étude en 1959, quelques études intéressantes dans le domaine du VRP :

- **Synthèse du problème de routage de véhicules** par **Sahbi Ben Ismail, François Legras, Gilles Coppin**. Qui cite les problèmes de transport et de routage des véhicules tout en proposant des solutions abordables dans le thème. L'étude donne précisément les d'applications du VRP et étudie plus particulièrement la résolution humaine du TSP et la comparé a la résolution des méthodes existant, traite aussi le problème de Solomon pour DCVRPTW (Dynamique Capacitated Vehicle Routing Problem With Time Window) (Ismail, Legras, & Coppin, 2011)
- **Dynamic Vehicle Routing Problems: State of the art and Prospects** par **Victor Pillac, Christelle Guéret, Andrés Medaglia** (Victor Pillac, 2011.), parle du routage dynamique et stochastique toute en proposant des algorithmes adapté dans le transport les deux algorithmes proposé sont (**The Variable Neighbourhood Search generic algorithm**) VNS : cette algorithme permet d'amélioré une solution en considérants les quartiers successivement en utilisant de une solutions initiale qui aide pour générer un voisin, le programme calcul l'objectif de ce voisin et le test s'il viole les contraintes

avant de l'accepté comme la nouvelle solution , (**The Large Neighbourhood Search generic algorithm**) LNS : est un cas spécial du VNS la procédure est de détruire la solution actuelle et la réparer autrement puis calculer l'objectif et testé si les contraintes sont satisfaites avant de l'acceptée comme la nouvelle solution.

- **Amélioration des performances d'une entreprise de distribution cas d'étude NAFTAL** par **ZEDDAM Besma, MENAA Zahra** (Zeddami), résume une étude appliqués sur la chaîne logistique de l'entreprise NAFTAL l'étude propose la maximisation du profit en minimisant la distance parcourue des véhicules de transport du carburant et le nombre utilisées, aussi minimisation de taux d'émission du CO_2 , puis ils propose une méthode d'optimisation final appelé LP-Metric.
- (Finel, Structuration de lignes d'usinage: methodes exactes et heuristiques, 2004) **Structuration de lignes d'usinage : méthodes exactes et heuristiques** par Finel et Brigitte, pas vraiment dans le domaine de transport mais cette étude visite le domaine de l'usinage en utilisant des méthodes qui peuvent être appliqué dans la logistique les heuristiques et d'autres méthodes.
- (Clarke, 1964) **Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points**, par **Clarke, Geoff and Wright, John W**, le type de problème dans cette thèse est le même que le problème rencontré dans NAFTAL qui est transport des produits à partir d'un centre de distributions aux clients potentielle. Propose des méthodes de résolution adaptative au problème appliqué sur une large flotte de véhicules.
- (Deb, 2011)« **Multi-objective optimisation using evolutionary algorithmes : an introduction** », un point de vue sur les méthodes d'optimisation multi-objectives avec des algorithmes évolutionnaire, peut être considéré comme un point de vue si on veut optimiser autre choses à côté de la distance parcourue. la résolution multi-objective augmente la complexité du problèmes dans ce document **Deb et Kalyanmoy** propose une introduction sur la méthode évolutionnaire et des recherche sur l'utilisation de multi-objective optimization.
- (Blaidi, 2018) : **thèse qui traite une optimisation de la chaine logistique de NAFTAL** plus précisément sur la région de Tizi_Ouzou, du côté économique propose une optimisation totale sur la chaine logistique en optimisant le coût de transport et la logistique total de NAFTAL.
- (Merrad, 2016) : planification de transport de GPL région **Béjaia** par **Merrad, Salem, Younes Kebiche, and D. Aissani** consiste à réaliser un programme de distributions de GPL dépôt Béjaia. Propose deux heuristiques une pour le remplissage des citernes et une autre pour l'optimisation de la distance, le programme est testé ensuite sur des instances données réel.

- (Halimaou, 2011) **Optimisation de distribution des produits pétrolières NAFTAL Tizi-ouzou**, réaliser par **Halimaou, Dahbia** réaliser dans le cadre de planifier le trajet des véhicules de transport du GPL et les produits pétroliers.
- (Nedjoua) Journal sur la distribution des produits Gaz liquéfié cas d'étude NAFTAL réaliser par **Nedjoua, B**, l'étude propose de mettre à la disponibilité de la direction GPL les informations nécessaires à l'établissement suivant les différentes activités de distribution de NAFTAL. En appliquant la méthode du plus proche voisin (PPV), qui donne un ensemble d'itinéraires.
- (Gonzalez-Feliu, 2013) Par **Gonzalez** propose des modèles et méthodes d'optimisation des tournées de véhicules dans le as générale de transport de marchandises.
- (Benantar, 2017) Optimisation des problèmes de tournée de véhicules réaliser par Benantar sur le thème transport des carburants et le transfert des conteneurs, traite une résolution du problème multi compartiments problème de routage de véhicules, propose aussi d'économiser la source d'énergie utilisée pour le transport des produits pétroliers.
- (Siouani, 2015): Réaliser par SIOUANI résume le système de l'entreprise NAFTAL dans la branche GPL propose à l'entreprise de mieux maitriser ses moyens avec un système informatique.
- (Smati, 2000) : propose une diagnostic et l'extension optimale du réseau algérien de transport de brut et de condensat, en liaison avec l'intensification des rythmes de production réaliser par **A. Smati, N. Zeraibi et M. C. Touabti**
- (Pan, 2010) Par **pan et, Shenle** traite le problème de transport avec une grande flottes de véhicules en minimisant le taux d'émission de CO₂, cette recherche se propose de définir et d'évaluer la performance d'une organisation différente de la logistique : la mutualisation. Il s'agit d'une construction entre partenaires indépendants des schémas logistiques qui optimisent leurs chaînes d'approvisionnement ou supply chains.
- (Cornillier, 2008) **Cornillier et al** on étudier un problème de transport de produits pétroliers par une flotte homogène sur une période donnée, une approche exacte a été donnée par les auteurs la partie affectation a été résolue dans un graph biparti le coût minimal a été calculer a l'aide d'une approche de couplage dans un graphe non biparti.
- (Dridi, 2010) : **Kammarti** 2010 les auteurs ont développé une nouvelle approche pour la résolution du 1-PDPTW, utilisant des algorithmes évolutionnistes avec des opérateurs génétiques spéciaux afin de réduire le temps de calcul, et la méthode Pareto dominance pour fournir un ensemble de solutions possibles et satisfaisante, minimisant le compromis entre la distance totale et la somme des retards.

- (Hernandez, 2010) **Hernandez, Florent** traite le problème de rotation des véhicules avec fenêtre de temps et multiple routes possible (MTVRPTW) , ou le véhicule est autorisé de faire plusieurs routes pour satisfaire les demandes des clients, résolue grâce a une méthode de programmation dynamique qui est l’algorithme de Solomon adapté sur le problème sans la contrainte de temps limités, les auteurs proposes aussi une méthode adapté pour le cas avec la limite de temps.
- (Guersola, 2017) : **Guersola** donne les risques de transport du GPL et d’autre aspects comme la longueur de la route les densités de la population au cours de la route, choisissant de délivré le produit dans des jours précise pour éviter les risques de transport et minimiser les coûts de transport, le but de cette thèse est de réduire l’impact du transport du GPL

3.4 Motivation :

Ce qui nous a motivé faire ce travail dans ce domaine c’est tout simplement sa popularité dans le domaine de logistique, l’entreprise Naftal propose beaucoup de produits a transporté dans chaque région, notre objective est d’utilisé de nouvelles méthodes pour les appliqués sur le transport du GPL actuellement le transport se fait à la demande et ne prend pas en compte les coûts consommé l’hors du routage, on espère que ce travail donnera une nouvelle vision sur ce type de problèmes en Algérie et révolutionnera la manière du transport terrestre des marchandises,

Cela va permettre de testé nos compétences dans le domaine d’étude génie industriel et nous donnera une idée principal sur le monde extérieure et la façon de travail des grandes entreprises comme NAFTAL, principalement on va voir si notre cas d’étude s’applique sur nous informations personnels et notre façon de rechercher.

3.5 Le VRP (VEHICLE ROUTING PROBLEM) : (Ismail, Legras, & Coppin, 2011)

Comme on a cité déjà dans la logistique, l’activité de transport est le cœur c’est l’un des postes les plus coûteux, à la mention de la logistique la première idée qui est visé c’est l’optimisation des coûts de transport. Quand on parle du transport on pense directement à la tournée des véhicules et que l’organisation de ses tournées peut apporter une économie importante.

Pour définir exactement le problème plusieurs recherches on était réalisée dans ce le problème de rotation des véhicules (VRP), pour définir un moyen d’assistance pour la prise de décision et le planning de la rotation des véhicules. Dans ce chapitre on définit la VRP et ses différentes variantes, et vise à centrer le but de cette recherche dans ce domaine. **Figure 3, 1**

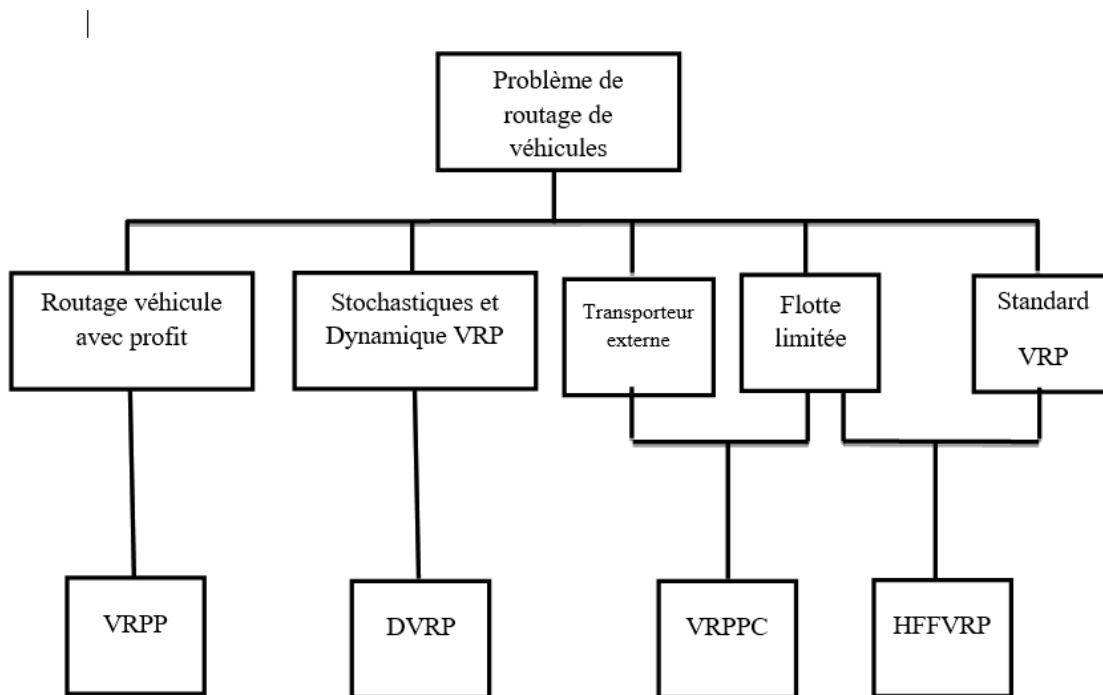


Figure 3, 1:Classification du VRP

3.6 Définition du TSP (travelling sales-man) : (Clarke, 1964)

Le problème du voyageur de commerce est un problème de logistique, planification et d'optimisation, il se définit comme suit : un voyageur de commerce doit visiter un nombre de clients une seule fois pour la livraison des produits, en revenant au dépôt à la fin et tout en minimisant la distance parcourue. (Lin, 1965)

En représentation de modèle le TSP peut être représenté comme des nœuds qui sont les clients et des sommets qui relient les nœuds entre eux, chaque arc a un poids et qui représente la distance ou le coût de transport entre les nœuds correspondant, l'objectif est de passer par tous les nœuds une seule fois en prenant le poids le plus léger.

Dans l'optimisation ce problème est de type NP-Difficile, il est nécessaire d'adapter une heuristique spécialisée ou une métaheuristique pour trouver une solution abordable, les méthodes exactes sont limitées au domaine de définition.

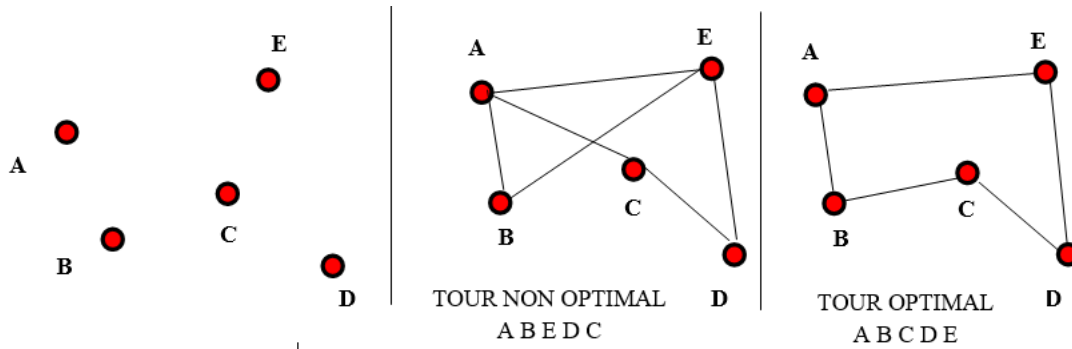


Figure 3, 2:voyageur du commerce exemple

3.7 Définition du VRP (Vehicule Routing Problem) : (Clarke, 1964)

Ce type de problème se divise en plusieurs types, certaines sont possible à résoudre d'autres il n'y'a pas de solution certaine de nos jours, ce domaine est vaste et plusieurs études ont été réalisées dans la littérature pour améliorer le transport de point de vue économique et matériel, le domaine étudié est l'ordonnancement. Le VRP peut être considéré comme le Travelling Sales-man (TSP) mais en plus compliqué et large. **Figure 3, 3, Figure 3, 4. Erreur ! Source du renvoi introuvable.**

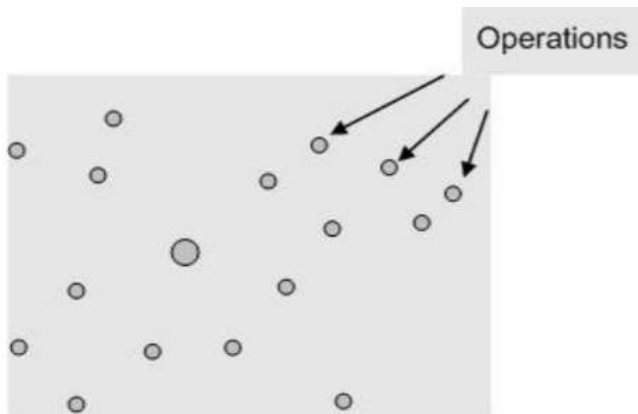


Figure 3, 3:Problème VRP (Ismail, et al., 2011)

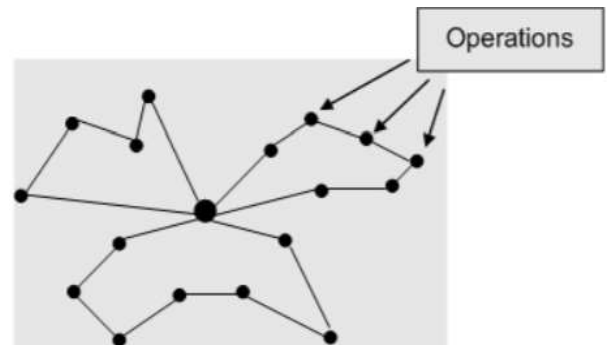


Figure 3, 4:Solution possible du problème (Ismail, et al., 2011)

3.8 Les Variantes du VRP : (Hernandez, 2010)

Le problème du routage de véhicule est très vaste et il existe plusieurs variantes étudiées dans la littérature, il peut y'avoir des contraintes ajoutées par exemple la capacité, le temps, multiple dépôt, contrainte de priorité ...etc. Les variantes connues sont citées dans le diagramme. (Gonzalez-Feliu, 2013), **Figure 3, 5.**

Le VRP peut aussi être appelé multi-TSP.

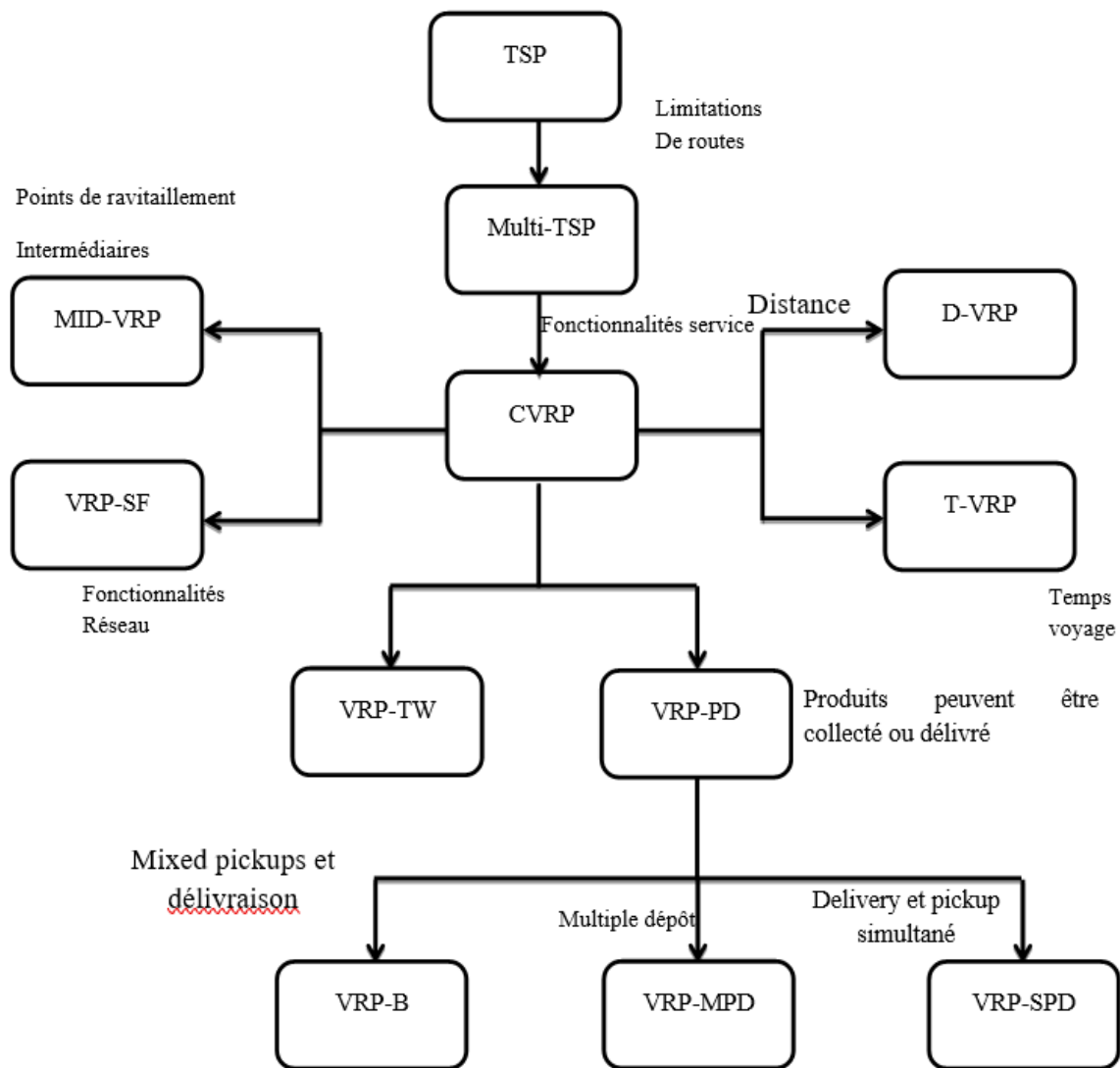


Figure 3, 5: Les Variantes du VRP : (Hernandez, 2010)

- ❖ Multi-TSP : Appelés aussi VRP distribution d'un centre vers des clients en utilisant plusieurs véhicules.
 - CVRP (Capacity Vehicle Routing Problem) : Même chose que le VRP avec des contraintes de capacité appliquées sur les véhicules de transport. (Surana, 2019)
 - MD-VRP (Multi-Depot VRP) : Un problème d'optimisation où plusieurs dépôts sont implantés dans le réseau de transport, les véhicules doivent livrer la demande des clients et retourner à l'origine, le choix de quel dépôt traite la commande est critique pour minimiser le coût et le temps, il faut en même temps garder une vue sur la capacité des produits dans le dépôt. (Sangeeta, 2015)

- VRP-SF (VRP Satellite Facilities) : Un problème qui ressemble au VRP avec un dépôt et des points intermédiaire dans le réseau qui contiennent les produits au cas où pour remplir les véhicules mi-chemin. (Bard, 1998)
 - D-VRP : VRP avec une contrainte de distance.
 - T-VRP : Un réseau de transport avec le poids identifié sur les arcs dans le réseau (les routes) est définie comme temps de transport au lieu d'une distance.
 - TW-VRP : Problème de transport avec contraintes de temps limités pour la livraison des produits.
- ❖ VRP-PD (VRP Pickups And Deliveries) : Dans ce réseau chaque véhicule prend des produits à différentes locations et les dépose dans d'autres, le problème c'est assigner les véhicules pour faire cela et tout en minimisant la distance totale.
- VRP-MPD (VRP Mixed Pickups And Deliveries) : le même principe que VRP-PD sauf que les véhicules ont le droit de faire les deux actions en même temps et mixés les produits à pickups et les produits à livrer.
 - VRP-B: Le problème de routage de véhicule avec des liaisons de retour (VRPB), également connu sous le nom de problème de liaison-retour, est une extension du VRP impliquant à la fois les points de livraison et de ramassage. Les points de transport de ligne (livraison) sont des sites qui doivent recevoir une quantité de marchandises d'un seul centre de distribution. Les points de liaison (pickup) sont des sites qui renvoient une quantité de marchandises au centre de distribution. L'hypothèse essentielle est que toutes les livraisons doivent être effectuées sur chaque itinéraire avant que des enlèvements puissent être effectués. Cela découle du fait que les véhicules sont chargés à l'arrière et que le réarrangement des charges sur les camions aux points de livraison n'est pas jugé économique ou faisable. Les quantités à livrer et à retirer sont fixées et connues à l'avance. L'ensemble des véhicules est supposé homogène.
 - VRP-SPD : Les demandes de livraison et de ramassage (Delivery) sont traitées simultanément (ce problème est désigné par VRPSPD). Les clients ne sont visités qu'une seule fois. VRPSPD est un problème d'optimisation combinatoire NP - difficile car il s'agit d'une version de VRP. VRPSPD consiste à trouver un ensemble d'itinéraires tels que, Chaque itinéraire commence et se termine au dépôt, Chaque client est visité par un véhicule, les demandes de prise en charge et de livraison sont totalement satisfaites, À travers l'itinéraire, la charge du véhicule ne dépasse pas la capacité du véhicule.

Le coût total est minimisé. VRPSPD se rencontre dans la vraie vie. Dans l'industrie des boissons gazeuses, les bouteilles pleines sont transportées du dépôt aux marchés, les bouteilles vides sont renvoyées aux dépôts dans le secteur de l'épicerie, les

marchandises circulent du dépôt au marché, tandis que les produits obsolètes sont acheminés vers les dépôts sont des exemples de VRPSPD.

Il existe bien sûr d'autres variantes le domaine de logistique et ordonnancement n'arrête pas d'évoluer et chaque fois de nouveaux problèmes se présentent d'un autre type non cité dans le document peuvent être consultés ici (Euchi, 2011).

3.9 Méthodes d'Optimisation (Surana, 2019)

Il existe dans la littérature plusieurs méthodes de résolution des problèmes d'optimisation combinatoire. Ces méthodes sont classées en deux catégories : les méthodes exactes et les méthodes approchées. Dans ce chapitre nous présentons ces deux classes avec des exemples descriptifs.

Les problèmes dans l'optimisation combinatoire sont généralement de type NP (Non-deterministic Polynomial Time) i.e. ils sont définis comme étant un polynôme non déterministe borné dans le temps et pour $x \in x^*$. On écrit $Opt^N(x)$ pour la plus grande valeur dans x (dans le cas de la maximisation).

La complexité des problèmes est affectée par la taille de l'ensemble de recherche et les relations entre les variables.

Problème NP-complet : on dit qu'un problème est complet quand un algorithme de génération et de test peut le résoudre et chaque solution peut être vérifiée. De plus, le problème doit pouvoir simuler les situations similaires.

Exemples : Problème du sac à dos (Blum, et al., 1998) TSP (Travelling sales man) (Lin, 1965).

Problème NP-Hard : la plupart des problèmes sont de ce type : ils ne possèdent pas un algorithme de résolution efficace.

Exemple : Trouver la solution qui coûte le moins dans un réseau de transport dynamique (les données peuvent changer au cours de la programmation). La programmation dynamique est une méthode de résolution de ces problèmes.

3.9.1 L'optimisation combinatoire : (Blaidi, 2018)

L'optimisation combinatoire est une branche de l'optimisation en mathématiques appliquées et en informatique, également liée à la recherche opérationnelle, l'algorithmique et la théorie de la complexité. On parle également d'optimisation discrète.

Un problème d'optimisation combinatoire consiste à trouver la meilleure solution dans un ensemble discret dit ensemble des solutions réalisables. En général, cet ensemble est fini mais compte un très grand nombre d'éléments, et il est décrit de manière implicite, c'est-à-dire par une liste, relativement courte, de contraintes que doivent satisfaire les solutions réalisables.

Pour définir la notion de meilleure solution, une fonction, dite fonction objective, est introduite. Pour chaque solution, elle renvoie un réel et la meilleure solution (ou solution

optimale) est celle qui minimise ou maximise la fonction objective. Clairement, un problème d'optimisation combinatoire peut avoir plusieurs solutions optimales.

Exemple

Le problème du plus court chemin entre deux sommets A et B d'un graphe est un exemple classique de problème d'optimisation combinatoire. L'ensemble des solutions réalisables est l'ensemble des chemins entre A et B tandis que la fonction objective est la longueur du chemin.

Un autre problème d'optimisation combinatoire consiste à trouver le meilleur coup dans une position donnée au jeu d'échecs ou au jeu de dame.

Trouver une solution optimale dans un ensemble discret et fini est un problème facile en théorie : il suffit d'essayer toutes les solutions, et de comparer leurs qualités pour voir la meilleure. Cependant, en pratique, l'énumération de toutes les solutions peut prendre trop de temps ; or, le temps de recherche de la solution optimale est un facteur très important et c'est à cause de lui que les problèmes d'optimisation combinatoire sont réputés si difficiles.

La théorie de complexité donne des outils pour mesurer ce temps de recherche. De plus, comme l'ensemble des solutions réalisables est défini de manière implicite, il est aussi parfois très difficile de trouver ne serait-ce qu'une solution réalisable.

Quelques problèmes d'optimisation combinatoire peuvent être résolus (de manière exacte) en temps polynomial par exemple par un algorithme glouton, un algorithme de programmation dynamique ou en montrant que le problème peut être formulé comme un programme linéaire en variables réelles.

Dans la plupart des cas, le problème est NP complet et, pour le résoudre, il faut faire appel à des algorithmes de branch and bound, à la programmation linéaire en nombres entiers ou encore à la programmation par contraintes. En pratique, on se contente très souvent d'avoir une solution approchée, obtenue par une heuristique ou une métaheuristique. Pour certains problèmes, on peut prouver une garantie de performance, c'est-à-dire que l'écart entre la solution obtenue et la solution optimale est borné.

3.10 Les méthodes de résolution

3.10.1 Les méthodes exactes (Ismail, Legras, & Coppin, 2011)

Appelées aussi programmation linéaire, et sont utilisées uniquement quand la fonction objective et les contraintes sont des fonctions linéaires, où la fonction objective est la fonction qui minimise ou maximise la variable de décision, et les contraintes sont représentées sous forme d'égalités ou d'inégalités. L'optimum est trouvé lorsqu'il n'y a pas de meilleure solution adaptable aux contraintes.

Les méthodes exactes les plus connues sont appelées (Mixed integer programming) (Wolsey L. A., 2007), La programmation linéaire des variables mixtes comme la méthode Branch-and-Bound (Ismail, Legras, & Coppin, 2011), les plus connues appartiennent aux méthodes dites du type SIMPLEX (Finel, {Structuration de lignes d'usage: m{\e}thodes

exactes et heuristiques}, 2004) et elles doivent être complétées par des procédures de séparation et évaluation (PSE)

3.10.2 Procédure par séparation et évaluation

Une PSE est une méthode qui évite de parcourir toutes les solutions, plus connue sous le nom de Branch-and-Bound. L'ensemble est divisé en sous-ensembles qui sont à leur tour redécoupés (Finel, {Structuration de lignes d'usinage: méthodes exactes et heuristiques}, 2004) qui va finir avec une représentation des résultats par un arbre de solutions.

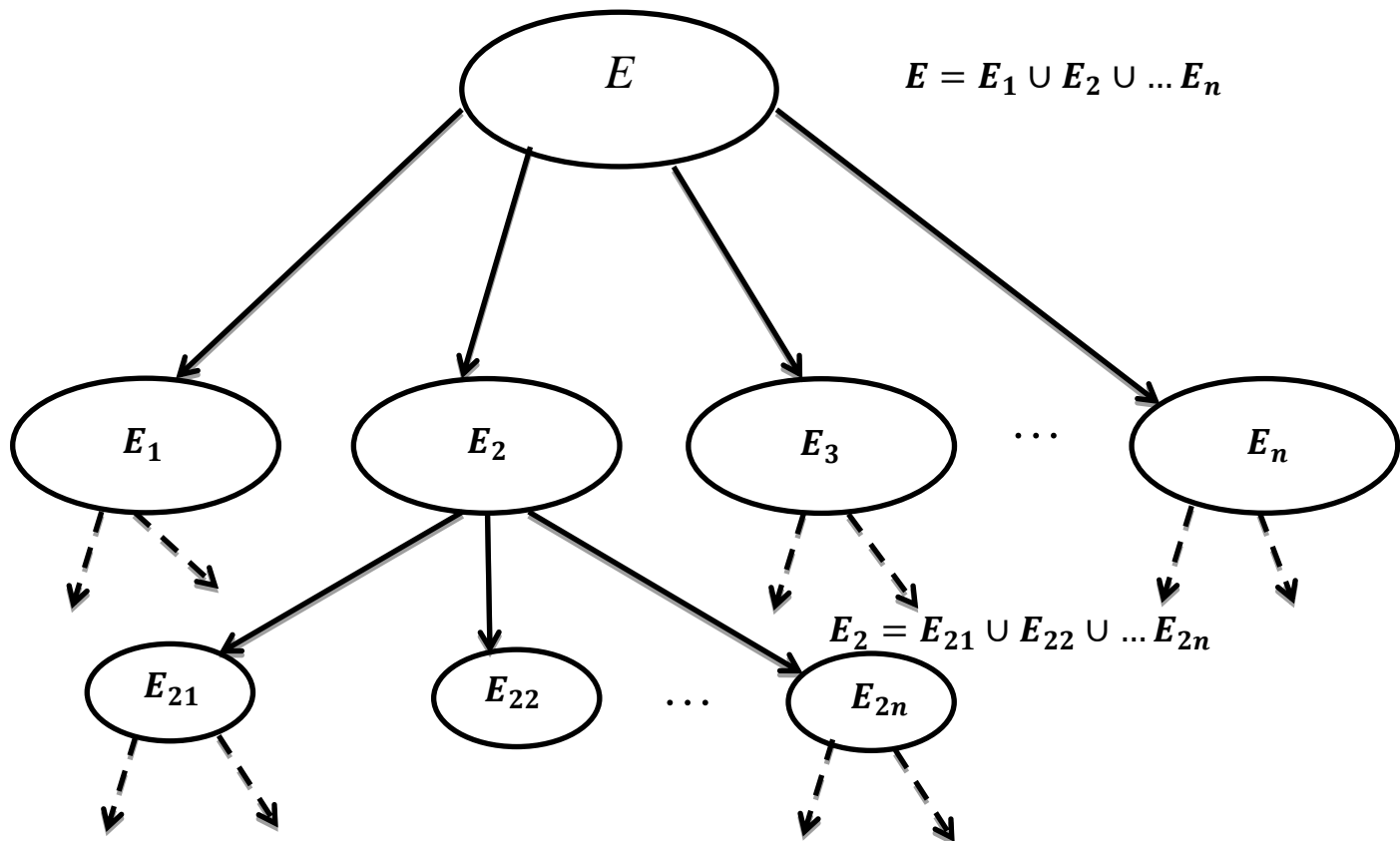


Figure 3, 6: Arbre de solutions

Nom de Branch-and-Bound. L'ensemble est divisé en sous-ensembles qui sont à leur tour redécoupés (Finel, {Structuration de lignes d'usinage: méthodes exactes et heuristiques}, 2004) qui va finir avec une représentation des résultats par un arbre de solutions (Voir Figure 3, 6)

3.10.3 L'évaluation : (Ismail, Legras, & Coppin, 2011)

Nécessaire pour vérifier l'ensemble des solutions et éliminer les ensembles qui ne contiennent pas la solution optimale. Elle est située entre deux bornes. Dans le cas de la minimisation le programme doit calculer la borne supérieure. Si, lors du calcul, une solution meilleure est trouvée, elle écrase la borne supérieure. La borne inférieure est calculée à chaque étape, si on obtient une borne inférieure qui est plus importante que la borne supérieure, le nœud sera supprimé. L'efficacité de cette méthode dépend des

bornes : elle est plus rapide et plus exacte si ces bornes sont proches de la solution optimale.

3.10.4 Séparation :

Diviser le problème en sous problèmes en évaluant chaque solution et garder la meilleure d'entre-elles. Ceci permet d'avancer dans l'arbre et d'énumérer toutes les solutions.

3.10.5 Le parcours de l'arbre :

C'est de choisir entre trois manières différentes de déplacement dans l'arbre :

Soit en profondeur, ce qui emmène rapidement à la solution optimale, le nœud de départ dans ce cas est le dernier nœud crée.

Soit en largeur, ce qui favorise les sommets les plus proche du problème initial. Les nœuds d'un niveau ne sont pas parcourus jusqu'à la fin du nœud actuel.

Soit en prenant le meilleur nœud en se basant sur la fonction objective, ce qui permet de parcourir les problèmes avec les meilleures bornes possibles. Cette solution évite de parcourir tout l'arbre.

3.10.6 Back-Tracking (Ismail, Legras, & Coppin, 2011)

Dans le cas de blocage où le branchement ne peut pas être fait, cette méthode propose de revenir au nœud précédent. Cette action est effectuée lorsqu'une contrainte est violée, cet algorithme parcourt toutes les solutions possibles. Dans le cas de programmation, une nouvelle valeur x peut être affectée dans le domaine de définition. Ce processus est répété à chaque itération jusqu'à l'aboutissement à la solution optimale. Si tout le domaine a été parcouru sans que des solutions émergent de ce processus, alors le problème est irréalisable.

Avantage Cette méthode garantit le résultat en cas où le problème est réalisable.

Inconvénient l'algorithme est lent : si nous avons un problème de n variables dont chacune a un domaine de définition D , alors il existe D^n combinaisons possibles.

3.10.7 Programmation dynamique (Fujiwara, 2020)

Ce type de programmation est applicable si le problème de départ est décomposable en phases et la fonction objective est additive (Finel, {Structuration de lignes d'usage: méthodes exactes et heuristiques}, 2004) (Fujiwara, 2020). C'est une approche où les équations dépendent du problème à résoudre. Elle est utilisée lorsque les méthodes classiques deviennent peu efficaces comparé à la programmation linéaire. Il n'y a pas une approche exacte à suivre pour résoudre ce problème, plusieurs algorithmes de ce type ont été produits dans la littérature. L'efficacité de cette méthode repose sur le principe d'optimalité.

Les étapes de cette méthode sont :

- Décomposition du problème en plusieurs sous-problèmes
- Calcul des solutions optimales de tous les sous-problèmes

- Calcul de la solution optimale finale OPT à partir des solutions des sous-problèmes.

3.11 Méthodes approchées (Ismail, Legras, & Coppin, 2011)

Comparé aux méthodes exactes, les méthodes approchées permettent de trouver des solutions approximatives des solutions optimales. Elles sont utilisées pour des problèmes qui ne peuvent pas être généralisé

3.11.1 Les Heuristiques

Une heuristique signifie « trouver », c'est une technique qui vise à chercher la solution à un problème plus vite en sacrifiant la certitude et la précision de ce résultat.

La plupart du temps, une heuristique est conçue pour un problème particulier. Elle est généralement utilisée dans des problèmes NP-complet qui sont difficiles à réaliser avec une méthode exacte, on se contente donc d'une solution approximative. On peut utiliser ensuite cette solution approximative afin de trouver une solution exacte.

Il existe trois catégories d'Heuristiques :

- **Les méthodes constructives** : les solutions sont générées à partir d'une solution initiale. A chaque itération une solution partielle est complétée jusqu'à l'aboutissement à une solution satisfaisante.
- **Méthodes d'amélioration** : part d'une solution initiale complète qu'on améliore en la comparant avec son voisinage.
- **Méthodes à deux phases** : basées sur une décomposition en deux sous problèmes, par exemple dans le VRP, un sous-problème de partitionnement des clients en sous-groupes, et un sous-problème de détermination des routes pour chaque sous-groupe.

3.11.1.1 Les méthodes constructives

Ces méthodes sont itératives et à chaque itération une solution partielle est donnée. Une des méthodes les plus connues de ce type est la méthode des économies appelée aussi **Savings Method** (Finel, Structuration de lignes d'usinage: méthodes exactes et heuristiques, 2004). Dans le cas du VRP, elle part d'une solution initiale où chaque client est servi par un véhicule et tente de fusionner les tournées, le calcul entre les nœuds est effectué sans passage par le dépôt. La **Figure 3, 7: Méthode Savings (Ismail, et al., 2011)**, représente une démonstration où la méthode des économies choisit d'enlever C_{i0} et C_{j0} pour le remplacer avec C_{ij} . La relation C_{ij} n'a pas de sens si elle ignore les contraintes de distance et de capacité.

Le calcul de l'économie passe de $e = C_{0j} + C_{j0} + C_{0i} + C_{i0}$ à $e = C_{0i} + C_{j0} + C_{ij}$

Les économies calculées sont ordonnées et à chaque itération les plus grandes économies sont regroupées en une seule tournée. Il y'a une autre version où la tournée est étendue

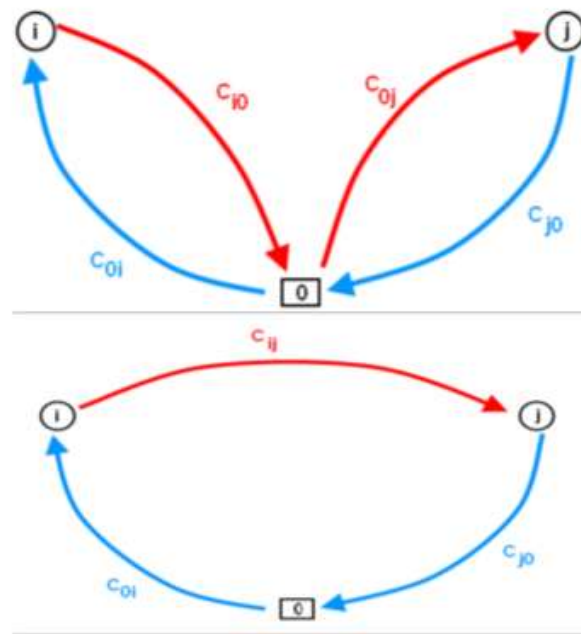


Figure 3, 7: Méthode Savings (Ismail, et al., 2011)

Les méthodes constructives sont des algorithmes gloutons et ne reviennent pas sur les choix effectués dans les itérations précédentes. Elles donnent des solutions abordables et rapides (Ismail, Legras, & Coppin, 2011)

3.11.1.2 Méthode d'amélioration

Dans le VRP, ces méthodes améliorent la solution en appliquant des opérateurs heuristiques d'échange de clients au sein des tournées, ce qui les divise donc en deux classes : individuelle, se basant sur l'échange des clients d'une même tournée, ou collective, se basant sur l'échange des clients de plusieurs tournées.

- **Approche individuelle** : les algorithmes proposés par (Fujiwara, 2020), travaillent sur la permutation des clients entre eux. Ce type de problème est généralisé sous le terme **r-Opt** c'est-à-dire qu'il n'y a pas d'amélioration possible à la fin.
- **Approche collective** : il y a trois méthodes proposées par (Ismail, Legras, & Coppin, 2011), la première est de déplacer k clients vers une autre tournée, la deuxième est de permuter (swap) deux tournées entre elles et la troisième est une combinaison des deux avec un choix de la méthode à utiliser pour améliorer au mieux la solution suivante.

3.11.1.3 Méthode à deux phases

Nécessite de former des sous-groupes de clients, ensuite de décider quelle route prendre pour chaque groupe. La **Figure 3, 8**, montre la création de sous-groupes des clients, par exemple le sous-groupe $2 = \{(1,2,3,4)\}$

Ces deux phases sont généralement données en deux classes : les algorithmes **partition d'abord puis parcours** et les algorithmes **parcours d'abord puis partition**.

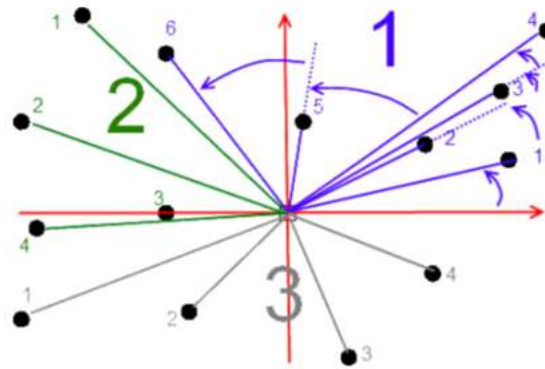


Figure 3, 8: L'algorithme Sweep (Ismail, et al., 2011)

Les méthodes partition puis parcours sont plus efficace que parcours puis partition.

3.11.2 Les méta-heuristiques (Blaidi, 2018)

Les métaheuristique sont des heuristiques supérieurs car elles sont généralisées dans plusieurs type de problèmes elles sont classées en fonction des solutions manipulé : métaheuristique a solution unique comment la recherche tabou, métaheuristique a population comme les algorithmes génétiques.

3.11.2.1 Généralité sur les métaheuristique :

Dans le domaine d'optimisation il y'a des problèmes dure a réalisé avec des heuristiques ou ils ont simplement un domaine de définition plus important les métaheuristique gère ce type de problème se sont des algorithmes complète proposé pour obtenir des solutions plus adéquates et satisfaisante. Elles utilisent généralement la recherche aléatoire comme moyens d'explorer l'espace de recherche une métaheuristique peut être adapté à un problème comparer à l'heuristique qui sont conçu pour un problème donné, elles sont inspirées à partir des systèmes naturels déjà existant.

3.11.2.2 Propriétés : (Fujiwara, 2020)

- Guide pour une recherche optimale et donne des résultats approximatifs.
- Explore plus vite et plus efficace le domaine de solutions
- A la possibilité de sortir du minimum ou maximum locale
- Peuvent faire appel à des heuristiques qui tiennent compte de la spécificité du problème traité se sont contrôler par une stratégie supérieure s'appelle aussi l'hybridations entre l'heuristique et la métaheuristique.
- Peuvent utiliser les résultats de recherche faites avant

3.11.2.3 Classement des métaheuristiques selon le type :

A. A solution unique :

C'est la métaheuristique qui débute la recherche avec une solutions initiale et génère des voisins afin de comparer la solution initiale avec celle du voisin en calculent la fonction objectif cette opération s'appelle le voisinage, la qualité de la solution finale dépend des modifications effectuer lors du voisinage elle peut nous mener vers une solutions

approximative bonne ou mauvaise les algorithmes les plus connus sont la recherche tabou et le recuit simulé. (Ismail, Legras, & Coppin, 2011)

B. Recuit simulé : (Finel, Structuration de lignes d'usinage: méthodes exactes et heuristiques, 2004)

Algorithme proposé par Kirkpatrick, Gelat et Vicchi, son principe suit la procédure du recuit des métaux où ils sont chauffés puis laissés se refroidir lentement. C'est une idée prise en considération par les métallurgistes, le refroidissement brut ou direct d'un métal peut causer des défauts contrairement au refroidissement lent, la même idée est utilisée dans l'algorithme. Le fait de pouvoir accepter des solutions qui ne sont pas meilleures que celle d'avant en prenant compte d'une probabilité calculée et comparée avec un nombre aléatoire entre 0 et 1.

Les étapes :

- Solution initiale calculer fonction objective
- Température initial T
- Générer voisin à partir de la solution initiale.
- Calculer $\Delta e = f(s_2) - f(s)$
- Si $\Delta e > 0$ s reçoit s_2
- Sinon générer un nombre aléatoire k entre 0 et 1
- Si $k < \exp(\Delta e/T)$ s reçoit s_2
- Vérifier les conditions de sortie.

L'acceptation d'une solution qui n'est pas meilleure que celle d'avant permet de parcourir plus loin le domaine de définition et évite de se bloquer dans un minimum local. Plus la température est élevée plus l'acceptation de la solution a une grande probabilité, le même principe de refroidissement se répète il faut choisir la meilleure valeur de T pour un refroidissement lent qui mène à la solution optimale contrairement au refroidissement brut. La (**Figure 3, 9, Figure 3, 10**) représente l'organigramme et l'algorithme du recuit simulé.

Avantages :

- Evite de se bloquer dans les optimaux locaux
- Des résultats satisfaisants pour des problèmes complexes
- Souple et facile à implémenter

Inconvénients :

- Il faut trouver les bons paramètres pour l'initialisation

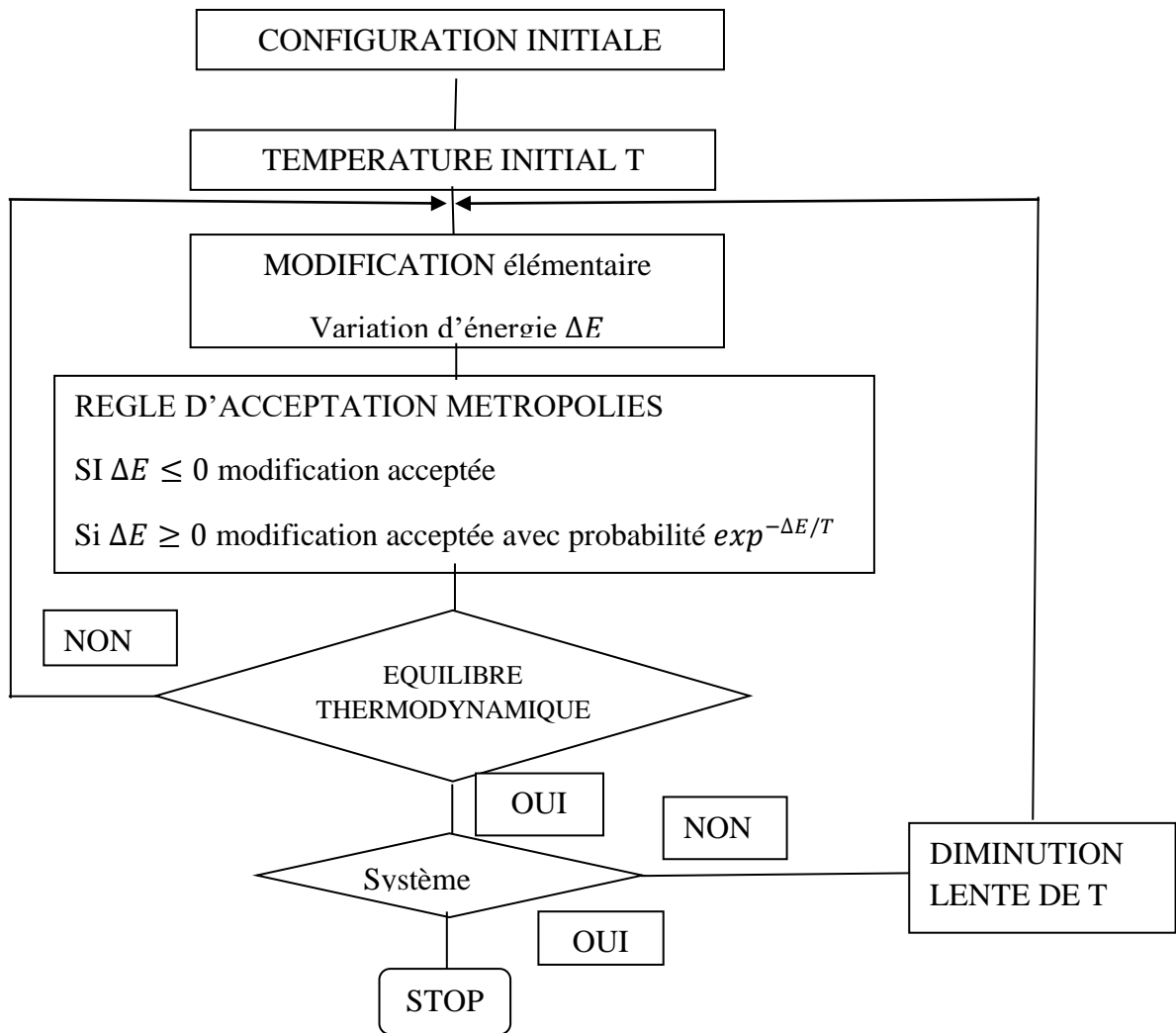


Figure 3, 9:organigramme recuit simulé

Début :

```

Construire une solution initiale s ;
Calculer la fitness  $f(s)$  de s ;
Initialiser une valeur de la température T ;
 $s_{best} = s$ 
Tant que la condition d'arrête n'est pas satisfaite faire
    Générer  $s'$  voisin de s ;
    Calculer  $f(s')$  ;
    Calculer  $\Delta E = f(s') - f(s)$  ;
    Si  $\Delta E \geq 0$  alors cas de maximisation
         $s_{best} = s'$ 
         $s = s'$ 
    Sinon Si  $random < exp^{\Delta E/T}$  alors
         $s = s'$ 
    Fin si
    Décroître la température T ;
Fin Tant que
Retourner  $s_{best}$ 
    
```

Fin

Figure 3, 10:Algorithme du Recuit simulé

C. Recherche taboue :

Méthode proposée en 1986 par Glover, RT est méthode de recherche locale avancée en utilisant des règles et mécanismes généraux pour guider la recherche elle est basée sur deux notions :

- La première c'est la notion de voisinage
- La deuxième c'est la liste taboue.

L'algorithme va mémoriser les configurations ou les régions visitées et à introduire des mécanismes pour éviter de retourner vers ces régions. Ces mécanismes sont des

interdictions temporaires de certaines mouvements qui risqueront d'annuler l'effet du mouvement effectuer juste avant, à chaque itération l'algorithme choisit le meilleur voisin non tabou même s'il dégrade la fonction objective.

Pour cette raison la méthode taboue est appelée agressive. En générale la liste taboue contient des attributs, un attribut qui vient d'être rendu tabou pendant quelques itérations. La durée est fixée par un ou plusieurs paramètres après l'écoulement de cette durée le mouvement perd son statut on appelle ça la diversification à court terme.

Dans certains cas les interdictions faites par la liste taboue peuvent causer des problèmes car on risque d'éliminer certains mouvements utiles. , **Figure 3, 12**

Le résumé de la méthode sera donc :

- Engendrer une configuration initiale $s = s_0$
- $s^* = s; f^* = f(s)$
- T Liste taboue vide
- Répéter :
 - m =le meilleur mouvement parmi les mouvements non taboue et mouvement tabous exceptionnels (améliorant la meilleur solutions)
 - s voisin de s_0 avec le mouvement m
 - Si $f(s) \leq f(s^*)$ alors $s^* = s$
 - Mettre à jour la liste taboue (insérez le mouvement m)
- Jusqu'à conditions de fin
- Retourné s^*

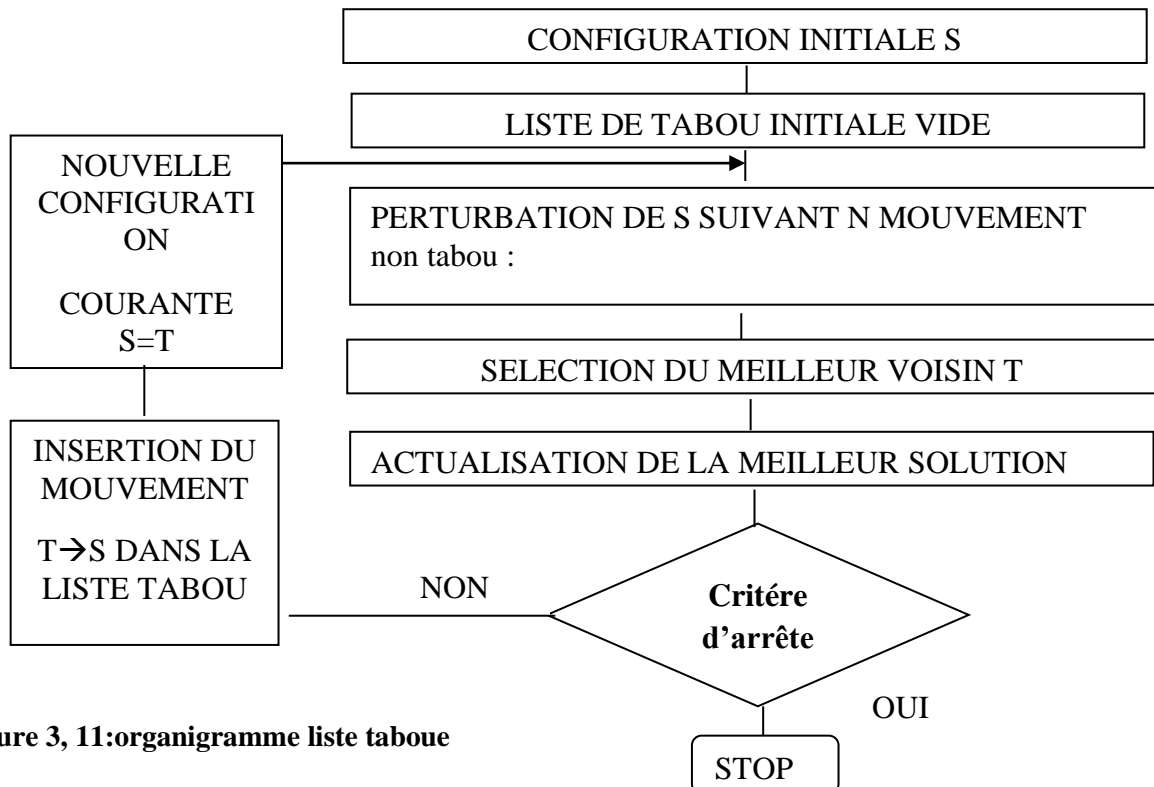


Figure 3, 11:organigramme liste taboue

Début :

Initialiser la solution initiale s ;

Calculer la fitness $f(s)$ de s :

$s_{best} = s$;

Tant que la condition d'arrêt n'est pas satisfaite **faire** :

Trouver la meilleur solutions \hat{s} dans le voisinage de s qui ne soit pas tabou ou qui vérifie les critères d'acceptation ;

Calculer $f(\hat{s})$;

Si fitness de (\hat{s}) est meilleur que fitness de (s_{best}) **alors**

$s_{best} = \hat{s}$;

Fin si ;

Mettre à jour la liste taboue ;

$s = \hat{s}$;

Fin Tant que ;

Retourner s_{best} ;

Fin ;

Figure 3, 12: une représentation de l'algorithme recherche taboue

D. A base de population :

Les métaheuristique a population démarre la recherche avec un ensemble de solutions initiales, l'idée est d'utilisé l'ensemble de solutions entre elles afin de générer les voisins cela va augmenter le nombre de solutions possibles et améliore la possibilité de trouver l'optimum global il existe plusieurs méthodes les plus connu ces les algorithmes génétiques et aussi colonie de fourmis.

a) Les algorithmes génétiques :

C'est un des algorithmes révolutionnaires proposé en 1975 par John Holland, ce sont des algorithmes stochastiques fondés sur les mécanismes de la sélection naturelle et de la génétique.[4] les vocabulaires utilisés sont les mêmes on parle donc de gène, chromosome, individu, population et génération.

- Génération de la population initiale

- La population initiale doit être suffisamment diversifiée et de taille assez importante pour que la recherche puisse parcourir l'espace d'état dans un temps limité.

- Fonction d'adaptation (Fitness)

- Mesure la performance de chaque individu.

- Sélection :

- Identifier statistiquement les meilleurs individus d'une population.
- L'opérateur de sélection doit être conçu pour donner également une chance aux mauvais éléments.

- **Sélection uniforme** : la sélection s'effectue d'une manière aléatoire et uniforme telle que chaque individu i a la même probabilité

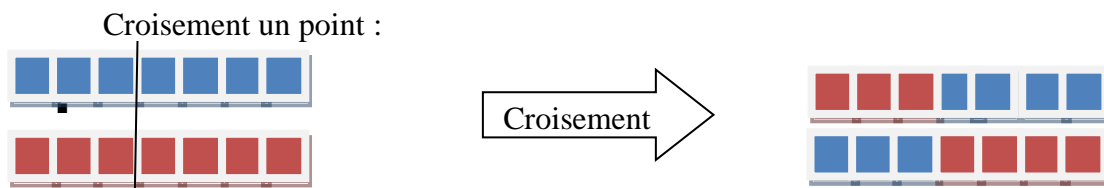
- **Sélection binaire par tournoi** : Deux individus sont choisis au hasard, on compare leurs fonctions d'adaptation et le mieux adapté est sélectionné.

- **Sélection par roulette** : S'inspire de la roue de loterie sur laquelle chaque individu est représenté par un secteur proportionnel à son fitness. Les individus les mieux évalués ont statistiquement plus de chance d'être sélectionnés. Donne une possibilité aux individus mal adaptés d'être choisis.

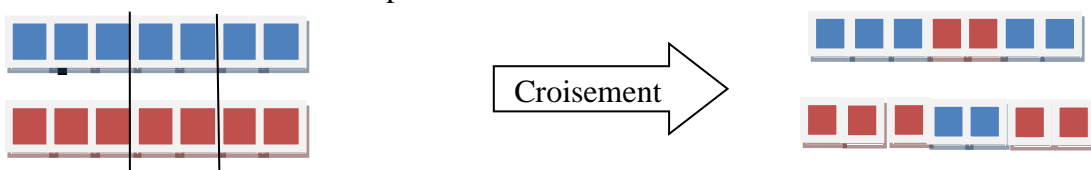
- **Croisement** :

Favorise l'exploration de l'espace de recherche et enrichit la diversité de la population. Il est fait avec deux parents et génère deux enfants.

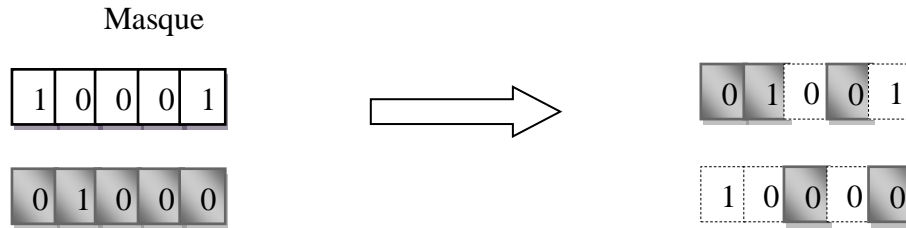
- **Croisement un point** : c'est d'échanger entre deux individus visés dans un point précis pour générer deux fils différents.



- **Croisement deux points** : même principe que le premier mais en deux points.
- **CROISEMENT** deux points

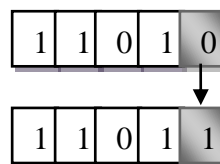


- **Croisement uniforme** : les bits à changer dans le parent dépendent des bits du masque si 1 il y'a un changement sinon on garde.



➤ **Mutation**

Processus où un changement mineur du code génétique est appliqué à un individu pour introduire de la diversité et ainsi d'éviter de tomber dans des optimums locaux.



b) Les colonies de fourmis :

- Proposés par Colormi, Dorigo et Maniezzo en 1992.
- Algorithme itératif à population.
- Auto-organisation chez les insectes sociaux (chez les fourmis).
- Utilisation de l'environnement pour communiquer entre les individus (la stigmergie).

Les algorithmes de colonies de fourmis s'inspirent des comportements collectifs de dépôt et de suivi de piste observés dans les colonies de fourmis. Une colonie d'agents simples (les fourmis) communique indirectement via des modifications dynamiques de leur environnement (les pistes de phéromones) et construisent ainsi une solution à un problème en s'appuyant sur leur expérience collective. **Figure 3, 14**

Dans l'objectif de recherche de nourriture en parcourant le plus petit chemin les fourmis communique indirectement entre elles en affectant l'environnement, au début de la recherche les fourmis se sépare aléatoirement en prenant des chemin de différentes tailles et longueur, elles dispose sur le sol une matière 'phéromone', cette matière est différentes selon la qualité de l'endroit visité les fourmis on le réflexe de suivre le chemin qui contient une forte intensité de phéromone cela résulte à la fin que toutes les fourmis utilise le chemin le plus court et l'intensité de phéromone dans le chemin le plus long et petite ce qui résulte que ce chemin sera abandonné

L'algorithme a été proposé pour résoudre le VRP ou le TSP il existe trois phases :

- Construction du trajet pour chaque fourmi
- Distribution de phéromone
- Evaporation des pistes de phéromone

On présente un algorithme pour le TSP dans la **Figure 3, 13**

Pour $t = 1, \dots, t_{\max}$

Pour chaque fourmi $k = 1, \dots, m$

Choisir un nœud au hasard

Pour chaque nœud non visité i

Choisir un nœud j , dans la liste J_i^k des nœuds restants,

Selon la règle aléatoire de transition proportionnelle

Déposer une quantité $\Delta\tau_{ij}^k$ sur le trajet $T^k(t)$

Fin Pour

Fin Pour

Fin Pour

Figure 3, 13:algorithme colonie de fourmi pour TSP

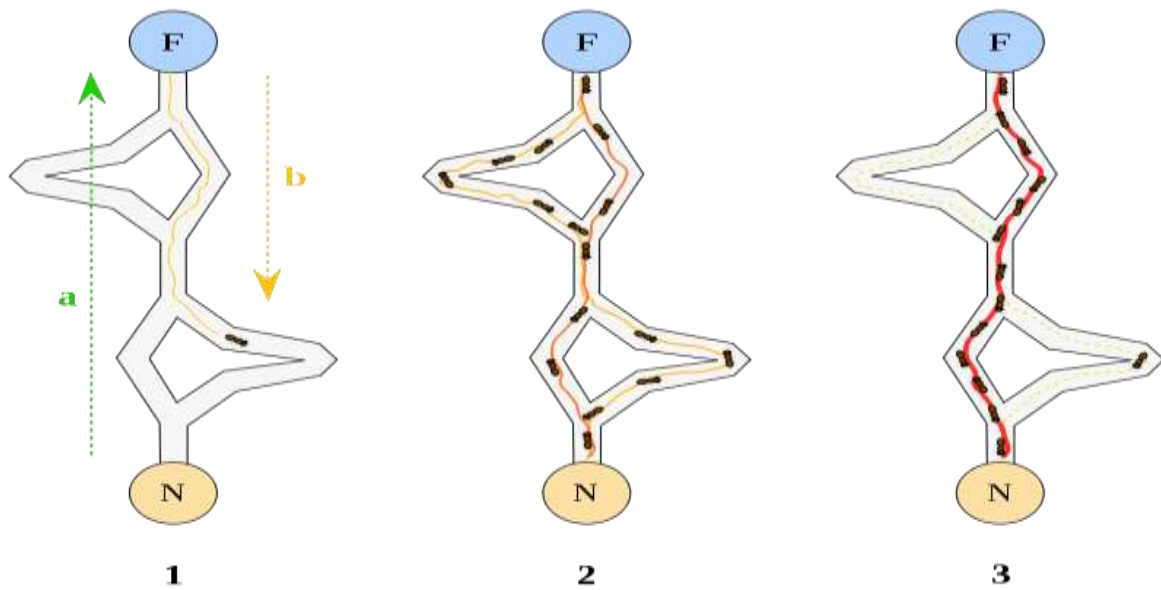


Figure 3, 14:expérience double branches

3.12 Conclusion

Dans ce chapitre on cite les différentes manières d'optimisation combinatoire commençant par les méthodes exactes qui permettent l'achèvement de la solution optimale. Mais elles ne sont pas trop pratiques en termes de temps de calcul et d'espace mémoire, comparées aux méthodes approchées qui s'adaptent à n'importe quel type de problème et donnent des solutions approximatives dans un temps abordable et ils sont plus utiles dans les problèmes avec un grand domaine de solutions possibles. Elles sont divisées en deux classes heuristiques et métaheuristiques. Elles sont elles-mêmes divisées en classes pour une utilisation vaste et adaptable aux problèmes cités dans le VRP ces algorithmes peuvent s'adapter au problème donné pour donner des solutions approximatives dans un temps satisfaisant.

**Chapitre 4 : Solution du problème de
transport Butane13**

4.1 Introduction :

Ce chapitre va traiter le problème de transport des bouteilles de gaz Butane (B13), au début on va traiter le problème de base qui est VRP, puis les alternatives du problème qui sont le CVRP (Capacitated Vehicle Routing Problem), et le PDVRP (Pickup and Delivery Vehicle Routing Problem). Le réseau de transport de NAFTAL se compose d'une flotte de véhicules homogènes avec une capacité donnée et des clients avec la distance entre eux.

Le but est de minimiser la distance parcourue pour chaque véhicule et minimiser les véhicules utilisés pour le transport des produits, notre procédure est d'appliquer une méthode une métaheuristique ou une heuristique sur le problème pour cette étude va être traité à l'aide d'une bibliothèque conçue pour la résolution de ce genre de problèmes appelée (Or-Tools), on va utiliser le langage Python pour l'adaptation du programme, le dépôt traité est le centre d'enfutage de Tlemcen situé à Chetouane.

Les méthodes appliquées :

- Algorithme du plus court chemin (Dijkstra) pour trouver une solution locale
- Métaheuristique Recuit simulé à partir de la solution locale
- Programmation Python avec Or-Tools

4.2 Principe des algorithmes : (Abdeldjalil Anissa) (Fujiwara, 2020)

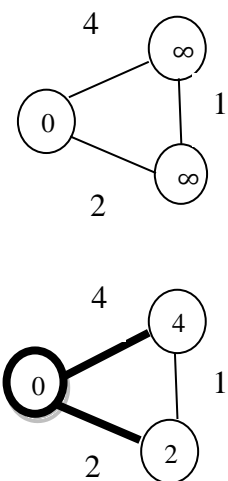
La procédure de l'algorithme Dijkstra qui se déplace pas à pas et prend l'arc avec le poids le moins important du nœud de départ jusqu'à les autres nœuds.

Cet algorithme se base sur le parcours en largeur afin de trouver le plus court chemin dans un graphe pondéré positivement (ce point est très important), un parcours en largeur permet de trouver le plus court chemin sur un graphe non pondéré (chaque arc a un poids et on parcourt en stockant le mouvement déjà effectué pour parcourir en profondeur.

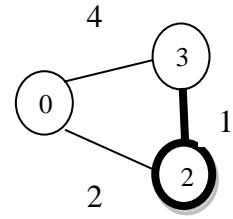
Explication :

Le poids du chemin entre deux sommets est la somme des poids des arêtes qui le composent. Pour une paire donnée de sommets *sdeb* (le sommet du départ) *sfin* (sommet d'arrivée) appartenant à *S*, l'algorithme trouve le chemin depuis *sdeb* vers *sfin* de moindre poids (autrement dit le chemin le plus léger ou encore le plus court).

L'algorithme fonctionne en construisant un sous-graphe *P* de manière à ce que la distance entre un sommet *s* de *P* depuis *sdeb* soit connue et soit un minimum dans *G*. Initialement *P* contient simplement le nœud *sdeb* isolé, et la distance de *sdeb* à lui-même vaut zéro. Des arcs sont ajoutés à *P* à chaque étape :



1. En identifiant toutes les arêtes $a_i = (s_{i1}, s_{i2})$ Dans $P \times G$ tel que s_{i1} est dans P et s_{i2} est dans G ;
2. En choisissant l'arête $a_j = (s_{j1}, s_{j2})$ dans $P \times G$ qui donne la distance minimum depuis s_{deb} à s_{j2} en passant tous les chemins créés menant à ce nœud.



On représente en dessous la **Figure 4 1**, un exemple de l'algorithme Dijkstra en tenant compte qu'il y'a d'autres méthode qui utilise le même raisonnement mais ici on se utilisera celle-ci avec Or-Tools pour trouver une solution Locale.

1. Initialiser la source (depot)
 2. $A = \emptyset$; depart=0
 3. $Q = \text{Nœuds}(G)$ les nœuds qui reste dans la queue
 4. Tant que $Q \neq \emptyset$:
 1. Depart =source
 2. Trouver l'arc le plus court entre depart et les autres nœuds
 3. Mettre à jour A liste du chemin empreinte (Depart,fin)
 4. Mettre à jour $Q \# \text{enlèver Départ du } Q$
 5. Depart = fin
- Fin Tant que
Retourner A ; Retourner distance(A)

Figure 4 1:exemple Algorithme de Dijkstra

4.2 Données du problème :

Voici une carte qui représente les clients du centre Tlemcen.



Figure 4 2: Clients du centre GPL Tlemcen

	1 CE31	2 Amiuyer	3 Bensekrane	4 Ouchba	5 Ain Fezza	6 Beni Add	7 Ouled Mimoun	8 Bréa	9 Imama	10 Ain Douz	11 Beni Master	12 Zelboune	13 Kodia	14 Hennaya	15 Ain Youcef	16 Remchi	17 Hajrat Lgt	18 Sidi Said
1	0	18	26	10	14	16	31	6	6	14	17	18	8	13	28	27	46	3
2	18	0	9	23	27	29	44	23	27	40	44	45	25	29	20	35	62	20
3	26	9	0	33	37	38	36	33	37	43	40	42	38	26	17	25	44	28
4	10	23	33	0	4	5	21	12	16	23	28	28	14	19	32	33	52	12
5	14	27	37	4	0	6	21	16	16	22	26	27	19	23	39	37	56	13
6	16	29	38	5	6	0	15	17	21	30	30	35	20	24	40	39	58	18
7	31	44	36	21	21	15	0	33	37	45	49	50	35	40	55	54	73	33
8	6	23	33	12	16	17	33	0	6	14	17	18	3	7	20	21	40	3
9	6	27	37	16	16	21	37	6	0	8	12	13	7	11	27	25	44	4
10	14	40	43	23	22	30	45	14	8	0	2	4	15	15	32	33	50	13
11	17	44	40	28	26	30	49	17	12	2	0	3	17	15	30	29	48	15
12	18	45	42	28	27	35	50	18	13	4	3	0	18	17	35	30	49	16
13	8	25	38	14	19	20	35	3	7	15	17	18	0	5	21	20	39	6
14	13	29	26	19	23	24	40	7	11	15	15	17	5	0	16	14	34	10
15	28	20	17	32	39	40	55	20	27	32	30	35	21	16	0	8	27	26
16	27	35	25	33	37	39	54	21	25	33	29	30	20	14	8	0	21	25
17	46	62	44	52	56	58	73	40	44	50	48	49	39	34	27	21	0	44
18	3	20	28	12	13	18	33	3	4	13	15	16	6	10	26	25	44	0

Tableau 4 1:Matrice distance du centre GPL Tlemcen

Au début on traite le problème comme TSP pour trouver le chemin le plus court entre les clients à partir du centre et on revient dessus, cela permettra de données une idée sur le chemin le plus court que les véhicules peuvent prendre :

4.3.1 Modèle mathématique du TSP

Soit $G = (V ; E)$ un graphe ou V représente l'ensemble des clients n et E l'ensemble des arcs (le graphe est orienté) ; chaque arc possède un coût de transport ou une distance $d(i, j)$, chaque nœud (client) contient une demande. L'objectif de ce problème est de trouver un tour ou un circuit de coût minimum ou de distance minimale, pour visiter l'ensemble des n sommets du graphe.

$x(i, j)$ Est une variable binaire est égale à 1 si le client j est visité immédiatement après le client i .

Fonction objective :

$$\text{minimiser } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{i,j} x_{i,j} \quad (1)$$

Contraintes :

$$\sum_{i=1}^n x_{i,j} = 1 \text{ pour } j = 1 \dots \dots, n \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{i,j} = 1 \text{ pour } i = 1 \dots \dots, n \quad (3)$$

$$\sum_{i \in S} \sum_{j \in S} x_{i,j} \geq 1, S \subset \{1, \dots, n\}, |S| \geq 2 \quad (4)$$

$$x_{i,j} \in \{0,1\} (i, j \in \{1, \dots, n\}, i \neq j) \quad (5)$$

L'objectif (1) est de minimiser la distance totale parcourue pendant le circuit de la visite. Les contraintes (2) et (3) assurent que le voyageur n'entre et ne sorte qu'une seule fois par le sommet. La contrainte (4) élimine les sous-tours au sein d'un tour qui doit commencer et se terminer au même point (dépôt par exemple) ; |S| représente le nombre de sommets faisant partie d'un sous-tour potentiel composé des clients de l'ensemble S. Finalement, la contrainte (5) assure que les variables sont binaires.

Cela est juste une des représentations possibles du TSP plusieurs modèles mathématiques on était réalisé pour résoudre le TSP. Les résultats dans la région de Tlemcen sont représentés dans la **Figure 4 3**

4.3.2 Traité le problème en type DVRP

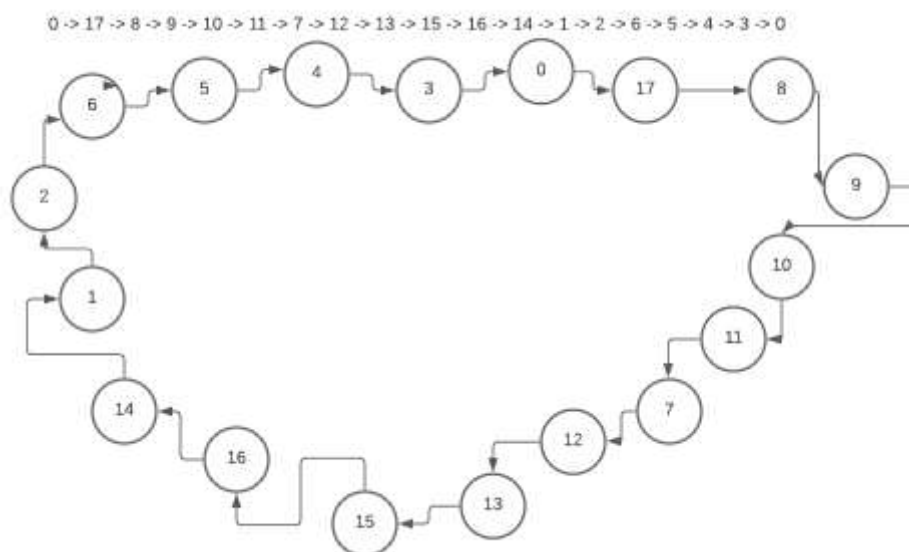


Figure 4 3:Le plus court chemin Tlemcen

On va considérer 6 véhicules dans l'exécution du programme :

- Modèle mathématique :

Soit un graphe $G = (V; E)$ avec :

$V = \{v, v_0, \dots, v_1\}$ Est un ensemble de sommets représentant les clients

$A = \{(v_i, v_j) : i \leq j; v_i, v_j \in V\}$ Est un ensemble d'arêtes ou arcs reliant les clients

Les variables de décision sont définies comme suit :

$x_{i,j,k}$ { 1 si le véhicule k se déplace à j après avoir fini avec i sinon 0 }

Les paramètres qui interviennent dans la formulation des problèmes sont :

$V = \{0, 1, 2, \dots, n\}$: Ensemble de sommets, v_0 correspondant au dépôt

$K = \{1, 2, \dots, m\}$: Les véhicules disponibles

n : nombre des sommets, m : nombre de véhicules

q_i : demande du client i

- Fonction objective

$$\text{minimiser } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m d_{i,j} * x_{i,j,k} \quad (2,0)$$

- Contraintes :

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m x_{i,j,k} = 1 \quad \forall 1 \leq i \leq n \quad (2,1)$$

$$\sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m x_{i,j,k} = 1 \quad \forall 1 \leq i \leq n \quad (2,2)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{0,j,k} = 1 \quad \text{pour } k \text{ dans } m \quad (2,3)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{i,0,k} = 1 \quad \text{pour } k \text{ dans } m \quad (2,4)$$

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n d_{i,j} * x_{i,j,k} \leq 100 \quad (2.5)$$

$$\sum_{i \in S} \sum_{j \in S} x_{i,j,k} \geq 1, \quad S \subset \{1, \dots, n\}, |S| \geq 2 \quad (2.6)$$

$$x_{i,j,k} \in \{0,1\} (i,j \in V, i \neq j) \quad (2.7)$$

L'objectif (2,0) est de minimiser la distance totale parcourue. Les contraintes (2,1) et (2,2) assurent que chaque client est visité et est quitté une seule fois par un seul véhicule. La contrainte (2,3) et (2.4) veut dire que chaque tournée commence et se termine par le dépôt. La contrainte limite la distance déplacée par chaque véhicule à 100km. (2.5). Contrainte (2.6) élimine les sous-tours. Contrainte (2.7) assure que toutes les variables $x_{i,j,k}$ sont binaires.

Dans le modèle mathématique on ne prend pas en compte les capacités des véhicules, et donc on va limiter les distances de déplacement pour chaque véhicule à 100km, pour comparer les résultats avec les contraintes de capacités.

Les résultats seront donc :

Véhicule 0, et 1 sans route et le reste est représenté dans la **Figure 4 4**:

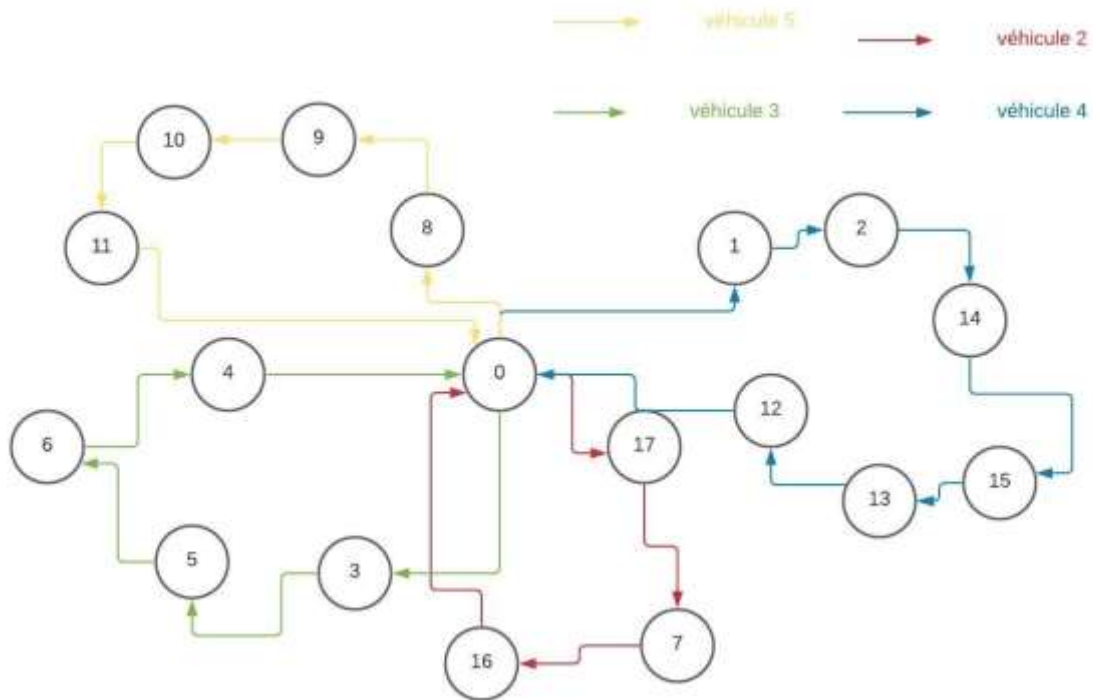


Figure 4 4:DVRP Tlemcen

- Analyse :

Distance objective :273km, on remarque que le programme n'utilise pas tous les flotte des véhicules et encore si on a pas limité les distances parcourue par véhicule le programme se transforme en TSP, ensuite on va traiter le CVRP et comparé le programme quand on rajoute les contraintes de capacité et limitée le nombre de clients visité par chaque véhicule au début a 4 clients , après 3 clients max par véhicule, la raison d'ajout de cette contrainte revient à la dilatation du butane qui pose des risque de transport.

4.3.3 Modèle mathématique CVRP :

Le problème est considéré comme CVRP car le nombre de bouteilles de GAZ Butane livré est le même récupérer en bouteilles vide du client.)

$A = \{(i, j) : i, j \in V, i \neq j\}$ est l'ensemble des arcs présentant les routes possibles à suivre entre ces différents points de ventes pour assurer la livraison des bouteilles demandés où à chaque arc est associé une matrice de distance $d = (d_{i,j})$. La matrice de distance : la distance séparant deux clients est représentée par une matrice de distance de nature « symétrique », cette dernière est déterminée par Google Maps. Le tableau suivant représente la matrice de distance du centre d'enfutage Tlemcen.

CAP_k : capacité du camion k

- Fonction objective

$$\text{minimiser } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m d_{i,j} * x_{i,j,k} \quad (3.1)$$

- Contraintes :

$$\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m x_{i,j,k} = 1 \text{ Pour } i=1\dots n \quad (3.2)$$

$$\sum_{j=1}^n * \sum_{k=1}^m x_{i,j,k} = 1 \text{ Pour } j=1\dots n \quad (3.3)$$

$$\sum_{(i,j) \in A} x_{i,j,k} = \sum_{(j,i) \in A} x_{j,i,k} \quad (3.4)$$

$$\sum_{j=1}^n x_{0,j,k} = 1 \text{ Pour } k=1\dots m \quad (3.5)$$

$$\sum_{i=1}^n x_{i,0,k} = 1 \text{ Pour } k=1\dots m \quad (3.6)$$

$$\sum_{(j,i) \in A} x_{i,j,k} q_i \leq CAP_k \quad \text{Pour } K=1\dots m \quad (3.7)$$

$$x_{i,j,k} \in \{0,1\} \text{ Pour chaque } 0 \leq i, j < n, \text{ Pour } k=1\dots, m \quad (3.8)$$

$x_{i,j,k}$ Variable de décision 1 si (i, j) est parcourue par véhicule k sinon 0

$$\sum_{i \in S} \sum_{j \in S} \sum_{k \in m} x_{i,j,k} \geq 1, \quad S \subset \{1, \dots, n\}, |S| \geq 2 \quad (3.9)$$

$$\sum_i^n \sum_j^n x_{i,j,k} \leq 4 \text{ Pour } k \text{ dans } m \quad (3.10)$$

(3,1) Signifie que notre objectif est de minimiser la somme des distances de toutes les tournés. (3,2) Et (3,3) signifie que chaque client doit desservi une et une seule fois, (3,4) signifie la conservation de la flotte. (3,5) veut dire que chaque tourné commence et se termine à l'entreprise, (3,6) : la fin est obligatoirement au dépôt, (3,7) c'est une contrainte de la capacité, la contrainte (3,7) permet de s'assurer que le changement des véhicules en respectant leurs capacités. (3,8) veut dire les contraintes de binarité sur les variables de décision $x_{i,j,k}$. (3,9) : élimination des sous-tours. (3.10) limite le nombre de clients visité par chaque camion à quatre.

- Résultat du programme limité à 4 clients :

Avec les données ajoutées :

La capacité des véhicules est déterminée en termes d'unités de produits livrés (bouteilles du gaz butane)

Concernant les camions du Naftal, on a 6 véhicules d'une capacité de : CAP=210

q_i : la demande des clients.

$q_i = 110 \ 100 \ 110 \ 20 \ 40 \ 40 \ 55 \ 210 \ 57 \ 49 \ 104 \ 90 \ 80 \ 26 \ 24 \ 80 \ 65$

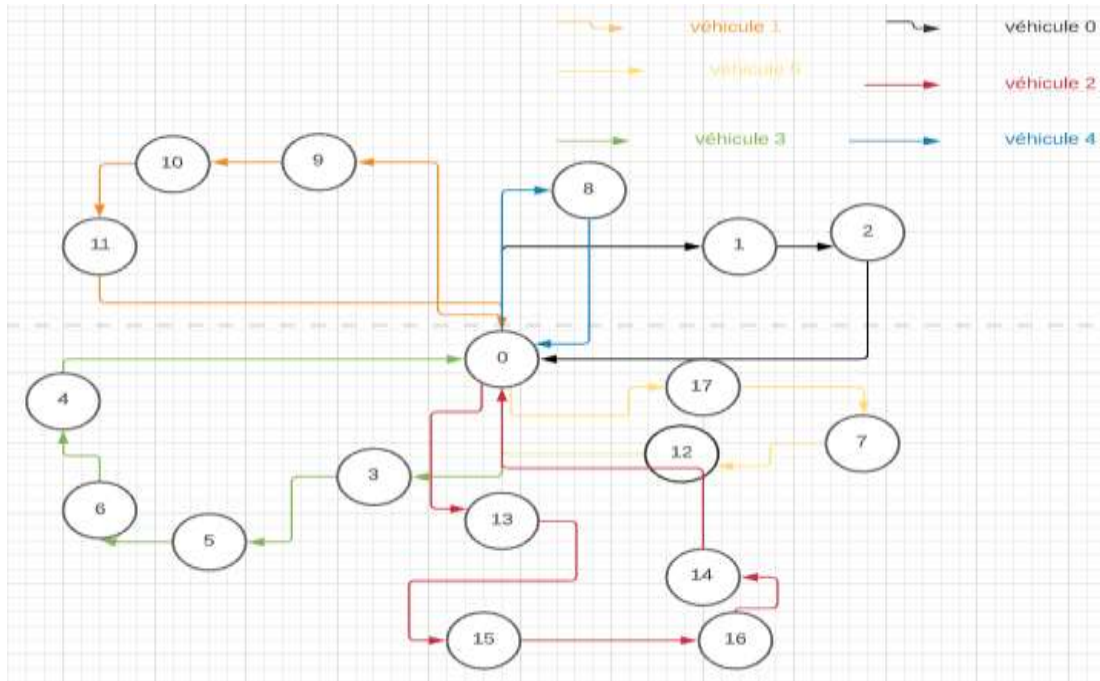


Figure 4 5: CVRP région Tlemcen

L'objective donnée dans le résultat est 278 km comme distance totale, premièrement pour tester les résultats du programme on à décider de le comparer avec une étude faite avant (Abdeldjalil Anissa) , les résultats du programme Lingo dans cette étude sont représenté dans la **Figure 4 6**

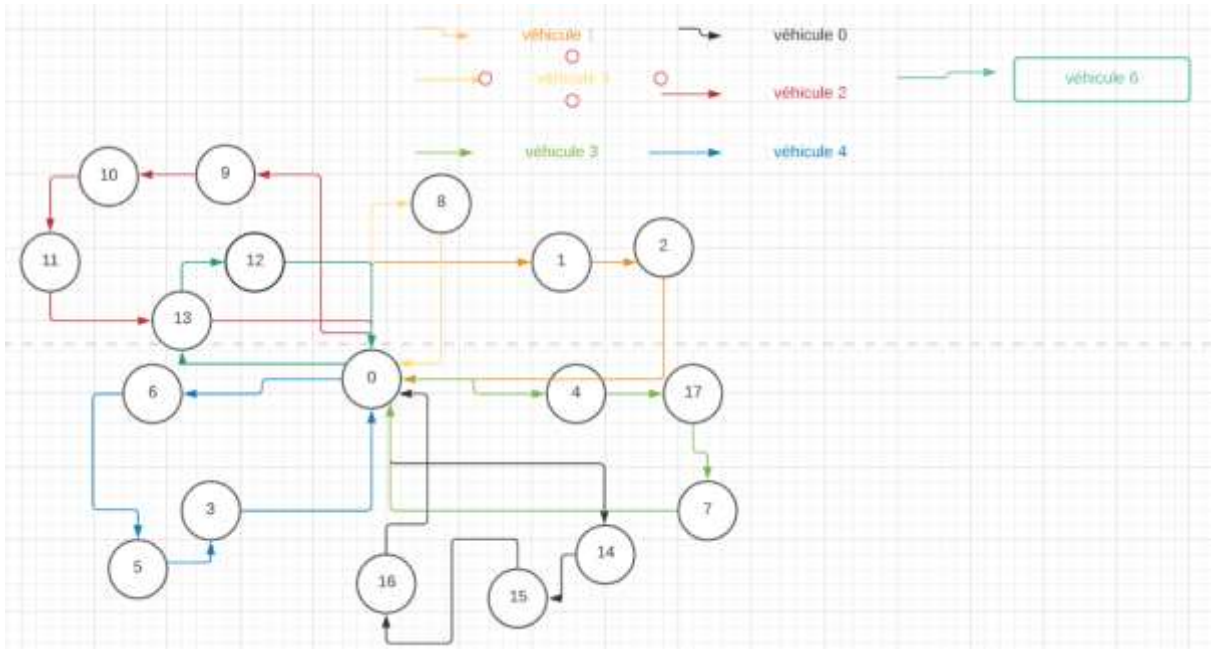


Figure 4 7: CVRP avec 3 clients maximum région Tlemcen 328km

➤ Analyse :

Ici on appliqué l’algorithme (chemin le plus court) puis le (Recuit-Simulé), en comparaison la **Figure 4 5** donne des résultats meilleurs mais des risques plus importants en contre partie qui concerne la dilatation du GPL, contrairement à la deuxième instance ou l’objective et bien plus important (328km) mais on considère que le risque de dilatation est minimiser, donc pour cela l’entreprise aura besoin d’investir pour minimiser ces risques après c’est un choix professionnel si on considère la manière dont l’entreprise opère maintenant est optimal, donc les résultats obtenue sur la première instance sont abordable et les camions sont bien répartie sur les clients.

On traite maintenant les autres dépôts relais on va considérer le client maximum a visité pour chaque véhicule 4 :

1. Donnée dépôt MAGHNIA :

Nombre de véhicules =5

Capacité de chaque véhicule :210

Demande : [0 ,105 ,150 ,55 ,120 ,80, 70 ,60 ,50 ,90 ,60 ,70 ,120, 20]

Nombre de villes :13

	1 Dépôt	2 Bouhlou	3 Ouled Charef	4 Sabra	5 Maghnia	6 Souani	7 Bab El-Assa	8 Souk Telata	9 H.Boughrara	10 Msamda	11 Sidi Mjahed	12 O.Moussa	13 B.Boussaïd	14 Rouban
1	0	24	2	23	3	25	38	46	11	7	14	20	25	40
2	24	0	21	9	26	48	61	69	29	26	12	25	30	47
3	2	21	0	20	5	27	40	48	12	9	11	21	26	45
4	23	9	20	0	25	54	68	76	20	29	20	32	37	54
5	3	26	5	25	0	24	37	45	13	7	16	20	25	42
6	25	48	27	54	24	0	14	22	40	29	37	36	41	57
7	38	61	40	68	37	14	0	8	53	43	51	49	54	71
8	46	69	48	76	45	22	8	0	61	51	59	57	62	79
9	11	29	12	20	13	40	53	61	0	17	23	30	35	51
10	7	26	9	29	7	29	43	51	17	0	15	14	19	35
11	14	12	11	20	16	37	51	59	23	15	0	17	22	38
12	20	25	21	32	20	36	49	57	30	14	17	0	10	27
13	25	30	26	37	25	41	54	62	35	19	22	10	0	17
14	40	47	45	54	42	57	71	79	51	35	38	27	17	0

Tableau 4 2: matrice Distance Maghnia

La séquence obtenue avec l’algorithme le plus court chemin est montré dans la **Figure 4 8**,on remarque directement que le chemin emprunté est toujours avec le poids minimum, ce qui résume le fonctionnement de l’algorithme, on ajustera ensuite la solution avec l’algorithme recuit simulé qui va nous donner la solution montrée dans la **Figure 4 9**

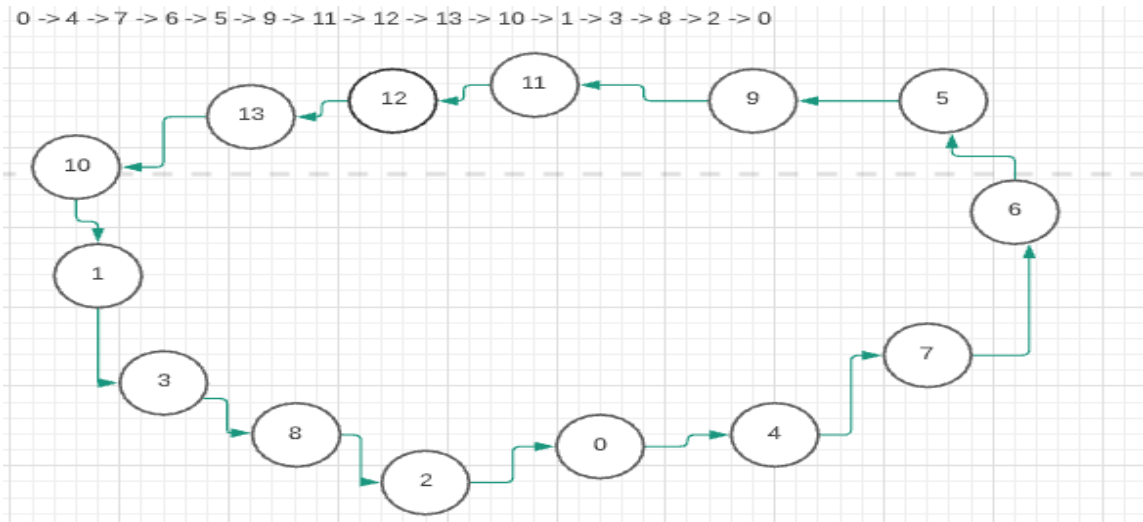


Figure 4 8:TSP Maghnia

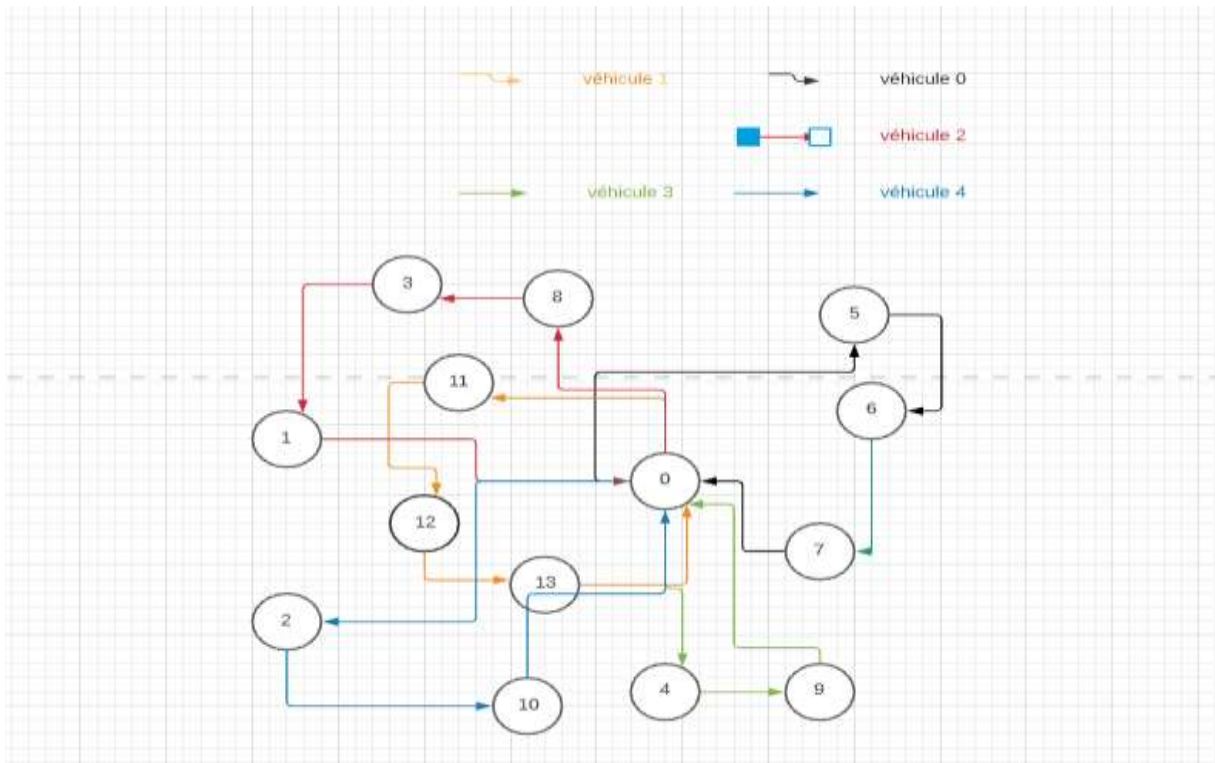


Figure 4 9: CVRP quatre clients max région Maghnia

2. Données dépôt NEDROMA :

Nombre de villes :15

Nombre de véhicules :5

Capacité de chaque véhicule :210

Demande [0 ,90 ,105 ,105 ,84 ,84 ,42 ,100 ,150 ,40 ,40 ,30 ,27 ,20 ,90 ,40]

	1 Dépôt	2 Khouriba	3 Adjajja	4 Djebala	5 Ain Fettah	6 Ain Kbira	7 Zenata	8 Jamaa Sakhra	9 Ghazaout	10 Swahlia	11 Mzawro	12 D Yaghmoracen	13 Sidi Youchaa	14 El-Assa	15 Benkrama	16 M.Benmhidi
1	0	4	18	12	32	10	38	10	16	21	20	13	15	5	31	64
2	4	0	18	15	38	13	50	6	13	20	19	10	12	2	30	65
3	18	18	0	13	63	29	59	18	30	13	10	30	32	16	18	52
4	12	15	13	0	35	21	49	20	24	19	18	25	27	17	29	62
5	32	38	63	35	0	25	28	45	48	63	58	41	43	40	57	87
6	10	13	29	21	25	0	31	19	26	30	29	23	26	15	40	74
7	38	50	59	49	28	31	0	48	50	60	60	44	46	43	77	117
8	10	6	18	20	45	19	48	0	7	18	20	16	19	5	30	63
9	16	13	30	24	48	26	50	7	0	11	15	10	17	11	27	60

10	21	20	13	19	62	30	60	18	11	0	5	20	27	18	17	50
11	20	19	10	18	58	29	60	20	15	5	0	24	32	17	12	45
12	13	10	30	25	41	23	44	16	10	20	24	0	11	12	36	68
13	15	12	32	27	43	26	46	19	17	27	32	11	0	14	42	75
14	5	2	16	17	40	15	43	5	11	18	17	12	14	0	28	61
15	31	30	18	29	57	40	77	30	27	17	12	36	42	28	0	31
16	64	65	52	62	87	74	117	63	60	50	45	68	75	61	31	0

Tableau 4 3: Matrice Distance Nedroma

Les mêmes procédures qu'avant on obtient les solutions suivantes pour le dépôt Nedroma,

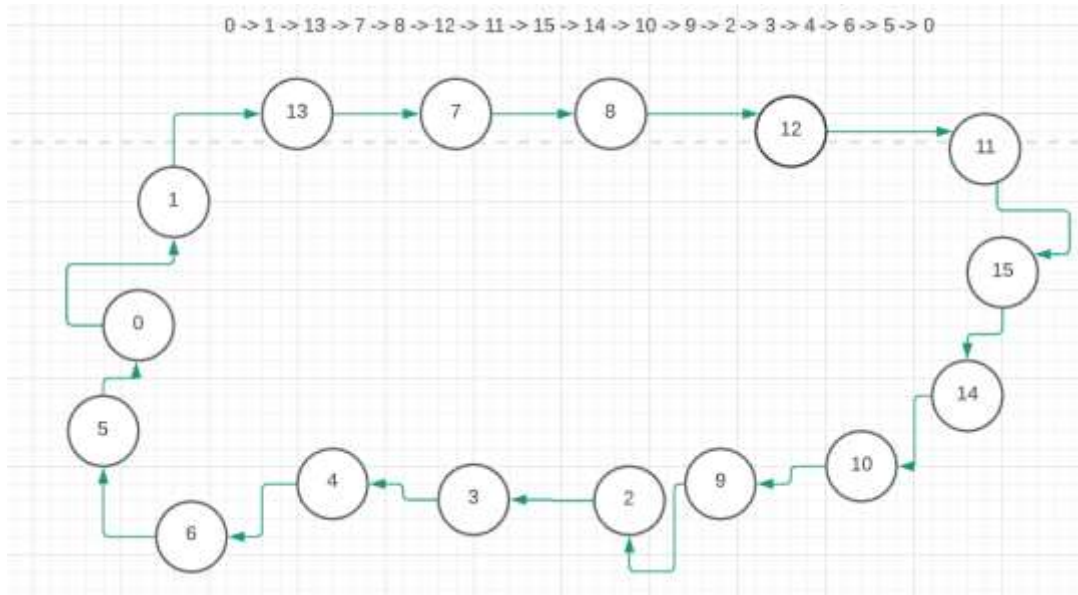


Figure 4 10:TSP région Nedroma

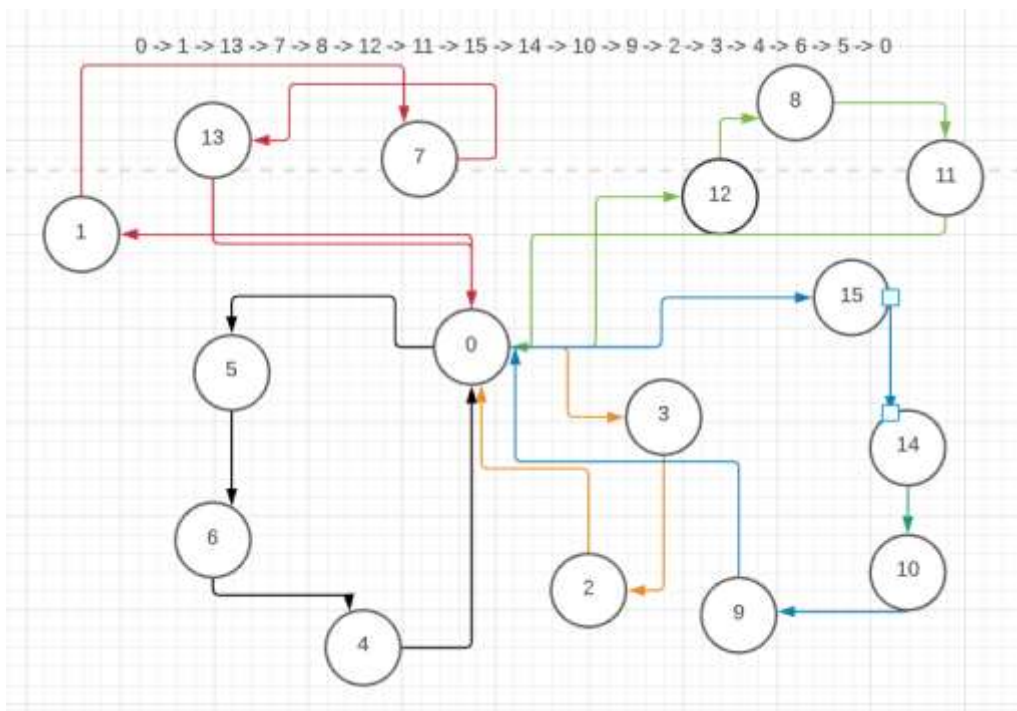


Figure 4 11:CVRP quatre clients max région Nedroma

3. Donnée de centre SEBDOU :

$m=10$ nombres de clients

$n=$ nombre de véhicules 4

Capacité des véhicules :210

Demande : [0 ,120, 90 ,120 ,30 ,180 ,60 ,60, 90 ,25,65]

	1 Dépôt	2 Gour	3 Sidi Djilali	4 Bouihi	5 El Aricha	6 El Aouedj	7 Beni Bahdel	8 Azail	9 Beni Snous	10 Terny	11 Beni Smiel
1	0	20	34	50	49	20	32	18	27	23	36
2	20	0	50	65	56	27	48	40	47	40	32
3	34	50	0	16	54	32	57	48	37	56	86
4	50	65	16	0	49	47	50	50	41	72	85
5	49	56	54	49	0	30	85	65	80	71	87
6	20	27	32	47	30	0	51	35	45	42	58
7	32	48	57	50	85	51	0	10	10	33	65
8	18	40	48	50	65	35	10	0	9	25	57
9	27	47	37	41	80	45	10	9	0	33	64
10	23	40	56	72	71	42	33	25	33	0	56
11	36	32	86	85	87	58	65	57	64	56	0

Tableau 4 4:matrice Distance Sebdou

Résultats dans Figure 4 12,Figure 4 13

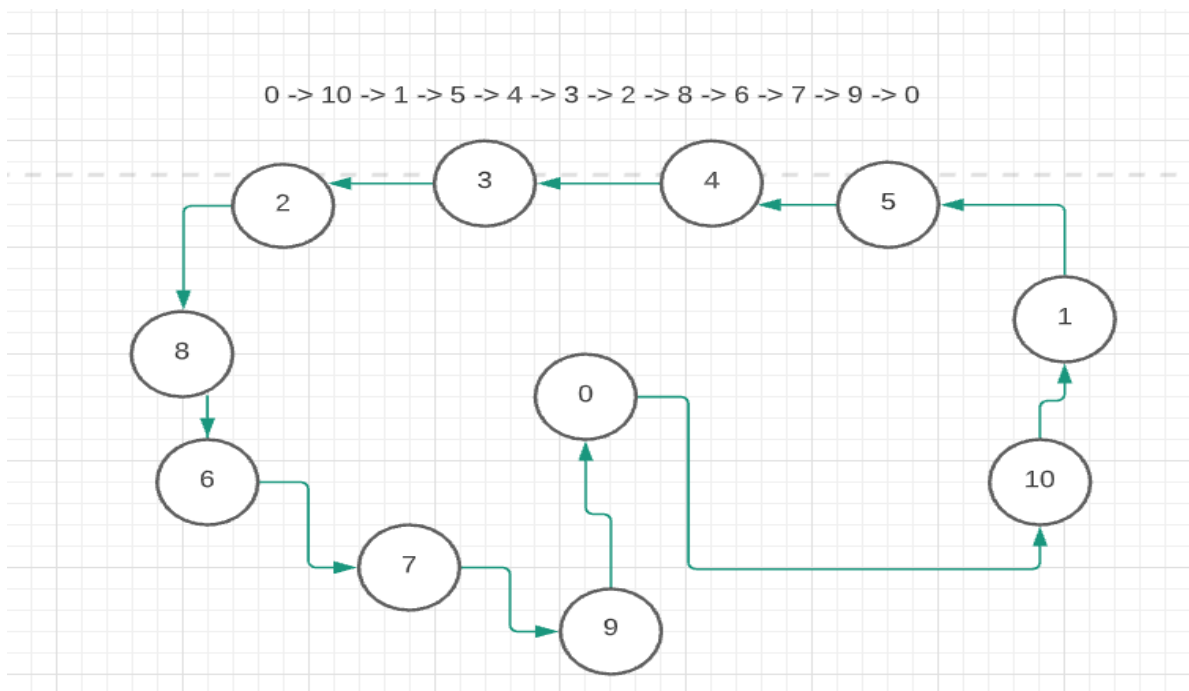


Figure 4 12:TSP région de Sebdou

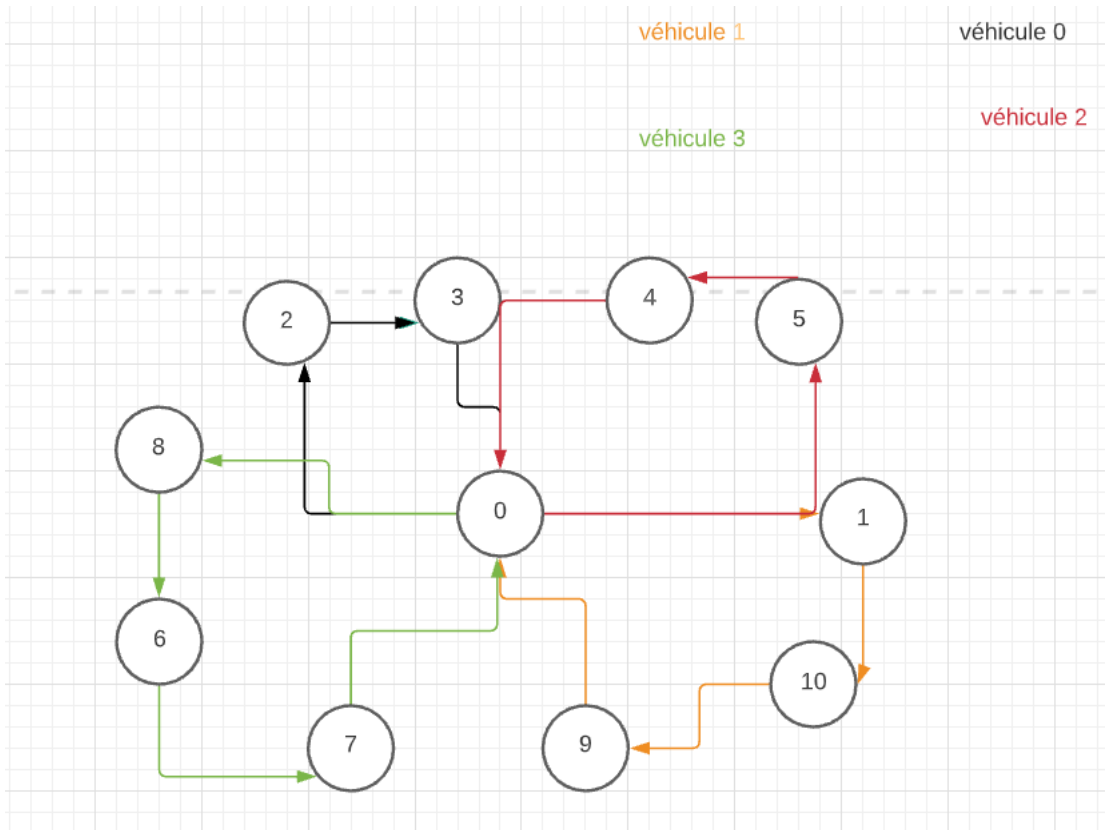


Figure 4 13: CVRP 4 clients Sebdou

4.4 Conclusion :

Dans ce dernier chapitre, l'application du métaheuristique de l'algorithme « Recuit-Simulé » et l'algorithme « Chemin Le plus Court » sur un système de distribution permet de définir les trajets optimaux à suivre en fonction de la demande et en minimisant la distance, on a traité ces données avec la bibliothèque Or-Tools, le but était de voir ce que les contraintes rapportent dans le modèle du VRP et la différence de l'itinéraire des véhicules entre les instances, les résultats obtenus sont acceptables sachant qu'on a appliqué des algorithmes approximatifs pour le centre de TLEMCEN les demandes sont faites en 6 tournées pour « l'instance 2 » 7 tournées, pour MAGHNIA et NEDROMA 5 tournées de véhicules et pour SEBDOU 4 tournées de véhicules. L'exécution du programme a été faite à partir des conditions de l'usine qui cite dans ce cas avec les données disponibles des exécutions à 4 clients maximum par véhicule.

Conclusion Générale

Pour résumer le travail fait sur cette étude on peut citer trois recherches générales :

La première sera l'étude des problèmes de NAFTAL au niveau logistique et résumé les types de ces problèmes, qui sont inclus dans le VRP,

La deuxième est liée à l'application d'une méthode heuristique ou métaheuristique pour résoudre ces problèmes, un problème de VRP consiste de trouver la meilleure rotation des véhicules entre les dépôts et les clients, avec un ensemble de véhicule limité et homogène, tout en respectant les contraintes de capacité et prix d'utilisation de chaque véhicule.

La troisième est consacrée aux programmes utilisés on a décidé d'appliquer « Google Or-Tools » et le langage de programmation « Python », les méthode « Chemin le plus court », « Recuit-Simulé » sont intégrer et plusieurs d'autres méthodes.

On a appliqué les méthodes sur le transport du Gaz Butane (B13) dans la région de Tlemcen plus précisément sur le centre d'enfutage de Tlemcen(Chetouane),le réseau étudié est constitué d'un ensemble de clients un nombre limitée de véhicules homogènes avec capacités limitées, la capacité des produits livrée est déterminer en unité livré des bouteilles de gaz butane, le problème rencontrer est de type CVRP un problème ou on doit satisfaire toutes les demandes des clients en utilisant le moins de véhicules possibles et minimiser la distance en même temps, Notre objectif est de déterminer la suit des véhicules utilisée et le chemin pour chacun des véhicules qui coûte le moins, l'application de Or-Tools nous facilite la planification et la régénération des routes en très peu de temps comparé au solver Lingo .

Le but du mémoire est d'offrir des solutions applicables dans les cas de NAFTAL, l'optimisation du problème offre des économies potentielles est minimisation des risques de transport du butane économisations du temps et distance, pour une suite du problème l'ajout d'une fenêtre de temps pour ajuster le problème sur les conditions de travail des clients ou transformé les conditions sur les clients en conditions de distance limitée par camion.

Bibliographie

(s.d.). Récupéré sur <http://www.stpe-dz.com>

Abdeldjalil Anissa, I. D. (s.d.). Optimisation de la distribution des bouteilles en gaz butane (B13) : Cas de l'entreprise Naftal GPL Tlemcen.

Algérienne, M. d. (2019). *AUTORITE DE REGULATION DES HYDROCARBURES*. Alger. Récupéré sur <http://www.arh.gov.dz/pdf/Note-de-synthese-2019-final.pdf>

B.mahmoud. (2004). Etude des pertes du GPL au niveau du débutaniseur.

Bard, J. F. (1998). A branch and cut algorithm for the VRP with satellite facilities. (Citeseer, Éd.) *IIE Transactions*, 30, 821--834.

Belhaouci, D. (s.d.). Démystifier le Machine Learning, Partie 2 : les Réseaux de Neurones artificiels.

Bellalouna, M. (s.d.). *Problèmes d'optimisation combinatoires probabilistes*. Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, 1993. Français. ffpastel-00568759f, Optimisation et contrôle.

Benantar, A. (2017). *Optimisation pour des problemes industriels de tournées de vehicules: vers une transition energetique*. Normandie Universit{\e}.

Blaidi, N. a. (2018). *Optimisation de la distribution du carburant au sein de l'entreprise NAFTAL de Tizi-Ouzou*. UMMTO.

Blum, Lenore and BLUM, LENORE AUTOR and Cucker, Felipe and Shub, Michael and Smale, & Steve. (1998). *{Complexity and real computation}*. {Springer Science \& Business Media}.

Boyd, S. a. (2007). Branch and bound methods. *Notes for EE364b, Stanford University*, 7.

Brahim, Z. (2016). Optimisation des paramètres de fonctionnement d'un débutaniseur.

Button, K. (2010). *Transport economics*. Edward Elgar Publishing.

C.Melissa. (s.d.). Carburants : Acquisition d'un nouveau navire caboteur-ravitailleur par Naftal. Récupéré sur <https://www.maghrebemergent.com/carburants-acquisition-dun-nouveau-navire-caboteur-ravitailleur-par-naftal/>

Cfbp. (s.d.). PROPRIÉTÉS DES GPL. Récupéré sur www.cfbp.fr

Cherif, A. B. (2017). le gaz naturel. *État des lieux, enjeux, perspectives et options d'ici l'horizon 2030*, 32. La Banque internationale pour la reconstruction et le développement.

Ciamba, A. T. (2019, juin 20). RÈGLEMENT (UE) 2019/1156 DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL. *Journal officiel de l'Union européenne*.

- Clarke, G. a. (1964). Scheduling of vehicles from a central depot to a number of delivery points. (Informs, Éd.) *Operations research*, 12(4), 568--581.
- Cornillier, F. a. (2008). A heuristic for the multi-period petrol station replenishment problem. (Elsevier, Éd.) *European Journal of Operational Research*, 191(2), 295--305.
- Deb, K. (2011). *Multi-objective evolutionary optimisation for product design and manufacturing*. (Springer, Éd.)
- Dridi, I. H. (2010). Un Algorithme génétique pour le problème de ramassage et de livraison avec fenêtres de temps à plusieurs véhicules. *arXiv preprint arXiv:1010.0979*.
- Euchi, J. (2011). Metaheuristics approaches to solve some variants of the Heterogeneous Fixed fleet Vehicle Routing Problems. Université du Havre.
- Finel, B. (2004). {Structuration de lignes d'usinage: m{\e}thodes exactes et heuristiques}. *phdthesis*. {Universit{\e} Paul Verlaine-Metz}.
- Finel, B. (2004). Structuration de lignes d'usinage: methodes exactes et heuristiques. *phdthesis*. {Universit{\e} Paul Verlaine-Metz}.
- Fujiwara, H. a. (2020). Dynamic Programming for the Subset Sum Problem. *Formalized Mathematics*, 89--92.
- Gonzalez-Feliu, J. (2013). Modèles et méthodes pour la logistique urbaine: les problèmes de tournées de véhicules à deux échelons}.
- GPL/C-, N. (s.d.). *Développement du GPL/c*. Naftal.
- Guersola, M. a. (2017). A methodology for minimizing LPG transportation impact. (E. P. Limited, Éd.) *Management of Environmental Quality: An International Journal*.
- Halimaou, D. (2011). *Optimisation de la distribution des produits p{\e}trolliers (Les carburants) au niveau de l'entreprise Naftal de Tizi Ouzou*. UMMTO.
- Halpern, L. (2005, septembre 13). Résumé du cours d'optimisation.
- Hernandez, F. (2010). *Methodes de resolution exactes pour le problème de routage de vehicules avec fenetres de temps et routes multiples*. Montpellier 2.
- Hocini, N. (s.d.). *Etude d'un système de vaportisation du GPL*. 2018.
- Ismail, S. B., Legras, F., & Coppin, G. (2011). Synthèse du problème de routage de véhicules. *phdthesis*. {D{\e}pt. Logique des Usages, Sciences Sociales et de l'Information (Institut~...)}.
- l'énergie, M. d. (2015). Revue algérienne de l'énergie.
- Lin, S. (1965). Computer solutions of the traveling salesman problem. *Bell System Technical Journal*, 44(10), 2245--2269.

- Merrad, S. a. (2016). *Elaboration d'un programme de distribution de GPL/c. au niveau de l'entreprise NAFTAL de Bjaia*. Universite de bejaia.
- N. van Omme, L. P. (2014). *or-tools user's manual*. Google.
- N.E.HOCINI. (2018). *etude d'un système de vaportisation du gpl*.
- Naftal. (s.d.). politique de Naftal pour le promotion des GPL/C. Récupéré sur <https://www.naftal.dz/fr/index.php/gplc-gnc>
- Natural, d. d. (2007, Décembre). Revue trimestriel de Sonatrach.
- Nedjoua, B. (s.d.). La distribution et la commercialisation des produits Gaz Petrole Liquefie Naftal. *Publications {E}tudes & Analyses*.
- Pan, S. (2010). *Contribution a la definition et a l'evaluation de la mutualisation de chaines logistiques pour reduire les emissions de CO2 du transport: application au cas de la grande distribution*. {E}cole Nationale Sup{e}rieure des Mines de Paris.
- Prud'homme, M. D. (s.d.). *Infrastructures de transport ,mobilité et croissance*.
- Sangeeta, S. S. (2015). Simultaneously pickup and delivery MDVRP with multi objective GA. *International Journal of Advanced Research in Computer Science*, 6(5).
- Service, A. P. (2020, avril 14). *aps.dz*. Récupéré sur <https://www.aps.dz/economie/104038-produits-petroliers-baisse-drastique-de-la-consommation-recul-de-50-du-chiffre-d-affaires-de-naftal>
- Siouani, A. (2015). LE SYSTEME D'INFORMATION DE L'ENTREPRISE NAFTAL. (ASJP, Éd.) *Revue d'economie et de statistique appliquee*, 12(2), 532--544.
- Smati, A. a. (2000). Optimisation du réseau algerien de transport de brut et de condensat. (E. Sciences, Éd.) 55(5), 543--562.
- Sonatrach. (2018). Rapport-annuel -2018- la pétrochimie ,un axe fort.
- Sonatrach. (s.d.). *le code réseau de canalisation*.
- Surana, P. (2019). Benchmarking Optimization Algorithms for Capacitated Vehicle Routing Problems. San Jose: San Jose State University.
- Thietart, R.-A. (2012). La planification. *Management*, 25 -46.
- Van Breedam, A. (1996). *An analysis of the effect of local improvement operators in genetic algorithms and simulated annealing for the vehicle routing problem*. RUCA Belgium.
- Victor Pillac, C. G. (2011.). a. Dynamic Vehicle Routing Problems: State of the.
- Wang, B. a. (2019). A metaheuristic method for the multireturn-to-depot petrol truck routing problem with time windows. *Petroleum Science*, 16(3), 701--712.

- Watan, E. (2018). Production et exportation de Gaz : L'Algérie en difficulté ? Alger, Algérie. Récupéré sur <https://www.elwatan.com/a-la-une/production-et-exportation-de-gaz-lalgerie-en-difficulte-15-12-2018#:~:text=L'Alg%C3%A9rien%20consomme%20700%20000,ministre%20le%20veille%20ou%20pas>.
- Wolsey, L. A. (2007). Mixed integer programming. (W. O. Library, Éd.) *Wiley Encyclopedia of Computer Science and Engineering*, 1-10.
- Youssef, D. (s.d.). *GPL techniques et problematiques/ raffinerie de SBAA ADRAR*.
- Zeddani, B. a. (s.d.). *Amélioration des performances d'une entreprise de distribution Cas d'étude: NAFTAL*.

Résumé :

Cette étude est centrée dans le domaine d'optimisation appliquée sur la distribution des bouteilles de GAZ Butane, le but est de trouver le chemin le plus court parcourue par les véhicules de NAFTAL, depuis le centre de Tlemcen vers les clients à l'aide des méthodes « chemin le plus court » et « Recuit-simulé » ces méthodes sont mises en place grâce à l'outils appelée (Or-Tools) qui est un outils réaliser par Google pour les résolution de c'est types de problèmes qui contient des heuristiques pré programmé qui peuvent s'intégrer avec les donnée du programme, l'étude est faite avec le langage Python et les résultats obtenue sont satisfaisantes et suivent les conditions donnée par NAFTAL, Dans les entreprises algérienne la plus part des panification de livraisons est réaliser selon la demande des clients sans prendre en compte les coût externe du transport.

Mots Clés :

Métaheuristique, méthodes exactes, distribution du gaz butane, NAFTAL GPL Tlemcen, Or-Tools.

Abstract :

This study is focused in the field of optimization applied to the distribution of Butane GAS cylinders, the goal is to find the shortest path traveled by the vehicles of NAFTAL, from the center of Tlemcen to the customers using the "shortest path" and "Simulated annealing" methods these methods are implemented thanks to the tool called (Or-Tools) which is a tool made by Google for the resolution of this type of problem which contains pre-programmed heuristics that can be integrated with the data of the program, the study is made with the Python language and the results obtained are satisfactory and follow the conditions given by NAFTAL, In Algerian companies most of the delivery planning is carried out according to customer demand without taking into account the external cost of transport.

Keywords:

Metaheuristics, exact methods, distribution of butane gas, NAFTAL GPL Tlemcen, Or-Tools

ملخص:

تركز هذه الدراسة في مجال التحسين المطبق على توزيع اسطوانات غاز البوتان ، والهدف هو العثور على أقصر طريق تقطعها مركبات نافطل ، من وسط تلمسان إلى العملاء باستخدام "أقصر طريق" و "محاكاة" التلدين "يتم تنفيذ هذه الأساليب بفضل الأداة لحل هذا النوع من المشاكل الذي يحتوي على أساليب إرشادية مبرمجة مسبقاً Google وهي أداة من صنع Or-Tools المسماة والنتائج التي تم الحصول عليها مرضية وتتبع الشروط التي قدمتها Python يمكن دمجها مع بيانات البرنامج ، تمت الدراسة بلغة ، في الشركات الجزائرية يتم تنفيذ معظم تخطيط التسليم وفقاً لطلب العميل دون مراعاة التكلفة الخارجية للنقل. NAFTAL.

الكلمات المفتاحية:

الطرق الدقيقة، توزيع غاز البوتان، نפטال لغاز البترول المميع تلمسان، Google Or-Tools، فوقيات الاستدلال