

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

MINISTRY OF HIGHER EDUCATION
AND SCIENTIFIC RESEARCH

HIGHER SCHOOL IN APPLIED SCIENCES
--T L E M C E N--

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

المدرسة العليا في العلوم التطبيقية
-تلمسان-



المدرسة العليا في العلوم التطبيقية
École Supérieure en
Sciences Appliquées



Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur

Filière : Génie industriel

Spécialité : management industriel et logistique:

Présenté par :

Lamine MOUZAIA
Riadh AMOURAT

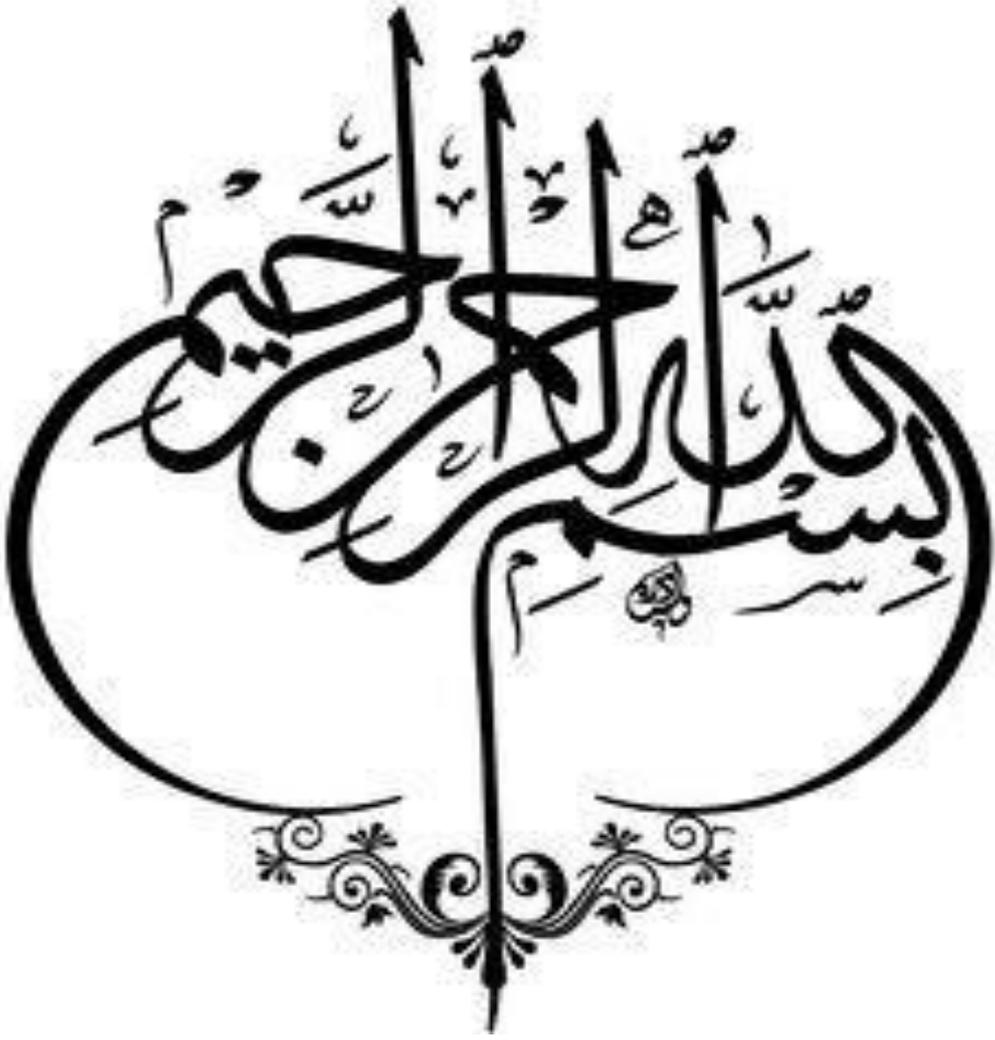
Thème

**Étude et amélioration de la chaîne
logistique agro-alimentaire du groupe
CEVITAL**

Soutenu publiquement, le 27 / 09 / 2020 , devant le jury composé de :

M. Mouhammed BENNEKROUF	MCB	ESSA. Tlemcen	Président
M. Fouad MALIKI	MCB	ESSA. Tlemcen	Directeur de mémoire
M. Mehdi SOUIER	MCA	ESM. Tlemcen	Co- Directeur de mémoire
Mme. Imane LARIBI	MCB	UNIV. Tlemcen	Examineur 1
M. Mostapha Anwar BRAHAMI	MAA	ESSA. Tlemcen	Examineur 2

Année universitaire : 2019 /2020



Remerciement

*Nous adressons nos remerciements les plus sincères tout d'abord au
« Bon Dieu » le tout puissant de nous avoir Guidé vers le chemin
du savoir et de nous avoir Donné le courage, la patience et la santé
qui nous ont été utiles tout au long de notre parcours*

*Nos remerciements sont adressés également à l'entreprise CEVITAL
et à tout son personnel, en particulier :*

*M.ZAIDI SAMIR, M. BRAHMI YASSINE, pour le temps qu'il nous
ont accordés et pour les informations qu'ils nous ont communiquées
et l'apprentissage que nous avons
bénéficié tout au long de cette période.*

*Un remerciement spécial pour notre encadrant M. MALIKI FOUED
et notre Co-encadrant M.SOUIER MAHEDI pour leurs soutien, leurs
conseils, leurs orientation ainsi que leurs précieuses informations.*

*Nos vifs remerciements vont également aux membres de jury
Nos remerciements vont également à l'ensemble de nos enseignants
qui ont contribué dans L'efficacité de notre formation et tout le
personnel administratif de l'ESSAT.*

*Enfin, nous remercions également tous ceux qui ont contribué de
près ou de loin à l'achèvement de ce travail*

DÉDICACE

Je dédie ce modeste travail

À

*À mes très chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour,
leur tendresse, leur soutien
et leurs prières tout au long de mes études*

*À mes sœurs et mon frère pour leurs soutiens et encouragements
À mes amis et particulièrement les plus proches, en témoignage des
moments inoubliables,*

*Mes amis, mes camarades de génie industriel promo 2017/2020
des sentiments sincères, et des liens solides qui nous unissent.*

À mon cher binôme RYAD AMOURAT,

LAMINE MOUZAIA

DEDICACE

J'ai dédié ce modeste travail

À

*Mes chers parents qui m'ont toujours soutenu tout au long de mes
études avec leurs prières, leur amour*

et

leur sacrifice

Et à qui je souhaite une longue vie pleine de bonheur.

*Aussi chers frères et sœur, ainsi mes grand parents et toute ma
famille.*

Tous mes amies de proche ou de loin,

Mon cher ami d'enfance AMOURAT FAOUZI

*Mes amis, mes camarades de génie industriel promo 2017/2020
des sentiments sincères, à tous ceux qui me sont très chers.*

A mon cher ami et binôme MOUZAIA LAMINE

RYAD

LISTE DES ABRIVIATIONS

ASLOG : association Françaises de la logistique

PPM : Pièce Défectueuse par million

SPA : Société Par action

CLR : Centre de Livraison Régional

Pif : plateforme

DD: distribution directe

DI: distribution indirecte

B to B: business to business

B to C: business to costumer

OL: Ordre de Livraison

GRH: Gestion des Ressources humaines

D: la quantité demandée

Q: la quantité accumulée

Dist: la distance OT

OT: ordre de transfert

LLK: lalla khedija

QP: programmation quadratique

Max: maximiser

Min: minimiser

Cap: Capacité

RO : recherche opérationnelle

VRP : vehicle routing problem (problème de tournée de véhicule)

COP : Combinatorial optimization problems (probleme d'optimisation combinatoire)

TSP : Travelling Salesman Problem (problème du voyageur de commerce)

NP : non polynomiale

VRP-C: Capacitated Vehicle Routing Problem

VRP-HF: Vehicle Routing Problem with Heterogeneous Fleet

O-VRP: Open Vehicle Routing Problem

VRP-MD: Multi-Depot Vehicle Routing Problem

1-VRP: Vehicle Routing Problem

MP-VRP : Problème de Tournées de Véhicule à Produits Multiples

VRP-1P : Problème de Tournées de Véhicule à un Seul Produit

PVRP: Periodic Vehicle Routing Problem

VRP-TW: Vehicle Routing Problem with Time Windows

FIFO: first in first out

AG: Algorithm Genetic

Sommaire

Remerciement	
Dédicace	
Liste des abréviations	
Sommaire	
Introduction générale	1
CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE	2
Introduction	3
Section 1: la logistique	4
1.1. La logistique	4
1.1.1. Notion sur la logistique	4
1.1.2. Historique et définition de la logistique	4
1.1.3. Les différents types de la logistique	8
1.1.4. Le rôle de la logistique	8
1.1.5. Les objectifs de la logistique	9
1.1.6. Les enjeux de la logistique	9
Section 2: La chaine logistique	11
1.2. La chaine logistique	11
1.2.1. La définition de la chaine logistique	11
1.2.2. La définition de la chaine logistique inverse	13
1.2.3. La définition de la chaine logistique verte	15
1.2.4. La structure de la chaine logistique	15
1.2.5. Le rôle de la chaine logistique	18
1.2.6. Les maillons de la chaine logistique	18
1.2.7. Les enjeux de la chaine logistique	19
1.2.8. Potentiel de progrès	20
1.2.9. Les flux de la chaine logistique	20
1.2.10. Les fonctions de la chaine logistique	21
Section 3 : la distribution	23
1.3. la distribution	23
1.3.1. Définition de la distribution	23
1.3.2. L'organisation de la distribution	23

1.3.3.	Le canal de distribution	23
1.3.4.	Le circuit de distribution	26
1.3.5.	Le réseau de distribution	27
Conclusion		28
CHAPITRE II: Problèmes de tournées de véhicules		29
2.	Introduction	30
Section1 : les VRP		31
2.1.	Les VRP	31
2.1.1.	Introduction	31
2.1.2.	Le problème du voyageur de commerce	32
2.1.2.1.	Description du problème du voyageur de commerce	32
2.1.2.2.	Modèle mathématique	33
2.1.3.	Problème de tournée de véhicule VRP	35
2.1.3.1.	Description du model de tournée de véhicule	35
2.1.3.2.	Modèle mathématique	36
2.1.3.3.	Types de problème de tournées de véhicules	38
Section 2 : Méthodes et techniques de résolution du VRP		40
2.2.	Méthodes et techniques de résolution du VRP	40
2.2.1.	Introduction	40
2.2.2.	Méthodes de résolution exactes	40
2.2.2.1.	Algorithme par séparation et évaluation (Branch and Bound)	41
2.2.3.	Méthodes approchées	41
2.2.3.1.	Les heuristiques	42
2.2.3.2.	Métaheuristiques	44
2.2.3.2.1.	Définitions	44
2.2.3.2.2.	Caractéristiques métheuristiques	44
2.2.3.2.3.	Classification des métaheuristiques	45
2.2.3.2.4.	Quelques métaheuristiques	45
i.	Le recuit simulé	45
ii.	Colonies de fourmis	46
iii.	Recherche tabou	48
iv.	Les algorithmes génétiques	50
Conclusion		53

CHAPITRE III: Présentation de l'organisme d'accueil	54
3. Introduction	55
Section 1: l'entreprise CEVITAL	56
3.1. L'entreprise d'accueil	56
3.1.1. Présentation de l'entreprise	56
3.1.2. Historique et évolution de CEVITAL	56
3.1.3. Les chiffres clés	58
3.1.4. La vision du groupe CEVITAL	58
3.1.5. Situation géographique du groupe CEVITAL	59
3.1.6. Les activités de CEVITAL	60
3.1.7. Les gammes de produit	60
3.1.8. L'organigramme de l'entreprise	62
3.1.9. Les missions objectifs du groupe Cevital	63
3.1.10. La structure et l'organisation de l'entreprise CEVITAL	63
Conclusion	67
CHAPITRE III: Présentation de l'organisme d'accueil	68
4. Introduction	69
Section 1: la distribution au sein du groupe Cevital	70
4.1. la distribution au sein du groupe Cevital	70
4.1.1. La politique de distribution au sein du groupe Cevital	70
4.1.2. Service de transport	71
4.1.3. La planification des commandes au sein de Cevital	72
Section 2 : partie pratique	75
4.2. Problématique	75
4.2.1. Qu'est-ce que LINGO ?	76
4.2.2. La description de problème	79
4.2.3. Modélisation mathématique	80
4.2.4. Application	82
4.2.4.1. Données du système étudié	82
4.2.4.2. Solution obtenues avec le solveur Lingo pour le planning des livraisons	84
4.2.4.3. Interprétation des résultats obtenus	86
Conclusion	87

Conclusion générale	88
Bibliographie	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Résumé – Abstract – ملخص	

Introduction générale

Dans nos jours, les entreprises industrielles évoluent dans un environnement très concurrentiel et très compétitif. Les industriels sont toujours sollicités à innover en optimisant l'organisation de leurs entreprises à prendre les bonnes décisions au bon moment.

La chaîne logistique joue un rôle primordial dans les entreprises presque tous les produits doivent passer par l'approvisionnement, les achats, le stock, la production et la distribution pour y arriver au consommateur final .

Les entreprises sont obligées de réduire les coûts de revient qui se fait par la minimisation des charges et parmi ces charges : la réduction des prix des quantités de matières premières, l'optimisation de l'utilisation des équipements, l'utilisation optimale des ressources et la réduction des coûts de transport,etc.

Dans notre travail, nous nous intéressons au problème du transport au sein d'un réseau de distribution qui permet de minimiser les distances parcourues entre le CLR et les différents grossistes et minimiser le nombre de véhicules utilisés.

Le premier chapitre est composé de trois sections, la première section concerne les concepts et quelques définitions très importantes de la logistique. Dans la deuxième section, nous allons présenter les concepts de la chaîne logistique, et nous définirons la logistique inverse et la logistique verte, puis dans la troisième section nous traiterons la distribution, le canal et le circuit de distribution.

Dans le deuxième chapitre on va décrire les différents problèmes de transports comme le problème TSP (problème de voyageurs de commerce), VRP (problème de tournée de véhicule) et selon plusieurs contraintes on peut définir les différentes variantes de VRP comme : VRP-C, VRP-MD, MP-VRP, VRP-TW,... On fera un aperçu général sur les méthodes de résolution du problème de tournée de véhicules (des méthodes exactes, des heuristiques spécifiques ainsi que des métaheuristiques).

Le troisième chapitre est consacré à l'entreprise accueillante, son activité, ses gammes de produit, ses capacités de production, les missions objectifs de l'entreprise et les différentes directions du groupe CEVITAL.

Le quatrième chapitre est dédié à la partie pratique de ce mémoire. Nous présenterons dans ce chapitre un petit aperçu sur le solveur LINGO, les différentes données collectées et utilisées.

Par la suite, nous décrirons un modèle mathématique de notre problème. Au final, nous concluons notre travail par une simulation puis une interprétation des résultats.

Enfin, on clôturera ce mémoire par une conclusion générale qui fera la synthèse de notre travail.



CHAPITRE I:
LA LOGISTIQUE

CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE

1. Introduction:

La logistique est comme "l'art et la manière de mettre à disposition un produit donné au bon moment, au bon endroit, au moindre coût et avec la meilleure qualité".

En effet, la logistique doit coordonner tous les processus organisationnels, administratifs et de gestion afin d'assurer qu'un produit ou service sera livré ou mis à disposition pour le bon destinataire, dans les meilleurs délais, en bonne quantité et avec le coût le plus compétitif.

Pour ce faire, la logistique doit donc couvrir des actions qui vont de l'achat (gestion des fournisseurs), en passant par l'entreposage (gestion de stock et d'entrepôt) jusqu'au transport de distribution finale (livraison).

La logistique comprend donc l'ensemble des activités destinées à assurer la bonne coordination entre la demande et l'offre. Elle peut gérer aussi bien les flux de produits et de matières que les flux d'informations relatifs à une activité.

La fonction logistique occupe une place de plus en plus importante au sein des organisations.

Dans ce chapitre, nous présenterons dans la section 1 la logistique, son rôle et les types de la logistique, ensuite dans la section 2: nous exposerons la chaîne logistique, son rôle, ses types et les maillons. Enfin, nous terminerons la 3ème section par la fonction de distribution.

CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE

Section 1: La logistique

La logistique

Notion sur la logistique:

La logistique est un mot dérivé du domaine militaire, elle concerne tout ce qui est nécessaire pour réussir la stratégie et la tactique dans l'armée: transport, stock, production, achat.

Puis les entreprises ont adapté ces concepts au milieu industriel, donc la logistique représente l'ensemble des activités qui permettent de mettre à disposition la bonne quantité de production à moindre coût au moment et à l'endroit où la demande existe.

Historique et définition de la logistique

i. Historique :

Pour certains, le terme « Logistique » provient du qualificatif Grec « Logistikos » qui signifie: relatif au raisonnement. Plusieurs institutions ont utilisé ce terme pour « définir l'activité qui réussit à combiner deux facteurs nécessaires dans la gestion des flux : l'espace et le temps »¹.

Origine militaire:

Le terme logistique est reconnu pour plusieurs années dans le domaine militaire, on peut citer cette définition comme suit : « Le terme logistique désigne l'art de combiner tous les moyens de transport, de ravitaillement, et de logement des troupes. »². La logistique représente un pilier dans chaque pays, car c'est elle qui va déterminer la puissance et la force de résistance d'un pays. La logistique va permettre de mettre en place les forces armées au bon moment pour les opérations tactiques pour atteindre les objectifs fixés par les stratégies définies.

Cependant, selon les périodes de l'histoire, la logistique a reconnu plusieurs usages avec le temps. Voici un aperçu sur les étapes d'évolution de ce terme.

IV millénaire av. J.-C.

Durant l'Antiquité, tous les responsables de guerre se chargeaient des denrées alimentaires des troupes. C'est alors, que de nombreux canaux ont été creusés afin de ravitailler en eau les soldats.

Ces soldats étaient accompagnés par des troupeaux d'animaux de tailles vraiment importantes qui transportaient les réserves en nourriture. Les déplacements se faisaient de façon très méthodique afin de trouver des champs pour les bêtes ainsi que des zones adaptées pour les troupes militaires. C'est pourquoi, les Romains conservaient de nombreux stocks de vivres dans les villes qu'ils occupaient. Alexandre Le Grand (356-323 avant Jésus-Christ), serait le précurseur de la logistique moderne. Son idée fut de donner à la logistique une place stratégique. Ce roi grec de Macédoine, est le premier à expliquer que la guerre nécessite avant

¹ Stratégie logistique, « Alexandre Le Grand précurseur de la logistique moderne ? », Mars 2003-n ° 54, p133.

² Joël SOHIER, la logistique : comprendre la démarche logistique, ses enjeux et ses répercussions sur la question, Vuibert

CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE

tout une préparation importante pour pouvoir mener campagne dans les meilleures conditions envisageables. En effet, une guerre se prépare de façon très rigoureuse et c'est cette dernière qui peut déterminer l'issue d'une bataille. Cet homme va ordonner à ses hommes de brûler les chariots contenant le matériel, les richesses ou encore les affaires personnelles afin d'aller plus vite. Alexandre Le Grand s'est rendu compte que tout ce matériel ralentissait considérablement les troupes. En brûlant tous ces éléments des troupes, ce chef a voulu accélérer l'avancée de ses soldats et ainsi mieux surprendre ses ennemis.³

Ensuite nous trouvons des traces de ce qui peut s'apparenter à une fonction logistique entre le XIIIe et le XVIIIe siècle par le Génie militaire qui avait pour but: l'organisation ainsi que la construction des défenses et infrastructures des villes.

XIXe siècle

Une des premières apparitions écrites intervient au XIXe siècle où la logistique est définie comme l'art de combiner le transport, le ravitaillement et le logement des troupes.

Elle fait l'objet d'un livre, « L'art de la guerre » écrit par le général JOMINI (général d'empire au service de Napoléon Ier) où celui-ci souligne le lien étroit existant entre le bon déroulement des opérations militaires et la conduite d'une logistique efficace.

Le grand tournant de l'évolution de la logistique aura lieu durant la 2e guerre mondiale la guerre de 1939-1945 a constitué un tournant de la logistique militaire. La motorisation de la logistique des armées du Reich aussi bien que l'importance accordée à l'arme blindée, allait poser en termes quasiment modernes un certain nombre de problèmes logistiques. Pour la première fois dans l'histoire militaire, des forces considérables durent intervenir sans aucune possibilité de soutien local à des milliers de kilomètres de leurs bases. Ce fut le cas des forces allemandes en Union soviétique, de Rommel en Libye, des forces américaines un peu partout dans le monde. Il a fallu mettre en place de véritables chaînes logistiques à la fois routières, par voies ferrées, par bateaux et même par avions dans un d'une complexité inouïe.⁴

Dans les années 50, les spécialistes logistiques militaires démobilisés après la fin de la 2e guerre mondiale tentèrent de transposer leurs savoir-faire au monde de l'entreprise. Cependant, du fait de la reconstruction, la recherche d'optimisations opérationnelles ne débuta que dans les années 60 – 70. On observa dans un premier temps des optimisations disjointes (stocks, production...) où la démarche était avant tout productiviste. Celle-ci visait à réduire le coût des opérations et à améliorer la circulation du flux sans chercher une optimisation globale.

Les années 80-90 furent une phase de croissance où l'on passa à une logistique ayant pour but de coordonner les différentes fonctions de l'entreprise. On commence à assister à un

³ www.coursehero.com page 15-17

⁴ Logistique production-distribution-soutien, d'YVES PIMOR ET MICHEL FINDER, 5e édition, édition DUNOD, année 2008, p69

CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE

décloisonnement et la notion de transversalité fait son apparition. L'entreprise va ainsi passer dans une démarche de recherche de l'efficacité et de la maîtrise de ses coûts.

Face à un marché qui est devenu de plus en plus saturé et à une clientèle dont les exigences évoluent encore aujourd'hui de manière importante, les entreprises sont continuellement dans une phase de mutation / remise en cause de leur organisation logistique.

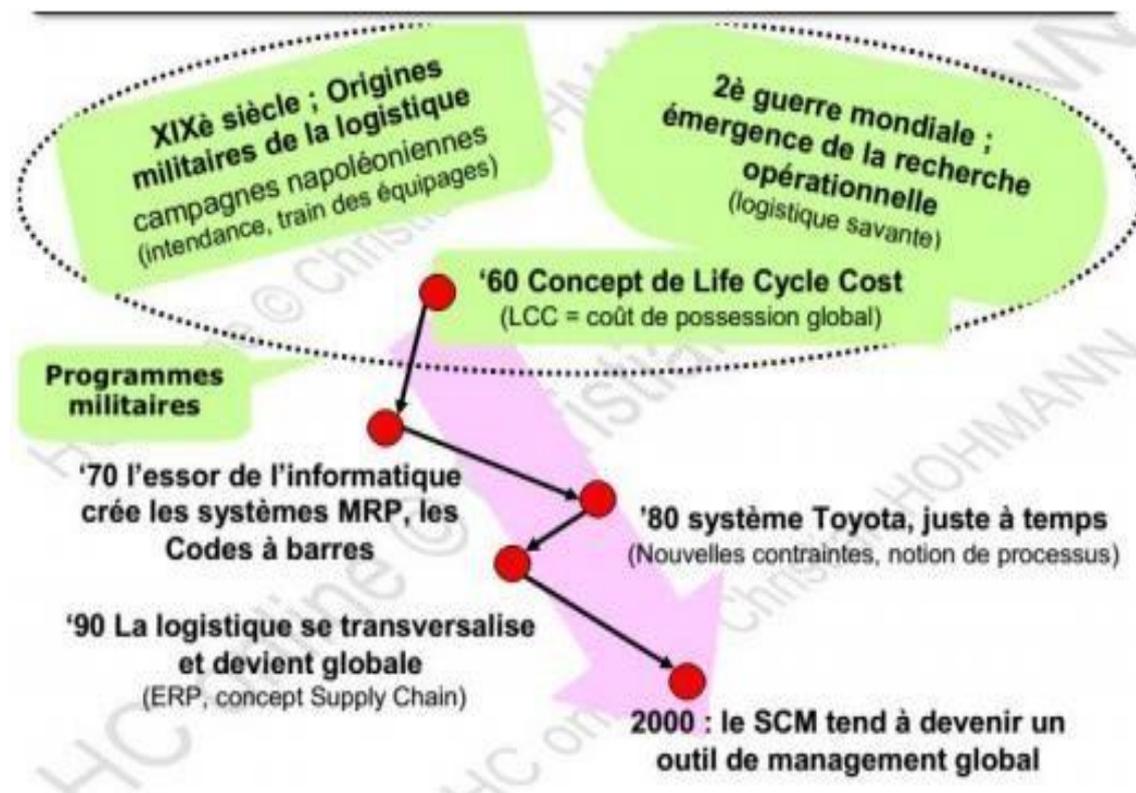


Figure 1.1 : le schéma historique de la logistique⁵

ii. Définition de la logistique:

Il existe de multiples définitions de la logistique au cours des dernières années :

Définition 1 : on cite traditionnellement la définition d'origine militaire « La logistique consiste à apporter ce qu'il faut, là où il faut et quand il faut »⁶.

Définition 2 : ASLOG définit la logistique comme « un ensemble des activités ayant pour but la mise en place, au moindre coût, d'une quantité de produit, à l'endroit et au

⁵C. HOHMANN « Les évolutions de la fonction logistique », V12 avril 2006 (PDF)

⁶ PIMOR (Y), « logistique : production, distribution, soutien », DLINOD, 2^e édition, paris, 2005, p.03

CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE

moment où une demande existe. La logistique concerne donc les opérations déterminant le mouvement des produits tel que localisation des usines et entrepôts, approvisionnement, gestion physique des encours de fabrication, emballage, stockage et gestion des stocks, manutention et préparation des commandes, transport et tournés de livraison. »⁷

Définition 3 : Le Council of logistics management professionnel (CLMP) présente une nouvelle définition en 1983 qui inclut la circulation des informations et précise l'origine et destination des mouvements « la gestion des flux des produits et d'information depuis l'achat des matières premiers et composantes jusqu'à l'utilisation du produits finis par le client, visant à satisfaire la demande finale sous contraintes de délai, qualité, et coût »⁸

De nos jours, plusieurs définitions de la logistique ont fait l'objet de la littérature on peut citer ces différentes définitions :

Définition 4: C'est l'ensemble des méthodes et moyens relatifs à l'organisation d'une entreprise comprenant les manutentions, les transports, les conditionnements et les approvisionnements. ⁹

Définition 5 : La logistique est une activité de services qui a pour objet de gérer les flux de matières en mettant à disposition et en gérant des ressources correspondant aux besoins, aux conditions économiques et pour une qualité de service déterminée, dans des conditions de sécurité et de sûreté satisfaisantes. La logistique est gérée par logisticiens. Par extension, un logisticien peut être une personne morale, le prestataire en logistique. La logistique a pour objet de satisfaire des demandes ou des commandes qui portent sur la gestion de matières (transport, emballage, stockage..), et des flux d'informations associés (notion de traçabilité). Elle est en charge de la gestion des moyens qui permettent d'atteindre cet objectif (matériels, machines,...) et mobilise des ressources (humaines, financières,...) pour y parvenir. ¹⁰

Définition 6 : Une définition très similaire a été aussi proposée par l'Association Française de normalisation (AFNOR) Selon cette association, " la logistique est une fonction dont la finalité est la satisfaction des besoins exprimés aux meilleures conditions économiques pour l'entreprise et pour un niveau de service déterminé".¹¹

Définition 7 : De même, The Logistics Institute (TLI) définit la logistique comme suit : " la logistique est une collection de fonctions relatives aux flux de marchandises,

⁷ MEDAN (P) et GRATACAP (A) : « logistique et supply chain management », DONOD, paris, 2008, p.12

⁸ GRATACAP(A) et MEDAN (P): « logistique et supply chain management », DONOD, paris, 2008, p.10.

⁹ www.acharkaoui.com

¹⁰ www.acharkaoui.com

¹¹ Akbari Jokaar M.P.(2002).L'évolution du concept de logistique. Revenue Francaise de Gestion Industrielle .Vol 21/3,p5-22 .

CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE

d'information et de paiement entre fournisseurs et clients depuis l'acquisition des matières jusqu'au recyclage ou à la mise au rebut des produits finis''.

Les différents types de la logistique¹²:

On peut distinguer différents types de la logistique : Logistique interne, Logistique externalisée, Logistique industrielle, Logistique de distribution, Transport et logistique

Logistique interne: C'est l'ensemble des activités ayant lieu à l'intérieur de propres frontières qui ont pour objectif d'assurer l'organisation et la mise à disposition dans les délais souhaités par les différentes unités de production ou/et d'assemblage des références et quantités voulues de matière première et en-cours de production dans les meilleures conditions de coût. La réalisation de ce processus implique la définition de règles de gestion : stocks, transport entre les sites de stockage, etc.

Logistique externalisée: elle permet aux entreprises de se concentrer ses propres ressources financières et humaines sur sa production et son propre savoir-faire, elle sert à se rapprocher physiquement de ses clients.

Logistique industrielle: À l'époque les secteurs industriels se concentrent sur la production et la satisfaction de la demande. De plus en plus, les entreprises industrielles prennent conscience de l'importance de la logistique dans leurs activités..

Logistique de distribution: la logistique de distribution sert à rassembler toutes les activités mises en œuvre pour ravitailler les consommateurs en produits finis.

Transport et logistique :La logistique des transports peut se décomposer en trois principales activités : la détermination des réseaux de transport la gestion du parc de véhicules et la planification des transports . Il s'agit d'une part d'analyser différents réseaux de transport et de choisir sur la base du coût global, des délais et de la qualité de service, la meilleure offre. On détermine les parcours en portant l'accent sur :

- **Le mode d'acheminement des produits** (maritime, aérien, ferroviaire ; routier ou multimodal)
- **Les risques de transport** (limitation du nombre de ruptures de charges, utilisation d'unités de transport intermodal)
- **La sélection du réseau** le moins coûteux et le mieux adapté aux marchandises que l'on souhaite acheminer.

Le rôle de la logistique:

La fonction logistique assure au moindre coût la coordination de l'offre et la demande dans l'entreprise, elle a pour but¹³ :

¹² Les Différents Types De Logistique - logistique et transport

CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE

- La gestion économique de la production, en supprimant les ruptures de stocks coûteuses et ce grâce à une information constante sur l'état du marché .
- La réduction des stocks grâce à une rotation accélérée des marchandises entreposées. La réponse adaptée à une demande très volatile.
- La mise à disposition du produit chez le client final dans les délais les plus courts et au meilleur coût de distribution possible.
- La surveillance et l'amélioration de la qualité de la chaîne qui relie le producteur au consommateur pour parvenir au « zéro défaut » du service rendu.

Les objectifs de la logistique : ¹⁴

- la satisfaction des demandes des flux physiques (matière, emballage, transport, stock...), et en accord avec le responsable de l'urbanisation de système d'information.
- Elle est co-responsable de la gestion de la chaîne logistique, des moyens qui permettent d'atteindre cet objectif (matériels, machines...).
- Elle est co-responsable auprès de tous les services de la qualité des flux physiques.
- Mobiliser avec l'aide des autres services des ressources (humaines et financières) pour y parvenir.
- La réalisation de la production initiée par le service marketing /vente et par conséquent au centre des négociations du processus métier.
- Gère directement les flux matières et indirectement les flux associés immatériels : flux d'information et flux financiers.

Les enjeux de la logistique:

La performance, et parfois même la pérennité de l'entreprise aujourd'hui dépendent de la maîtrise du processus logistique. En outre, la stratégie, la flexibilité ou la croissance sont directement associées à la gestion des flux, qui conditionnent les décisions et les perspectives d'évolution de l'entreprise. Pour cela, nous allons analyser les enjeux pour l'entreprise et pour l'environnement de l'entreprise à travers¹⁵ :

a. Les enjeux pour l'entreprise:

Au regard des enjeux, la logistique implique l'intégration de la maîtrise de la circulation des flux dans la stratégie de l'entreprise. Pour cela la logistique conditionne:

¹³ GRATACAP Anne, MEDAN Pierre, « logistique et supply chain management : intégration, collaboration et risque dans la chaîne logistique globale », Dunod, 2006 pages 19

¹⁴ MANSOURI (Hanane) ,MAZOUZI (Souad) «Minimisation des coûts logistiques de distribution des centres de livraison régionaux aux grossistes » ,mémoire master recherche, université Abedrahman, Mira Bejaia, année 2016 ,page8

¹⁵ Loic Malinge, cours LEA 2005/2006 22/12/2012

CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE

- **La croissance de l'entreprise:** par une faite maîtrise des problèmes logistiques (ex : livraison 24h, implique une gestion des flux performante).
- **La maîtrise des coûts:**
 - ✓ La croissance de l'entreprise: par une faite maîtrise des problèmes logistiques (ex : livraison 24h, implique une gestion des flux performante).
 - ✓ Par une diminution des coûts logistiques obtenus par une réflexion sur l'ensemble des flux de l'entreprise.
- **La standardisation des produits et processus de gestion**
 - ✓ Standardiser certains composants et produits fini .
 - ✓ Définir des normes relatives aux quantités stockées et transportées.
 - ✓ Procédures et règles d'approvisionnement.
- **La flexibilité et l'adaptabilité de l'entreprise:**
 - ✓ Par acquisition d'une plus grande souplesse dans la distribution amont et aval .
 - ✓ D'une meilleure maîtrise de la gestion des transports .
 - ✓ D'une meilleure maîtrise du stockage.
- **Les possibilités d'externalisation:**
 - ✓ Confier à des spécialistes certaines opérations comme le transport ou le stockage.
 - ✓ Avoir recours à des activités de sous-traitance ou même créer une ou plusieurs filiales spécialisées.

b. Les enjeux pour l'environnement de l'entreprise:

La logistique influence d'une part sur l'environnement local de l'entreprise, c'est à dire le développement régional, infrastructure routière et ferroviaire; et d'autre part sur l'environnement national de l'entreprise (politique des transports, recherche scientifique, progrès techniques). De ce fait, la logistique influence :

- **Le secteur des transports:**

Le développement de la logistique génère de profondes mutations et restructurations chez les différents acteurs du secteur des transports qui peuvent être conduits à modifier leurs politiques et les principes de gestion de leurs activités.

- **Les politiques économiques:**

La prise en considération du rôle croissant de la logistique conduit l'état et les collectivités locales à intensifier leurs interventions :

- ✓ Mise en œuvre d'une politique de transport.
- ✓ Son domaine inclut également la création et la transmission des informations nécessaires à l'optimisation de la gestion des flux.
- ✓ Le développement de la logistique est donc lié à celui de l'informatique, téléinformatique, télématique...

- **L'environnement scientifique et technique:**

- ✓ L'analyse logistique favorise en effet la généralisation de la productique et la robotique.
- ✓ Son domaine inclut également la création et la transmission des informations nécessaires à l'optimisation de gestion des flux.

CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE

- ✓ Le développement de la logistique donc lié à celui de l'informatique.
- ✓ La logistique constitue un élément de la politique scientifique et technique des pays industrialisés.

- **Le développement régional:**

Les entreprises s'implantant dans les régions dotées d'une infrastructure logistique solide.

Section 2: La chaîne logistique

La chaîne logistique

La définition de la chaîne logistique:

La chaîne logistique peut être considérée comme un ensemble d'opérations réalisées pour la fabrication d'un produit ou d'un service allant de l'extraction de la matière première à la livraison du produit fini au consommateur.

Plusieurs définitions similaires ont été données pour définir la chaîne logistique (supply chain)¹⁶. Clients entre lesquels s'échangent les flux matériels dans le sens des fournisseurs vers les clients et des flux d'information dans les deux sens.

Il existe une multitude de définitions de la « chaîne logistique » : il n'y a pas une définition universelle de ce terme. Le tableau 1 recense quelques-unes des définitions rencontrées dans la littérature

Christopher [35]	La chaîne logistique peut être considérée comme le réseau d'entreprises qui participent, en amont et en aval, aux différents processus et activités qui créent de la valeur sous forme de produits et de services apportés au consommateur final. En d'autres termes, une chaîne logistique est composée de plusieurs entreprises, en amont (fourniture de matières et composants) et en aval (distribution), et du client final.
Lee et Billington [36]	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 des produits finis vers le client.
La Londe et Masters [37]	Une chaîne logistique est un ensemble d'entreprises qui se transmettent des matières. En règle générale, plusieurs acteurs indépendants participent à la fabrication d'un produit et à son acheminement jusqu'à l'utilisateur final - producteurs de matières premières et de composants, assembleurs, grossistes, distributeurs et transporteurs sont tous membres de la chaîne logistique.

¹⁶ Planification des chaînes logistiques : modélisation du système décisionnel et performance
Julien Francois

CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE

Ganeshan et al [38]	Une chaîne logistique est un réseau d'entités de production et de sites de distribution qui réalise les fonctions d'approvisionnement de matières, de transformation de ces matières en produits intermédiaires et finis, et de distribution de ces produits finis jusqu'aux clients. Les chaînes logistiques existent aussi bien dans les organisations de service que de production, bien que la complexité de la chaîne varie d'une industrie à l'autre et d'une entreprise à l'autre.
Tayur et al [39]	Un système de sous-traitants, de producteurs, de distributeurs, de détaillants et de clients entre lesquels s'échangent les flux matériels dans le sens des fournisseurs vers les clients et des flux d'information dans les deux sens.
Rota-Franz [40] Rota-Franz et al [41]	La chaîne logistique d'un produit fini se définit comme l'ensemble des entreprises qui interviennent dans les processus de fabrication, de distribution et de vente du produit, du premier des fournisseurs au client ultime. Le produit considéré est, dans le domaine aéronautique, l'avion qui peut être qualifié de produit système étant donné sa complexité
Stadlter et Kilger [42]	Une chaîne logistique est constituée de deux ou plusieurs organisations indépendantes, liées par des flux physique, informationnel et financier. Ces organisations peuvent être des entreprises produisant des composants, des produits intermédiaires et des produits finis, des prestataires de service logistique et même le client final lui-même.
Mentzer et al [43]	Une chaîne logistique est un groupe d'au moins trois entités directement impliquées dans les flux amont et aval de produits, services, finances et/ou information, qui vont d'une source jusqu'à un client.
Génin [44]	Une chaîne logistique est un réseau d'organisations ou de fonctions géographiquement dispersées sur plusieurs sites qui coopèrent, pour réduire les coûts et augmenter la vitesse des processus et activités entre les fournisseurs et les clients. Si l'objectif de satisfaction du client est le même, la complexité varie d'une chaîne logistique à l'autre
Lummus et Vokurka [45]	Toutes les activités impliquées dans la livraison d'un produit depuis le stade de matière première jusqu'au client en incluant l'approvisionnement en matière première et produits semi-finis, la fabrication et l'assemblage, l'entreposage et le suivi des stocks, la saisie et la gestion des ordres de fabrication, la distribution sur tous les canaux, la livraison au client et le système d'information permettant le suivi de toutes ces activités

Tableau 1.1 : Définitions de la chaîne logistique

En résumant toutes ces définitions on peut remarquer 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 :

CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE

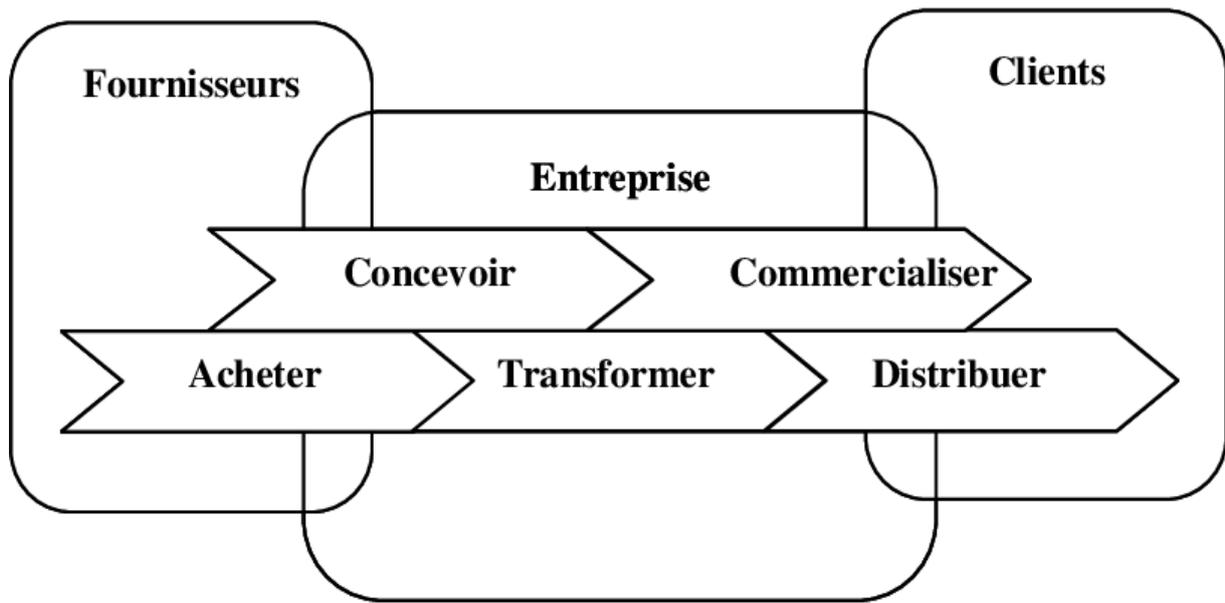


Figure 1.2 : Modèle de chaîne logistique

La définition de la chaîne logistique inverse :

Dans la littérature, plusieurs expressions et définitions ont été proposées au concept de logistique inverse ou distribution inverse, donc la logistique concerne le mouvement des produits des consommateurs vers les producteurs à travers une chaîne de distribution, on peut dire c'est le sens inverse de la chaîne logistique traditionnelle.

Dans ce tableau suivant, certains auteurs ont défini la chaîne logistique inverse comme suit¹⁷ :

1	La logistique inverse est définie comme la chaîne de retour reliant les clients vers les usines en passant par le centre de désassemblage
2	La logistique inverse est définie comme le processus de planification, d'implantation et de suivi de l'efficacité, des flux à coût minimum de matières premières, des stocks de produits finis et des informations associées du point de consommation au point d'origine dans le but d'en récupérer de la valeur ou de les traiter proprement.
3	La logistique inverse est le processus efficace de planification, d'exécution et de contrôle des flux entrants, des stocks des marchandises secondaires et de l'information relative à ces flux, dont le but est de récupérer la valeur des matières.

¹⁷ Planification des activités en logistique inverse : modélisation et optimisation des performances par une approche stochastique en programmation linéaire

CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE

4	La logistique inverse est définie par le groupe de travail européen sur la logistique inverse (RELOG) comme un processus de planification, de mise en œuvre et de contrôle des flux de matières premières, d'encours, de produits finis à partir d'un point d'utilisation à un point de récupération ou à un point d'élimination.
5	La logistique inverse est appelée processus de gestion de logistique impliquée dans la planification, la gestion et le contrôle de flux des déchets en vue de leur réutilisation et de leur élimination finale.
6	On considère la logistique inverse comme le retour de produits collectés dans des centres de collecte spécifiques. Après inspection, les produits récupérables sont expédiés au centre de récupération et les produits mis au rebut sont livrés au centre d'élimination.
7	La logistique inverse se concentre sur le flux de retour en fin de vie des produits auprès des consommateurs.
8	La logistique inverse est définie comme le processus de planification, de mise en œuvre et de contrôle de l'efficacité et de l'efficience des flux de matières premières, de l'en-cours des stocks, des produits finis et des informations reliant le point de consommation au point d'origine dans le but de redonner une valeur aux produits ou bien de les éliminer.

Tableau 1.2 : certains auteurs ont défini la chaîne logistique inverse¹⁸

Pour diminuer le nombre de retours des produits, plusieurs solutions ont été proposées pour classer chaque article, ces dernières ne s'appliquent pas seulement pour les produits usés ou effectués même les palettes après la livraison, cela nous permet de faire une classification en deux catégories¹⁹:

- **Le traitement des déchets après la consommation** : c'est l'ensemble des déchets qui sont déjà utilisés par un consommateur, on trouve par exemple:
 - ✓ Déchets de production et eaux usées
 - ✓ les emballages comme les palettes, cartons, bouteilles
 - ✓ Les déchets ménagers
- **Le traitement des flux des produits** : ces sont des produits qui ne sont pas utilisés par les consommateurs on trouve par exemple:
 - ✓ produits défectueux.
 - ✓ produits défectueux.
 - ✓ produits refusés par le consommateur.

¹⁸ Planification des activités en logistique inverse : modélisation et optimisation des performances par une approche stochastique en programmation linéaire

¹⁹ Support du cours Mohammed BENNEKROUF

CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE

La logistique inverse est donc: c'est l'ensemble des activités à fin de récupérer les produits usés (les déchets) par les consommateurs vers les usines en minimisant la chaîne logistique inverse et en passant par la collecte, les centres de collecte, stockage et la gestion du stock.

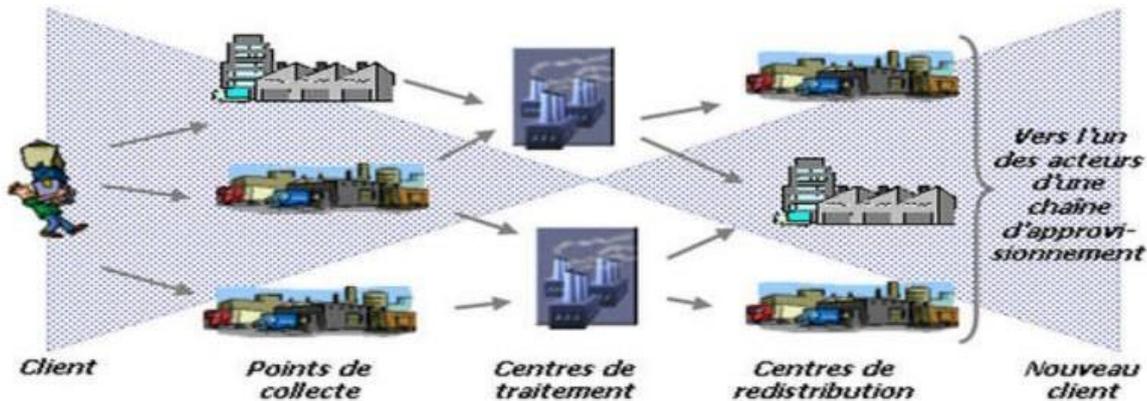


Figure 1.3 : chaîne logistique inverse

La définition de la chaîne logistique verte:

Une chaîne logistique verte (Green supply chain), est une chaîne logistique qui cherche à minimiser l'impact de ses activités sur l'environnement et vise à réduire ses impacts environnementaux tout au long du cycle de vie du produit considéré : conception, achats, production (à ses différents stades), logistique, emballages, distribution et recyclage.

La structure de la chaîne logistique:

Il existe différentes formes de la structure topologique d'une chaîne logistique qui dépendent de sa nature et ses objectifs, on peut distinguer plusieurs structures en : série, dyadique, divergente, convergente et réseau.

- **Chaîne logistique divergente:** permet de modéliser un réseau de distribution d'un point vers plusieurs par exemple : la distribution des produits de l'usine vers les consommateurs

CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE

On peut modéliser cette chaîne par la figure suivante:

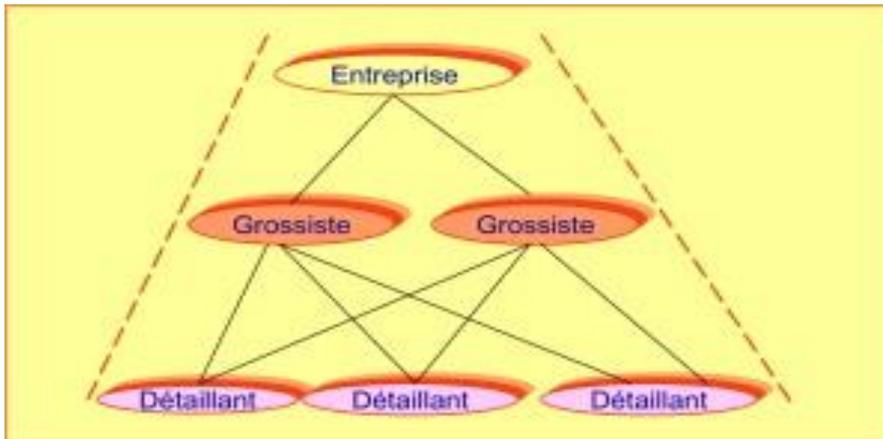


Figure 1.4 : chaîne logistique divergente

- **Chaîne logistique convergente:** représente un processus d'assemblage dans lequel le choix des fournisseurs peut être un sujet d'étude. Cette dernière peut être modélisée par la figure suivante :

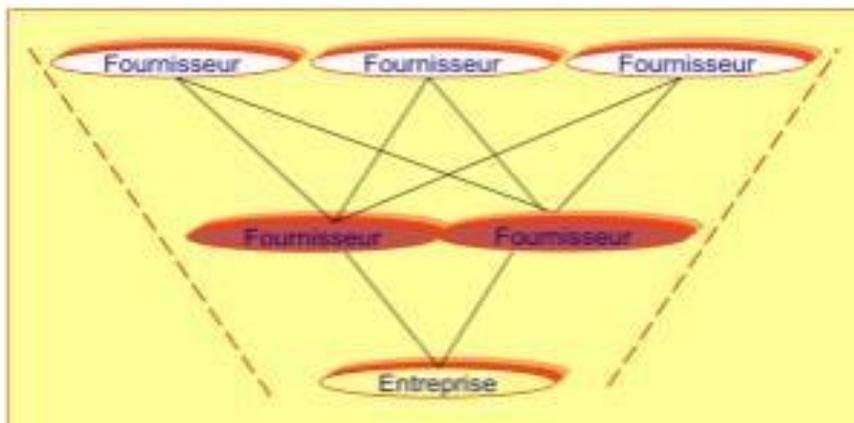


Figure 1.5 : Chaîne logistique convergente

CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE

- **Chaîne logistique réseau:** c'est la composition d'une structure convergente et divergente permettant de prendre en compte des chaînes logistiques plus complexes.

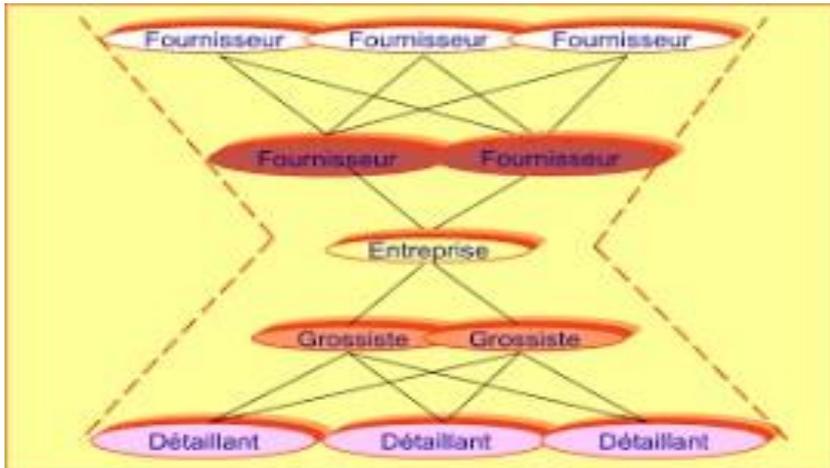


Figure 1.6 : chaîne logistique réseau

- **Chaîne logistique dyadique (ou linéaire):** peut être vue comme un cas particulier d'une chaîne en série limitée à 2 étages. Elle peut servir de base à l'étude de relations client/fournisseur ou donneur d'ordre/sous-traitant.

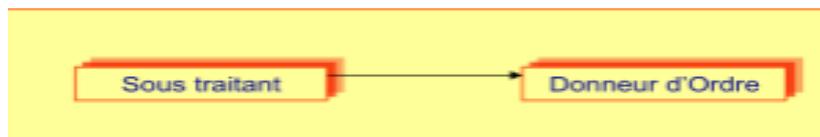


Figure 1.7 : chaîne logistique dyadique

- **Chaîne logistique série:** correspond à un procédé de fabrication linéaire. Cette structure peut être utilisée, par exemple, pour étudier l'influence de la propagation de l'information sur l'ensemble de la chaîne.

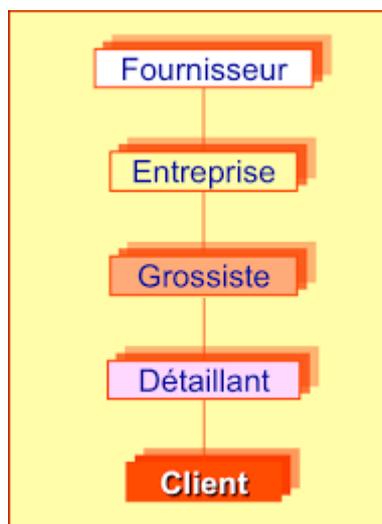


Figure 1.8 : chaîne logistique série

CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE

Le rôle de la chaîne logistique:

La chaîne logistique permet de gérer les flux plus efficacement pour réduire les coûts de transport, l'approvisionnement, le stockage, l'acheminement, et la distribution aux clients.

Les maillons de la chaîne logistique²⁰:

La chaîne logistique est composée de différents maillons et ces derniers varient selon la nature et la longueur de la chaîne logistique. Généralement ils commencent par les fournisseurs et se terminent par les consommateurs.

- **Fournisseur:** Un fournisseur est une personne ou une entreprise qui soit fabrique, emballe, transforme ou installe des produits contrôlés, soit exerce des activités d'importation ou de vente de ces produits aux acheteurs, qui peuvent être des usines, centres de distribution ou clients finaux.

Les principaux attributs sont:

- ✓ Prix d'achat unitaire hors taxe.
- ✓ Taux de la taxe douanière.
- ✓ Pourcentage des produits ne respectant pas le cahier des charges.
- ✓ Délai d'approvisionnement.
- ✓ Quantité minimale acceptée par ordre.
- **Usine:** Établissement de la grande industrie destinée à la fabrication d'objets ou de produits, à la transformation de matières premières, à la production d'énergie, son rôle est de fabriquer des produits finis ou semi-finis destinés à la commercialisation.

Les principaux attributs sont:

- ✓ Fréquence de lancement de la production.
- ✓ Capacité de production à chaque instant de lancement.
- ✓ Taille minimale pour chaque lancement.
- ✓ Délai de production.
- ✓ Coût de production unitaire.
- ✓ Nomenclature du produit fini (Bill-Of-Material).
- **Centre de distribution:** c'est un entrepôt ou zone de stockage de différente nature de produits ayant pour but la réception, le stockage, la distribution vers les grossistes et clients finaux.

Les caractéristiques pour modéliser un centre de distribution qui sont :

- ✓ Capacité de réception.
- ✓ Capacité de stockage.
- ✓ Capacité d'expédition.
- ✓ Coût de stockage par unité de produit et par jour.
- ✓ Coût unitaire pour un chargement /déchargement.
- **Client:** au sens économique, désigne la personne où l'entité qui prend la décision d'acheter un bien ou service à un fournisseur.

²⁰ H.Ding, une approche d'optimisation basée sur la simulation pour la conception des chaînes logistiques Applications dans les industries automobile et textile

CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE

Les principaux attributs d'un client sont :

- ✓ Demande moyenne.
- ✓ Écart-type de la quantité demandée.
- ✓ Fréquence des demandes (constante ou aléatoire).
- ✓ Type de comportement (patient ou impatient).
- ✓ Délai souhaité de réception de la demande.
- ✓ Priorité de service.

Les enjeux de la chaîne logistique:

Les modèles traditionnels de stratégie se sont complexifiés avec le développement de la concurrence mondiale. D'une approche dichotomique de l'avantage concurrentiel : domination par les prix (et donc les coûts) ou différenciation, nous sommes entrés dans l'ère du prix et de la différenciation. Il faut maintenant être «bon partout », dans tous les domaines prix, qualité, délai, flexibilité et niveau de service.

- **Le coût:** c'est un critère très important dans la chaîne logistique qui oblige les producteurs à améliorer la productivité et agir sur les coûts directs (main d'œuvre) et indirects (frais de maintenance) pour aboutir à des coûts concurrentiels.
- **La qualité des produits:** La qualité n'est pas un objectif dans la mesure parce que elle est considérée comme un pré-requis pour pouvoir être compétitif, comme vous voyez l'unité de mesure du niveau de qualité est passée par cent au «par mille» puis au «ppm» (Pièces défectueuse Par Million), le problème reste toujours à chercher le coût pour y parvenir.
- **Le délai:** on peut définir le délai comme le temps de la demande et la réception du produit demandé. Pour l'utilisateur c'est autre chose, le délai est le temps où se sentir du besoin et le moment où est-il peut l'utiliser.
- **La flexibilité:** c'est l'aptitude d'une entité à s'adapter aux changements et aux variations de la demande, elle se présente sous deux aspects : volume ou mix-produits.

Le premier indique la capacité de l'entreprise à s'adapter aux variations de la demande en quantité. La seconde précise le délai nécessaire, lorsque l'on a prévu de fabriquer un produit donné, pour modifier son plan de fabrication, réorganiser son processus et passer à un autre article.

- **Le niveau de service:** lorsqu'on parle du niveau de service on parlera sur la probabilité de satisfaire un client ou livrer une demande dans une durée donnée. Si le concept se comprend aisément, son application pose quelques difficultés, en particulier dans le choix des variables.
- **Les risques :** à l'heure actuelle ou la technologie permet tout ou presque, on ne supporte plus le moindre risque : le retard, l'erreur, la panne, et la faillite du fournisseur deviennent de plus en plus inadmissibles. Le fonctionnement en juste-à-temps de bon nombre d'entreprises n'a fait qu'accroître cette peur de l'aléa. Le niveau de coefficient de risques est alors devenu un des indicateurs à suivre.

CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE

Potentiel de progrès:

Les modèles traditionnels de stratégie se sont complexifiés avec le développement de la concurrence mondiale

- **Le coût:** c'est un critère très important dans la chaîne logistique qui oblige les producteurs à améliorer la productivité et agir sur les coûts directs (main d'œuvre) et indirects (frais de maintenance) pour aboutir à des coûts concurrentiels.
- **La qualité des produits:** La qualité n'est pas un objectif dans la mesure parce que elle est considérée comme un pré-requis pour pouvoir être compétitif, comme vous voyez l'unité de mesure du niveau de qualité est passée par cent au «par mille» puis au «ppm» (Pièces défectueuse Par Million), le problème reste toujours à chercher le coût pour y parvenir.
- **Le délai:** on peut définir le délai comme le temps de la demande et la réception du produit demandé. Pour l'utilisateur c'est autre chose, le délai est le temps où se sentir du besoin et le moment où est-il peut l'utiliser.
- **La flexibilité:** c'est l'aptitude d'une entité à s'adapter aux changements et aux variations de la demande, elle se présente sous deux aspects : volume ou mix-produits.

Le premier indique la capacité de l'entreprise à s'adapter aux variations de la demande en quantité. La seconde précise le délai nécessaire, lorsque l'on a prévu de fabriquer un produit donné, pour modifier son plan de fabrication, réorganiser son processus et passer à un autre article.

- **Le niveau de service:** lorsqu'on parle du niveau de service on parlera sur la probabilité de satisfaire un client ou livrer une demande dans une durée donnée. Si le concept se comprend aisément, son application pose quelques difficultés, en particulier dans le choix des variables.
- **Les risques :** A l'heure actuelle ou la technologie permet tout ou presque, on ne supporte plus le moindre risque : le retard, l'erreur, la panne, et la faillite du fournisseur deviennent de plus en plus inadmissibles. Le fonctionnement en juste-à-temps de bon nombre d'entreprises n'a fait qu'accroître cette peur de l'aléa. Le niveau de coefficient de risques est alors devenu un des indicateurs à suivre,
- **Potentiel de progrès:**
Le potentiel reprend des éléments, subjectifs et objectifs, permettant de juger des possibilités d'amélioration de la performance de l'entreprise : climat social, âge moyen du personnel, ancienneté, organisation en ateliers technologiques, communication dans l'entreprise, existence de groupe de travail, etc.

Les flux de la chaîne logistique:

Nous distinguons trois types de flux échangés entre les membres d'une même chaîne logistique : flux d'information, flux financier et flux physique.

- **Le flux d'information:** Permet la coordination entre des flux financier comme physique et dans chaque entité de la supply chain, et dans une vision de supply chain

CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE

management. Une coordination globale constitue des informations échangées entre chaque entité (facteurs, bon de commande, planning de livraison..), nécessaire au fonctionnement de la supply chain, il sera intégré dans l'étude des flux financiers et physiques.

- **Le flux physique:** Les flux physiques, appelés également flux de produits, sont les matières qui circulent entre les différents maillons de la chaîne logistique. Ces matières peuvent être des composants, des produits semi-finis, des produits finis ou des pièces de rechange.
- **Le flux financier:** Le flux financier constitue des flux monétaire visant à satisfaire les acteurs ayant participé au fonctionnement de la chaîne logistique, Le flux financier circule en sens inverse du flux physique mais de manière complètement désordonnée. Ce flux est la contre partie du flux physique.

La figure 9 présente les différents flux de la chaîne logistique :

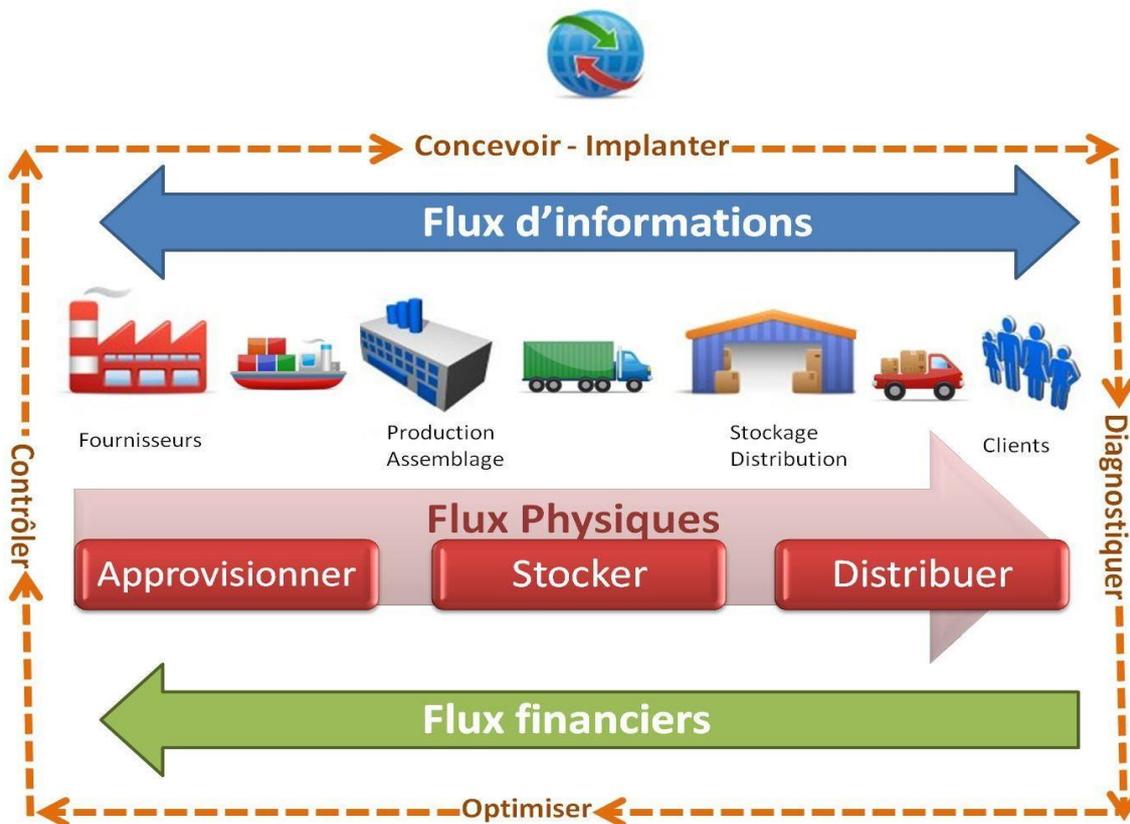


Figure 1.9 : flux de chaîne logistique

Les fonctions de la chaîne logistique:

Ganeshan et Hrisson ont défini la chaîne logistique comme suite : « une chaîne logistique est le réseau des moyens de production et de distribution qui assurent les tâches d'approvisionnement en matières premières, la transformation de ces matières premières en produits semi finis et en produits finis, et la distribution de ces produits finis aux clients ».

CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE

En général les fonctions de la chaîne logistique vont de l'approvisionnement, production, stockage, Distribution et transports, vente.

- **Le processus Approvisionnement :** Le processus approvisionnement se concentre sur la fourniture de tous les composants nécessaires à la fabrication. Deux grandes phases sont ici à distinguer. La première phase consiste à sélectionner les fournisseurs de l'entreprise, La seconde phase du processus approvisionnement consiste à passer les commandes des composants à ces fournisseurs en fonction de la production à réaliser.
- **Le processus de production:** c'est l'étape la plus importante et le cœur de la chaîne logistique, elle concerne les différentes transformations que vont subir les matières premières pour réaliser des produits finis de l'entreprise.
- **Le stockage:** Le stock désigne l'ensemble des biens, possédés par une entreprise, qui ne sont pas encore consommés ou vendus. On peut trouver différents types de stocks que l'entreprise peut posséder (stocks de matière première, des produits en cours de fabrication, des produits manufacturés) prêts à être vendus, des produits défectueux qui doivent être réparés, des emballages. comme le stock est nécessaire pour son exploitation dans l'entreprise, il est destiné soit à être vendu ou à être utilisé dans le processus de production ou à être réparé ou recyclé.
- **Distribution et transports:** Le processus de Distribution concerne le transport des produits du fournisseur vers les usines, des usines vers les entrepôts ou vers les centres de distribution puis ils font la livraison vers le client final. le but est d'optimiser le réseau de distribution et la localisation des entrepôts et centre de distribution.
- **Les ventes:** est une étape ultime à l'écoulement du produit fini assigné généralement à un service commercial qui se charge essentiellement à développer des relations envers le client (négociation des prix et des délais, enregistrement des commandes, ...) et par extension, recherche une meilleure connaissance du marché.

Section 3 : la distribution

la distribution

Définition de la distribution:

La distribution c'est la description du séquençement qui permet le placement d'un produit dans un endroit donné pour être consommé ou pour une utilisation ultérieure. Ceci demande des plateformes qui permettent de supporter cette transaction entre le producteur et le consommateur final. Cette action se réalise soit à travers les centres de distribution soit directement des stocks de produits finis vers les clients.

la distribution est le chemin suivi par un produit ou un service, depuis la production jusqu'à la consommation, en regroupant l'ensemble des personnes ou des entreprises que l'on appelle les intermédiaires. Ces derniers constituent les éléments de base du canal de distribution de l'entreprise²¹.

une autre définition : « la distribution, phase intermédiaire essentielle entre la fonction de production et celle de la consommation ou utilisation met les biens et les services à la disposition de l'utilisateur dans les conditions de lieu, de temps, de taille...qui conviennent à celui-ci...c'est l'ensemble des activités qui s'exercent depuis le moment où le produit, sous sa forme d'utilisation, entre dans le magasin commercial du producteur ou du dernier transformateur jusqu'au moment où le consommateur en prend liaison »²². Cette définition englobe les différentes fonctions de la distribution, à savoir le transport, la manutention, le conditionnement, etc.

L'organisation de la distribution:

La distribution comprend l'entité qui met les produits à la disposition du consommateur final ou de l'intermédiaire. Dans l'immense majorité des cas, cette entité n'appartient pas au fabricant. Ce cheminement du produit jusqu'au consommateur est appelé parfois canal, parfois circuit de distribution

Le canal de distribution:

Plusieurs définitions ont été données au canal de distribution parmi eux on distingue :

Un canal de distribution est « la voie d'acheminement des biens ou des services vendus, de même nature, entre le producteur et le consommateur ou l'utilisateur final, avec intervention éventuelle de commerçants et d'intermédiaires (ex fabricant/grossiste/demi-grossiste/détaillant)²³.

²¹DIOUX ET DUPUIS (2009)

²² Armand DAYAN, «le manuel de la distribution», Ed. Organisation, 1987, p 57

²³ DURAFOR, « Marketing » ,(4emeéd), Dunod, Paris, 2005, page 124

CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE

« Le canal est le chemin parcouru par un produit pour atteindre le consommateur final. Ce chemin est jalonné d'intermédiaires qui remplissent les diverses fonctions de distribution »²⁴.

« Un canal de distribution est une succession d'intermédiaires »²⁵.

Il existe 3 types de canaux de distribution :

- **Le canal ultra-court ou direct :**

il est caractérisé par l'absence d'intermédiaires entre le producteur et le consommateur. La distribution se fait directement du producteur ou de l'entreprise au consommateur/client final. Par exemple : La boulangerie qui vend sa production directement au consommateur sur place, que l'on peut schématiser ainsi par la figure suivante:

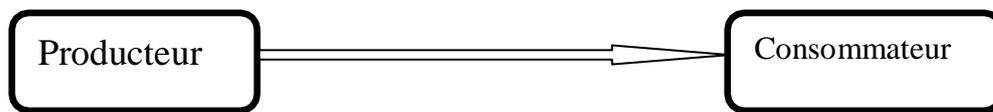


Figure 1.10 : canal ultra-court.

Tableau 1.3: les avantages et les inconvénients du canal direct ²⁶:

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">- Connaissance de fond des besoins de la clientèle ciblée.- Lancement rapide des produits nouveaux services à la carte pour les clients.- Gain partiel de la marge des intermédiaires éliminés (prix concurrentiel).	<ul style="list-style-type: none">- Stockage très important.- Organisation et gestion très lourdes des vendeurs.- Capacité financière importante.- Offre de produits limitée à ceux de l'entreprise.

- **Le canal court** : il comporte un intermédiaire entre le producteur ou l'entreprise et le client. Cet intermédiaire peut être un détaillant, par exemple, qui revendra ensuite au client final. Par exemple : le concessionnaire d'une marque de voiture, la distribution de fruits et légumes, la vente de chaussures. on peut le représenter par la figure suivante:

²⁴ YVES CHIROUZE, « le marketing : études et stratégies », édition ellipses, Paris, 2007, page 58

²⁵ JEAN-PIERRE HELFER, JACQUES ORSONI, « marketing », édition Vuibert, Paris, 1995, page 319

²⁶ Vendercamen (M), Jospint-Pernet (N) : La distribution, 2ème édition, édition BERTI, Paris, 2005

CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE

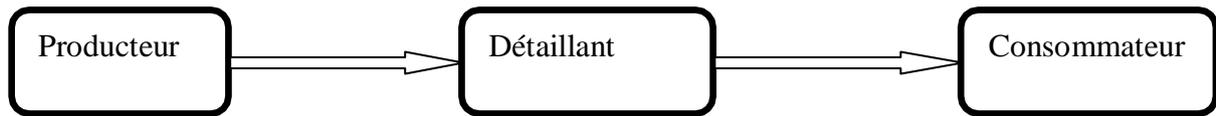


Figure 1.11: le canal court

Tableau 1.4 : les avantages et les inconvénients du canal court ²⁷:

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">- Economie de la marge du grossiste.- Bonne coopération entre les détaillants.- Diversification des risques d'infidélité.- Bon services après-vente et produits personnalisés ;- Meilleures connaissance du marché ;- Fidélité assurée en cas de franchise ;- Croissance de la notoriété et de l'implantation géographique en cas de franchise.	<ul style="list-style-type: none">- Frais de vente très élevés par l'émiettement des commandes ;- Insolvabilité des petits détaillants ;- Rentabilité douteuse de certains détaillants ;- Stockage très important ;- Nécessité d'actions promotionnelles vers le consommateur ;- Aide à la gestion et à l'assistance technique en cas de franchise.

Le canal de distribution long : comporte deux intermédiaires ou plus, entre le producteur et le consommateur final. C'est une distribution indirecte.

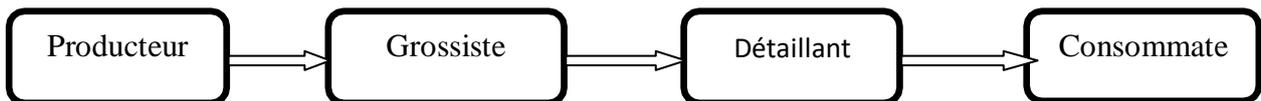


Figure 1.12 : le canal long

²⁷ Vendercamen (M), Jospint-Pernet (N) : La distribution, 2ème édition, édition BERTI, paris, 2005.

CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE

Tableau 1.5 : représente les avantages et les inconvénients du canal long ²⁸:

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none">- Réduction de son équipe de vente ;- Couverture géographique plus dense ;- Régulation des ventes grâce au stockage des intermédiaires ;- Financement plus souple de la production ;- Baisse des frais de facturation et de transport.	<ul style="list-style-type: none">- Risque de constitution d'un écran avec le marché cible ;- Perte des contacts avec les détaillants ;- Infidélité des grossistes ;- Dépendance vis-à-vis des grossistes ;- Pression sur les prix et les marges en cas de groupement des achats ;- Envois directs à certains détaillants ;- Nécessité de promouvoir les produits auprès des grossistes et des détaillants ;

Le circuit de distribution:

On peut définir le circuit de distribution comme suit :

« On appelle circuit de distribution le chemin suivi par un bien ou un service, pour aller du stade de la production à celui de la consommation »²⁹

« C'est l'ensemble des intervenants qui prennent en charge les activités de distribution, c'est-à-dire, les activités qui font passer un produit de son état de production à son état de consommation »³⁰

« Un circuit de distribution représente le chemin qui conduit un produit du producteur au consommateur. Ce chemin est plus ou moins long selon le nombre d'intermédiaires intervenant dans la distribution du produit. »³¹

Ainsi, nous pouvons décrire un circuit de distribution comme étant l'ensemble des organisations indépendantes qui assument les fonctions nécessaires au transfert des produits du producteur au consommateur, au moment, au lieu et en quantités suffisantes.

²⁸ Vendercamen (M), Jospint-Pernet (N) : La distribution, 2ème édition, édition BERTI, paris, 2005.

²⁹ Lendrevie, Lindon, Lévy, Mercator, édition Dalloz, 7ème édition, Paris 2003, p.399.

³⁰ Kotler & Dubois, Marketing Management, édition Publi-Union, 10ème édition, Paris 2000, p.497

³¹ Claude Demeure, Aide-mémoire en marketing, édition dunod, 6ème édition, Paris 2008, p.171.

CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE

Le circuit de distribution est l'ensemble des canaux constitués par une catégorie d'intermédiaires du même type.

Le circuit de distribution est caractérisé par sa longueur, c'est-à-dire le nombre de niveaux qu'il comporte correspondent au nombre d'intermédiaires.

Le réseau de distribution:

Ensemble des intermédiaires de la distribution – grossistes ou détaillants – permettant la commercialisation d'un bien, et parfois même sa promotion. Il s'apprécie en fonction de deux paramètres : le nombre d'intermédiaires qui le composent et de sa couverture géographique. Les réseaux de distribution diffèrent suivant la nature du produit, la zone géographique de commercialisation ou encore la cible visée.

CHAPITRE I: LA LOGISTIQUE

Conclusion:

Dans ce chapitre, nous avons parlé sur la logistique puis sur la chaîne logistique et ses types et nous avons décrit les niveaux de décisions et les classes de base de chaîne logistique, ce qui nous donne une idée globale sur le fonctionnement de la chaîne logistique.

Finalement, nous avons étudié la fonction de distribution afin de comprendre le canal, le circuit et le réseau de distribution.



CHAPITRE II:
**Problèmes de tournées
de véhicules**

2. Introduction

En raison de l'importance économique du transport, qu'il s'agisse de passagers ou de marchandises, dans les sociétés modernes, de grands efforts ont été déployés pour trouver les moyens les plus efficaces de le réaliser. À cette fin, la recherche opérationnelle (RO) a été une grande alliée. On peut dire que la résolution des problèmes liés au transport est l'une des plus grandes réussites de la RO. Ses techniques ont été appliquées avec succès, entre autres, à la composition des équipages, à la conception des horaires, à l'enlèvement et à la livraison des marchandises, à l'acheminement des véhicules, à la localisation des installations et à la conception des réseaux. La vaste applicabilité et l'importance économique des problèmes de transport ont conduit à la création de plusieurs abstractions de problèmes réels qui ont fait l'objet d'études intensives. Cette section en explique deux qui servent de base pour présenter plus tard les problèmes abordés dans ce travail.

Nous cherchons à livrer un ensemble de clients repartis sur un territoire donné.

Une interface de prise de rendez vous permet d'enregistrer les différentes commandes et de deviner les horaires pendant lequel un client peut être servi. Une commande peut être formulée à tout moment. Ces commandes étant très nombreuses et certaines étant surtout formulées tardivement, la planification ne peut être réalisée que sur un horizon relativement court et toutes les livraisons ne peuvent pas être planifiées dans cet horizon restreint. Le choix des livraisons met en jeu un caractère sélectif important selon des critères. Par exemple, les produits alimentaires périssables sont traités en priorité que de fournir des aliments frais. La satisfaction des rendez-vous clientèle est aussi très importante.

L'objectif principal est de servir tous les clients, en minimisant le coût total de transport. Ce coût est généralement relatif au nombre de véhicules utilisés et à la distance parcourue par chaque véhicule, ce genre de problèmes appelé le problème tournée de véhicule.

Au cours des 30 dernières années, les méthodes de solutions heuristiques, en particulier la métaheuristique, ont obtenu des résultats impressionnants en résolvant des problèmes d'optimisation très difficiles dans le domaine des transports ainsi que dans d'autres domaines. Il existe une multitude de publications sur l'heuristique pour l'acheminement des véhicules.

Section1 : les VRP

Les VRP

Introduction:

Un type de problèmes de transport connus sous le nom de problèmes de routage des véhicules (VRP), et dans cette classe, elle s'est concentrée sur les problèmes de routage où il n'est pas obligatoire de visiter tous les lieux donnés. Cette famille est appelée "problèmes de localisation des visites" ou "problèmes d'acheminement et de localisation des véhicules". Ce sont tous des problèmes d'optimisation combinatoire. En conséquence, un problème combinatoire a un nombre fini de solutions, bien que généralement exponentiel dans le nombre de variables. Un problème d'optimisation combinatoire (COP) recherche la "meilleure" configuration de l'ensemble des variables.

CHAPITRE II: PROBLÈMES DE TOURNÉES DE VÉHICULES

Le problème du voyageur de commerce :

Description du problème du voyageur de commerce :

Le problème du voyageur de commerce (Travelling Salesman Problem TSP) C'est un problème classique de la recherche opérationnelle, il a été posé pour la première fois en 1934 par HASSLEY WHITNEY lors d'une conférence à l'université de Princeton¹. Depuis la publication fondamentale de Dantzig et al. (1954), ses méthodes de résolution ont atteint un niveau très élevé et le problème initial a été étendu à d'autres cadres décisionnels.

L'objectif est de trouver le circuit le plus court visitant chaque ville exactement une fois et de revenir au point de départ (cycle Hamiltonien). Où l'ensemble de n villes est donné ainsi qu'une façon de déterminer les distances entre chaque ville. Donc Il faut trouver le chemin qui minimise la distance parcourue.

Selon les propriétés que les distances satisfont, il existe différentes versions de TSP. Si la distance de la ville i à la ville j est la même que la distance de la ville j à la ville i pour toutes les villes i et j , alors le problème est dit symétrique. Sinon, on dit qu'il est asymétrique. Un problème est dit euclidien si les villes sont situées dans R^2 et que la distance entre deux villes est la distance euclidienne. Lawler et al fournissent une bonne introduction au problème. De nouvelles variantes ont été introduites, telles que la TSP sélective, la TSP généralisée la TSP avec bénéfiques, entre autres. Gutin et Punnen fournissent une explication approfondie des différentes variantes et procédures de solution.

On peut remplacer la notion de distance par d'autres notions comme le temps, l'argent qu'il dépense,... On peut trouver le problème du voyageur de commerce dans des nombreuses situations, et plus largement toutes sortes de problèmes de transport aussi bien de marchandises que de personnes. Par exemple dans les problèmes d'ordonnancement, dans les problèmes de logistique.

Le problème du voyageur de commerce est l'un des problèmes les plus connus dans le domaine de l'optimisation combinatoire car en plus de sa simplicité il est typiquement NP-difficile. Les TSP est assez simple à définir, mais très difficile à résoudre.

Ce problème est appliqué lorsqu' on a plusieurs points de vente desservis par un entrepôt et par le même véhicule tel qui est donné par la figure 2.1 La difficulté de ce problème est de trouver l'ordre dans lequel chacun des clients sera visité, en minimisant un certain nombre de critère (temps ou coût du parcours, ou bien longueur totale parcourue...).

¹FLOOD, M. M. 1956. The traveling-salesman problem. Operations Research, 4, pp.61-75.

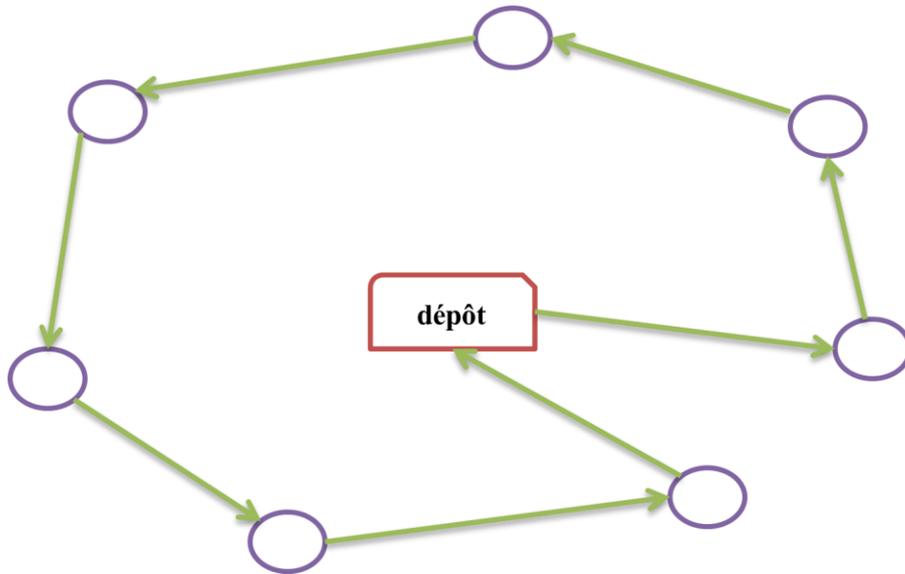


Figure 2.1 : Présentation graphique du problème de voyageur de commerce TSP

Modèle mathématique² :

Voici la modélisation de ce problème proposée par Dantzig et Ramser:

Soit $G = (V;A)$ un graphe orienté complet sans boucles où $V = \{1, 2, i, j, \dots n\}$ l'ensemble des sommets représente les clients à visiter et A l'ensemble des arcs représente les routes entre ces clients. On associe alors à chaque arc (i, j) de A un coût c_{ij} positif et on utilise les $(n-1)^2$ variables binaires x_{ij} telles que :

$$x_{i,j} = \begin{cases} 1 & \text{si l'arc } (i, j) \text{ est utilisé} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Il est alors possible d'écrire ce problème sous la forme d'un programme linéaire en nombres entiers :

$$\min Z = \sum_{(i,j) \in A} C_{i,j} X_{i,j} \quad (2.1)$$

(2.1) : c'est la fonction objectif qu'il s'agit de minimiser la somme des coûts engendrés par l'utilisation des arcs.

Sous les contraintes :

$$\sum_{i \in V} X_{ij} = 1, \quad \forall j \in V \quad (2.2)$$

$$\sum_{j \in V} X_{ij} = 1, \quad \forall i \in V \quad (2.3)$$

²Julien MICHALLET, Problèmes de tournées de véhicules périodiques avec contraintes de sécurité ou de qualité de service, Thèse de doctorat de l'UTT

CHAPITRE II: PROBLÈMES DE TOURNÉES DE VÉHICULES

Les contraintes (2.2) et (2.3) sont des contraintes de flots qui permettent d'établir qu'un et un seul arc arrive sur chaque sommet (2.2) et qu'un et un seul arc en reparte (2.3).

$$\sum_{j,i \in S} X_{ij} \leq |S| - 1 \quad \forall S \in V; 2 \leq |S| \leq n - 2 \quad (2.4)$$

$$X_{ij} \in \{0,1\} \quad \forall (i, j) \in A; i \neq j \quad (2.5)$$

La contrainte (2.4) est quant à elle utilisée pour interdire la formation de sous-tours dans la solution. En effet, sans cette contrainte, une solution peut prendre la forme de 'bulles' qui ne sont reliées ni entre elles, ni au dépôt. On impose alors ici que le nombre d'arcs utilisés à l'intérieur de n'importe quel sous-ensemble d'au moins deux sommets soit au plus égal au nombre de sommets composant cet ensemble moins un.

Les sous-tours sont ainsi brisés et la connectivité de la solution est assurée. En pratique, cet ensemble de contraintes est difficile à traiter du fait de sa cardinalité. Il y a en effet $2^{n-1} - 2$ sous-ensembles S à vérifier pour un problème de taille $|V| = n$ et donc autant de contraintes.

Il existe un jeu de contraintes dont la cardinalité est en $n^2 - 3n + 2$ qui a été proposé par Miller et al [34]:

$$u_i - u_j + (n - 1)x_{ij}, \quad \forall i, j \in V \setminus \{1\}; i \neq j \quad (2.6)$$

$$1 \leq u_i \leq n - 1, \quad \forall i \in V \setminus \{1\} \quad (2.7)$$

Les variables u_i représentent ici le rang (l'ordre) du client i dans le parcours. La contrainte (2.6) est violée si, dans une solution, un sommet est relié à un autre de rang inférieur.

La formation de sous-tours devient donc impossible. Les variables additionnelles u_i rendent

Toute fois la relaxation continue du programme linéaire plus faible que la formulation avec

(2.4), ces contraintes sont donc moins efficaces en pratique. En général, les contraintes de sous-tours sont dans un premier temps relâchées et le problème résolu. Des algorithmes de détection de sous-tours permettent ensuite d'ajouter seulement les coupes nécessaires et de relancer la résolution. Cette phase d'ajout de coupes/résolution est répétée tant que la solution proposée présente des sous-tours.

CHAPITRE II: PROBLÈMES DE TOURNÉES DE VÉHICULES

Problème de tournée de véhicule VRP

Description du model de tournée de véhicule :

Le problème de tournée de véhicules (Vehicle Routing Problem VRP) est une extension du problème du voyageur de commerce. Il a été introduit pour la première fois par (LORD HAMILTON 1859).

La recherche théorique et les applications pratiques dans le domaine du routage des véhicules ont commencé avec les travaux de Dantzig et Ramser (1959) qui ont posé le problème de la répartition des camions pour une flotte de camions de livraison d'essence.

Le VRP consiste à construire des routes visitant tous les clients une seule fois en minimisant le coût du transport, en satisfaisant les demandes et en respectant les capacités des véhicules.

La version la plus basique du VRP consiste à livrer des marchandises auprès des clients à l'aide d'une flotte de véhicules identiques à capacité limitée. Chaque client doit être desservi une et une seule fois et chaque tournée commence et se termine au dépôt. L'ensemble des clients visités par un véhicule désigne la tournée de celui-ci tel qui est représenté par la figure 2.2.

La résolution du problème de tournée de véhicule consiste à minimiser le coût de transport en respectant la contrainte de capacité des véhicules : la quantité de marchandises livrées sur une tournée ne doit pas dépasser la capacité du véhicule qu'il assure.

Ce type de problème peut être décrit comme un problème de conception d'itinéraires à moindre coût, d'un dépôt à un ensemble de points géographiquement dispersés (ville, magasins, entrepôts, écoles, clients, etc.).

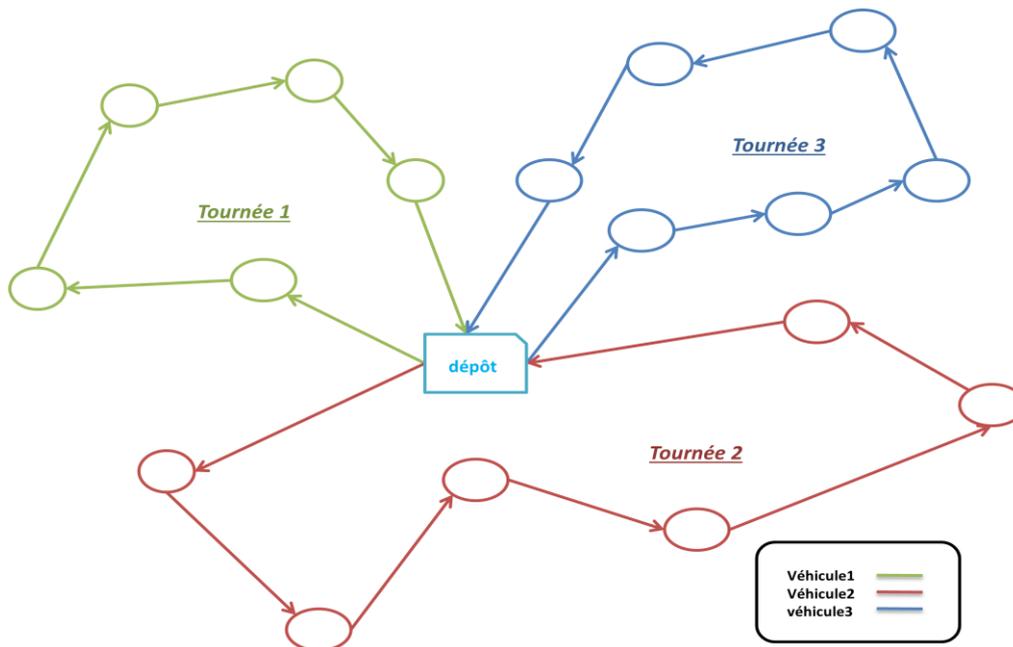


Figure 2.2 : Présentation graphique du problème de tournées de véhicules VRP

2.1.3.2. Modèle mathématique³ :

Le problème de tournées de véhicules (VRP pour Vehicle Routing Problem) est une extension du TSP dans laquelle K véhicules de capacité W doivent à partir d'un dépôt commun servir un ensemble de n clients. Plusieurs modèles sont possibles pour décrire ce problème et dépendent de la méthode de résolution qui va être employée. Un état de l'art de ces modélisations est dressé dans le livre de Toth et Vigo. La formulation à trois indices présentée ici a été adaptée de celle du TSP par Fisher et Jaikumar et présente l'avantage d'être particulièrement flexible. Ce problème peut être représenté dans un graphe orienté complet $G = (V; A)$ où $V = (0, 1, \dots, i, \dots, n)$ est l'ensemble des sommets et A l'ensemble des arcs (i, j) de ce graphe. Le sommet 0 du graphe représente le dépôt et chaque sommet i est un client à qui il faut livrer une quantité de marchandise q_i

. Chacun des arcs (i, j) possède un poids c_{ij} qui représente le coût de déplacement du client i au client j . Cette modélisation nécessite alors n^2K variables de décision binaire x_{ij}^k telles que:

$$x_{ij}^k = \begin{cases} 1 & \text{si l'arc } (i, j) \text{ est parcouru par le véhicule } k \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

Puis nK variables de décision y_i^k telles que :

$$y_i^k = \begin{cases} 1 & \text{si le client } i \text{ est servi par le véhicule } k \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

³Julien MICHALLET, Problèmes de tournées de véhicules périodiques avec contraintes de sécurité ou de qualité de service, Thèse de doctorat de l'UTT

CHAPITRE II: PROBLÈMES DE TOURNÉES DE VÉHICULES

$$\min z = \sum_{k \in K} \sum_{(i,j) \in A} c_{ij} x_{ij}^k \quad (2.8)$$

(2.8) il s'agit là de minimiser le coût lié à l'utilisation des arcs .

Sous les contraintes :

$$\sum_{i \in V} q_i y_i^k \leq W, \quad \forall k \in K \quad (2.9)$$

(2.9) assurent que chaque camion ne dépasse pas la capacité maximum dans sa tournée, on parle alors de problème de tournées de véhicules sous contraintes de capacité (CVRP pour Capacited Vehicle Routing Problem).

$$\sum_{k \in K} y_i^k \leq 1, \quad \forall i \in V \setminus \{0\} \quad (2.10)$$

Le jeu de contraintes (2.10) n'impose qu'un et un seul véhicule desserve le client i .

$$\sum_{k \in K} y_0^k \leq K, \quad (2.11)$$

(2.11) permettent quant à elles de s'assurer que K et seulement K véhicules sont utilisés.

$$\sum_{i \in V} x_{ij}^k = y_j^k, \quad \forall i \in V \setminus \{1\}, k \in K \quad (2.12)$$

$$\sum_{j \in V} x_{ij}^k = y_i^k, \quad \forall j \in V \setminus \{1\}, k \in K \quad (2.13)$$

Les contraintes (2.12) et (2.13) garantissent que le véhicule qui sert un client est bien celui qui en repart, ce sont les contraintes dites de 'flots'.

$$\sum_{i,j \in S} x_{ij}^k \leq |S| - 1, \quad \forall S \subset V, 2 \leq |S| \leq n - 1, k \in K \quad (2.14)$$

$$x_{ij}^k \in \{0,1\} \quad \forall i, j \in V \mid i \neq j, k \in K \quad (2.15)$$

$$y_i^k \in \{0,1\} \quad \forall i \in V, k \in K \quad (2.16)$$

(2.14) permettent l'élimination des sous- tours. De la même manière que pour le TSP vu précédemment, il existe un jeu de contraintes de cardinalité moindre qui est la généralisation de (2.6) et (2.7) de Miller et al pour le VRP :

$$u_i^k - u_j^k + W x_{ij}^k \leq W - q_i, \quad i, j \in V \setminus \{0\}; i \neq j \quad q_i + q_j \leq W; k \in K \quad (2.17)$$

$$q_i \leq u_i^k \leq W, \quad i \in V \setminus \{0\}; k \in K \quad (2.18)$$

L'ajout de ce jeu de contraintes rend d'ailleurs obsolète celles de capacité (2.9).

Malheureusement, ces contraintes de sous-tours, même si elles semblent plus simples et offrent une cardinalité moindre, fournissent une relaxation continue de mauvaise qualité. Le jeu de contraintes (2.14) est donc plus largement utilisé.

CHAPITRE II: PROBLÈMES DE TOURNÉES DE VÉHICULES

Types de problème de tournées de véhicules

Il existe plusieurs variantes de problème de tournées de véhicules VRP basée sur l'ajout et ou la suppression des contraintes du VRP classique. On va présenter une répartition des variantes du VRP selon le type de contraintes :

a. Contrainte 1 : Liées à la Flotte de Véhicules

- **VRP-C (Capacitated Vehicle Routing Problem)** : Les véhicules ont une capacité d'emport limitée (quantité, volume, poids).
- **VRP-HF (Vehicle Routing Problem with Heterogeneous Fleet)** : La flotte est composée de véhicules de types différents, qui se distinguent par la capacité, la puissance, le coût de transport, . . .
- **O-VRP (Open Vehicle Routing Problem)** : Le véhicule est libre de rejoindre ou pas le dépôt après la fin de la tournée. S'il choisit de reprendre le dépôt, il doit reprendre le parcours de la tournée dans le sens inverse.

b. Contrainte 2 : Liées aux Dépôts

- **VRP-MD (Multi-Depot Vehicle Routing Problem)** : Les véhicules peuvent s'approvisionner de plusieurs dépôts.
- **1-VRP (Vehicle Routing Problem)** : Les véhicules doivent s'approvisionner d'un seul dépôt

c. Contrainte 3 : Liées aux Produits

- **MP-VRP (Problème de Tournées de Véhicule à Produits Multiples)** : Une gamme de produits doit être livrée aux différents clients par chaque véhicule en une seule tournée.
- **VRP-1P (Problème de Tournées de Véhicule à un Seul Produit)** : Un seul produit doit être livré aux différents clients par chaque véhicule en une seule tournée.

d. Contrainte 4 : Liées au Temps

- **PVRP (Periodic Vehicle Routing Problem)** : Chaque client est périodiquement visité selon une certaine planification prédéfinie.
- **VRP-TW (Vehicle Routing Problem with Time Windows)** : Chaque client doit être servi dans un intervalle de temps défini, connu d'avance par le livreur.

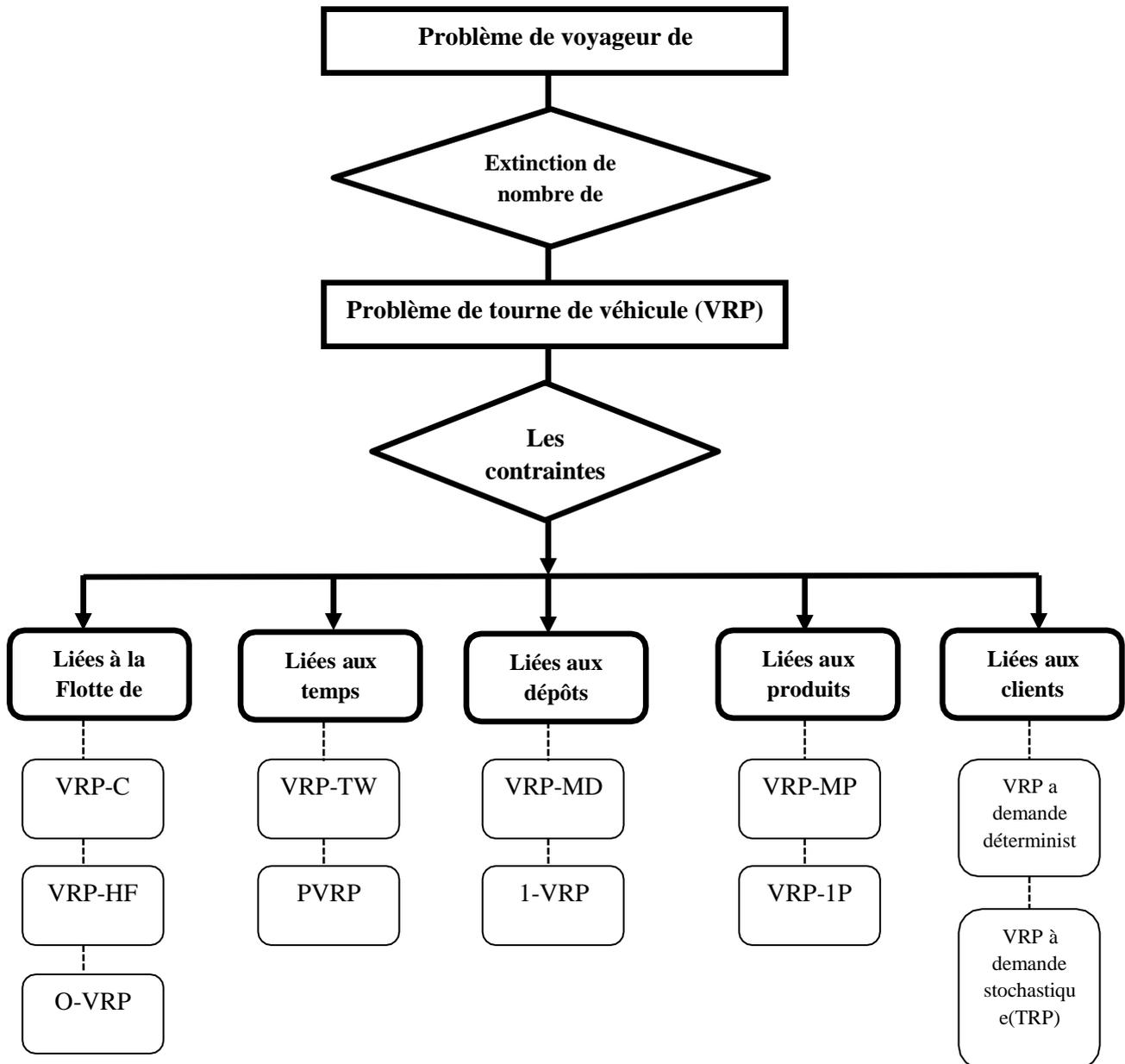
e. Contrainte 5 : Liées à la Demande des Clients

- **VRP à Demande Déterministe** : Le livreur connaît avant son départ du dépôt la quantité à livrer à chacun de ses clients.
- **VRP à Demande Stochastique** : Le livreur ne connaît pas la quantité à livrer au client il la découvre au moment de le servir. Il estime approximativement la demande de chaque client par une fonction stochastique.

CHAPITRE II: PROBLÈMES DE TOURNÉES DE VÉHICULES

Les contraintes sont structure dans la figure suivante :

Figure 2.3 : L'organigramme des variantes de VRP



Section 2 : Méthodes et techniques de résolution du VRP

Méthodes et techniques de résolution du VRP :

Introduction :

Dans cette section, nous proposons un aperçu général sur les méthodes de résolution du problème de tournée de véhicules. Notre but n'est pas de détailler le fonctionnement de ces méthodes, mais plutôt d'avoir un aperçu sur leur principe de base et leurs classifications afin d'identifier les méthodes adaptées à une résolution d'un problème réel au sein d'une entreprise.

Comme les autres problèmes d'optimisation combinatoire, le problème de tournée de véhicules a été étudié et résolu par des méthodes exactes, des heuristiques spécifiques ainsi que par des métaheuristiques. Ces trois familles correspondent à la classification générale des méthodes de résolution sont illustrées dans la figure suivante :

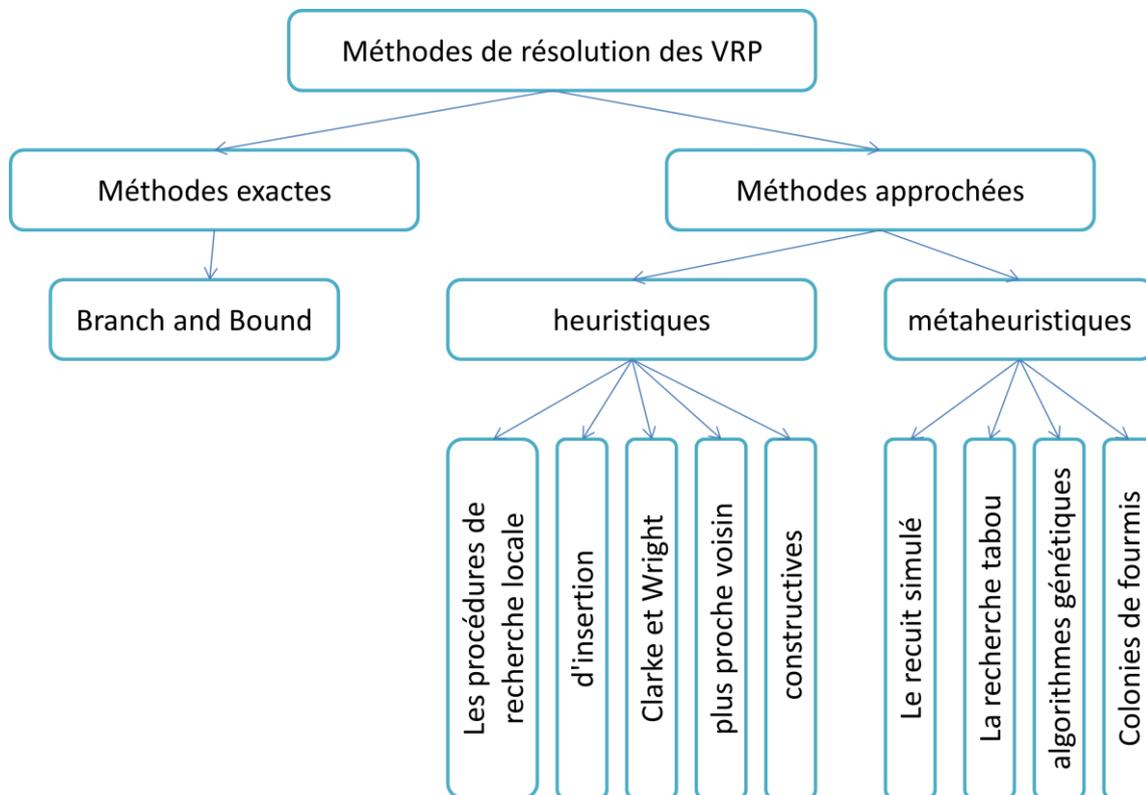


Figure 2.4: méthodes de résolution des VRP

Méthodes de résolution exactes

Les méthodes exactes (ou méthodes complète), permettent de trouver la solution optimale d'un problème d'optimisation en exécutons exhaustivement l'ensemble des solutions possibles. Toutes les solutions sont évaluées une à une mais cette technique basique reste inappropriée aux problèmes combinatoires. Voilà pourquoi des méthodes exactes comme l'algorithme de Séparation & Évaluation (Branch & Bound) exécutent l'ensemble des configurations possibles et éliminent des sous-ensembles de mauvaises solutions à l'aide de

CHAPITRE II: PROBLÈMES DE TOURNÉES DE VÉHICULES

techniques d'élagage. L'avantage d'une telle approche est que les solutions éliminées ne sont pas évaluées à la main mais ils sont évalués de façon globale.

Algorithme par séparation et évaluation (Branch and Bound) :

Les méthodes par séparation et évaluation (Branch and Bound) introduites par Land et Doig fonctionnent selon le principe diviser pour régner. L'algorithme Branch & Bound est une généralisation de l'algorithme backtrack utilisé pour la résolution des problèmes de satisfaction de contraintes. Comme nous avons pu nous en rendre compte précédemment, l'ensemble des solutions d'un problème combinatoire est beaucoup trop grand pour pouvoir être exploré de manière exhaustive. Un algorithme par séparation et évaluation va donc diviser le problème initial en sous-problèmes de sorte que l'union de leurs ensembles de solutions respectifs forment un recouvrement (ou mieux, une partition) de celui du problème initial. Chaque sous-problème obtenu peut être séparé de la même façon et ceci récursivement jusqu'à ce que l'ensemble de solutions associé soit un singleton. L'ensemble de solutions de chacun des sous-problèmes obtenus est alors évalué afin de savoir s'il est pertinent d'en continuer l'exploration. L'évaluation d'un sous-ensemble de solutions est fait implicitement, généralement, elle fait appel au calcul d'une borne inférieure (en minimisation). La borne inférieure est généralement calculée en considérant une relaxation (linéaire, lagrangienne, . . .) du sous-problème associé, elle donne une estimation du coût de la meilleure solution du sous-ensemble considéré. Si la solution associée à cette borne inférieure est réalisable pour le problème non relaxé, elle remplace la meilleure solution connue si elle est de meilleur coût et on ne sépare plus le sous-problème. Si par contre le coût de la borne inférieure est supérieur (toujours en minimisation) au coût de la meilleure solution valide connue, il est inutile de poursuivre l'exploration du sous ensemble considéré. La performance d'un algorithme par séparation et évaluation est en grande partie liée à la qualité des bornes et au schéma de séparation qui est adopté. En effet, dans le cas d'un problème de minimisation, si la borne inférieure est trop basse (i.e. la relaxation est trop forte), aucun sous ensemble ne sera éliminé et l'algorithme risque de se réduire à une énumération complète.

Il existe d'autres méthodes exactes utilisées: Énumération complète, Programmation dynamique, Algorithme de branchement et coupes (Branch and cut), Génération de colonnes, Relaxation lagrangienne.

Méthodes approchées

Les tailles de problèmes que peuvent traiter les méthodes exactes sont souvent limitées, ainsi qu'elles sont inutilisables dans le contexte opérationnel. D'autres méthodes beaucoup plus rapides existent afin de pouvoir obtenir des solutions aux problèmes de grande taille. Le prix à payer pour cette vitesse de calcul est l'optimalité des solutions obtenues qui n'est alors plus garantie. Contrairement aux méthodes exactes, les méthodes approchées sont incomplètes, elles permettent de trouver des bonnes solutions qui ne sont pas forcément optimales. Les méthodes approchées sont composées de heuristiques et de métaheuristiques.

CHAPITRE II: PROBLÈMES DE TOURNÉES DE VÉHICULES

Les heuristiques

Par définition, une heuristique est un moyen de guider les choix que doit faire un algorithme pour réduire sa complexité. Une heuristique est spécifique à un problème et ne peut pas être généralisée. (Étymologiquement, le mot heuristique signifie « trouver, découvrir » en grec ancien).

i. Heuristiques constructives

Les heuristiques constructives peuvent être vues comme des « recettes » pour construire une solution. Elles sont soit issues de principes empiriques, soit de tâtonnements effectués, ou alors construites spécifiquement pour garantir un meilleur rapport possible à l'optimum. Il existe un très grand nombre d'heuristiques pour les problèmes de tournées de véhicules, seules les plus rencontrées sont décrites ici.

ii. Heuristique du plus proche voisin

C'est la plus simple des heuristiques constructives. Elle consiste, en partant du dépôt, à se rendre au client le plus proche. Le client le plus proche du dernier ajouté est ensuite choisi et ainsi de suite. Cette opération est répétée jusqu'à ce qu'il ne soit plus possible de rajouter de clients dans la tournée sans violer de contraintes. Une nouvelle tournée est ensuite démarrée à partir d'un client choisi selon un critère défini par l'utilisateur. L'algorithme s'arrête lorsque tous les clients sont affectés à une tournée. A chaque étape, l'heuristique de plus proche voisin effectue un choix qui minimise localement le critère de coût, elle est en ce sens un algorithme glouton. Sa performance varie beaucoup en fonction de l'instance sur laquelle elle est exécutée, on constate cependant qu'elle est plus efficace lorsque les clients sont regroupés en paquets plutôt que de manière homogène dans l'espace. Son implémentation est simple et son exécution rapide avec une complexité en $O(n^2)$.

iii. Heuristique de Clarke et Wright

Cette heuristique, du nom de ses auteurs Clarke et Wright [18], est basée sur le principe de l'épargne. Il s'agit de partir de la solution la plus coûteuse et d'effectuer tour à tour des changements pour améliorer le coût global de la fonction objectif.

En prend un exemple dans le cas du VRP classique, Soit un VRP simple avec trois clients et un dépôt, la solution la plus coûteuse est alors construite.

La première étape est de faire un aller retour entre le dépôt et les trois clients, utilisant ainsi autant de camions que de clients comme illustré par la figure. Pour chaque couple de clients (i, j) une quantité s_{ij} qui est l'économie réalisée en reliant le client i au client j est ensuite calculée. Cette économie vaut ici :

$$s_{ij} = c_{i,0} + c_{j,0} - c_{i,j}$$

Où $c_{i,j}$ est le coût d'utilisation de l'arc (i, j).

S'il est décidé de relier le client 1 au client 3 dans l'exemple de la figure cela économise :

CHAPITRE II: PROBLÈMES DE TOURNÉES DE VÉHICULES

- Le retour de 1 au dépôt (maintenant la route continue vers 3), c'est le $c_{i,0}$ ici $c_{1,0}$.
- L'aller du dépôt à 3 (effectivement l'arrivée se fait maintenant de 1), c'est le $c_{0,j}$ ici $c_{0,3}$.

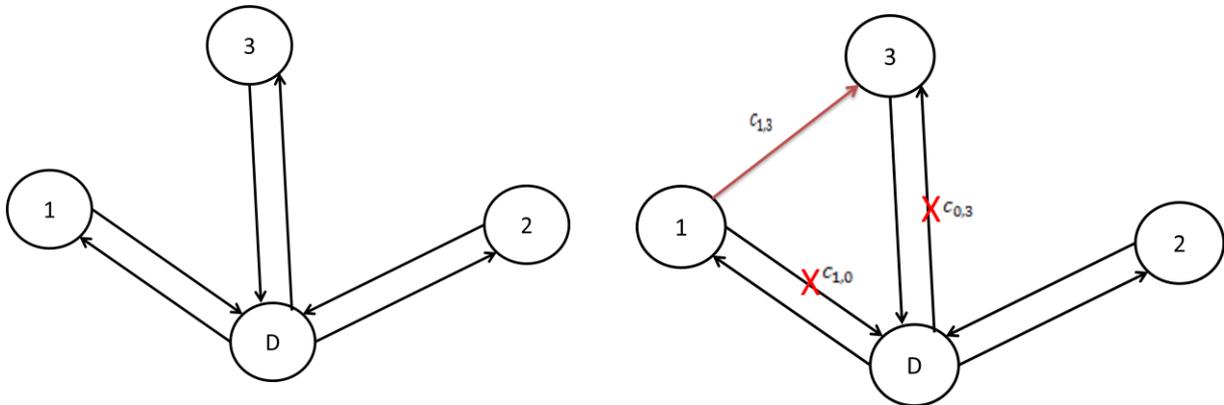


Figure 2.5 : Déroulement de l'heuristique de Clarke et Wright

Il faut retirer de cette économie le coût du trajet de 1 à 3 auparavant inexistant, c'est le $c_{i,j}$ ici $c_{1,3}$. L'économie totale effectuée par l'ajout de l'arc (1,3) vaut donc

$$s_{1,3} = c_{1,0} + c_{0,3} - c_{1,3}$$

le résultat est représenté sur la figure 2.2. Une fois toutes les économies $s_{i,j}$ calculées (en $O(n^2)$), la plus intéressante est appliquée sous réserve qu'elle ne viole aucune contrainte du problème. L'opération est ainsi répétée jusqu'à ce qu'il n'y ait plus d'améliorations possibles en ajoutant un arc (i, j) (i.e. tous les $s_{i,j}$ sont négatifs ou nuls). Cette heuristique est donc relativement simple et rapide puisqu'elle peut être implémentée en $O(n^2 \log 2n)$.

iv. Heuristiques d'insertion

Les heuristiques par insertion basé sur l'insertion successive des clients dans la solution. La place à laquelle se fait l'insertion est celle qui maximise un critère choisi, faisant de ces heuristiques des algorithmes gloutons. Comme toutes les positions d'insertion sont testées pour tous les clients, la complexité est en $O(n^3)$. L'heuristique de Mole et Jameson est une de ces procédures conçues pour le VRP.

v. Les procédures de recherche locale

Les procédures de recherche locales consistent à explorer un voisinage $V(s)$ à partir d'une solution s existante, dans l'espoir d'y trouver une ou plusieurs solutions de meilleure qualité. Dans le cas du problème de tournées de véhicules, s'il est défini dans un graphe orienté $G(V;A)$, le voisinage peut être défini en terme de mouvements de suppression/ajout d'arcs dans la solution initiale. La méthode de recherche locale explore un ou plusieurs voisinages et remplace ensuite la solution courante par la meilleure solution voisine trouvée.

CHAPITRE II: PROBLÈMES DE TOURNÉES DE VÉHICULES

Le processus se termine lorsqu'il n'est plus possible de trouver de meilleure solution dans le voisinage considéré. La méthode se trouve alors dans un optimum local, elle a en effet produit une solution qui se trouve être la solution de coût minimum dans son voisinage.

La littérature foisonne de mouvements (voisinages), les plus classiques sont les mouvements k-opt, les mouvements Or-opt, les échanges de séquences et les chaînes d'éjection.

Les mouvements de type k-opt tels que décrits par Lin et Kernighan [73] pour le TSP consistent à supprimer k arcs dans la solution courante et à les remplacer par k autres de manière à reconstituer une solution faisable. La taille du voisinage est en $O(n^k)$. Le voisinage 2-opt est très populaire dans la littérature sur le VRP, Potvin et Rousseau [97] proposent de l'adapter pour qu'il opère entre deux routes distinctes. L'une des possibilités est nommée 2-opt*, elle est illustrée par la figure 2.5.

Métaheuristiques

Définitions :

Définition : Le terme métaheuristique vient des mots grecs meta (au delà) et heuriskein (trouver).

La différence entre l'heuristique et des métaheuristiques c'est que une heuristique est une technique de résolution spécialisée à un problème. Elle ne garantit pas la qualité du point obtenu. Une métaheuristique est une heuristique générique qu'il faut adapter à chaque problème.

Définition des métaheuristiques

Les Métaheuristiques sont des méthodes se voulant le plus générique possible, pouvant être utilisées pour la résolution de nombreux problèmes d'optimisation difficile (souvent issus des domaines de la recherche opérationnelle, de l'ingénierie ou de l'intelligence artificielle). Contrairement aux heuristiques précédemment décrites, elles ne comportent dans leurs principes généraux aucune spécificité relative au VRP (apprendre les caractéristiques d'un problème afin d'en trouver une approximation de la meilleure solution). La plupart du temps, les Métaheuristiques sont généralement des algorithmes stochastiques itératifs, qui progressent vers un optimum global. Il en existe une très grande variété et certaines occupent une place importante dans la littérature relative au VRP. Elles sont décrites par la suite, regroupées en deux grandes catégories selon qu'elles sont à base de populations ou de recherche locale.

Caractéristiques métaheuristiques

- Les métaheuristiques sont des stratégies qui permettent de guider la recherche d'une solution.
- Le but visé par les métaheuristiques est d'explorer l'espace de recherche efficacement afin de déterminer des points (presque) optimaux.
- Les métaheuristiques sont en générale non-déterministes et ne donnent aucune garantie d'optimalité.

CHAPITRE II: PROBLÈMES DE TOURNÉES DE VÉHICULES

- Diversification : mécanismes pour une exploration assez large de l'espace de recherche.
- Intensification : exploitation de l'information accumulée durant la recherche et concentration sur une zone précise de X ou de Ω .

Remarque : Il est important de bien doser l'usage de ces deux ingrédients afin que l'exploration puisse rapidement identifier des régions de l'espace de recherche qui contiennent des points de bonne qualité, sans perdre trop de temps à exploiter des régions moins prometteuses.

Classification des métaheuristiques

- ✓ Méthodes de trajectoire : Manipulent un seul point à la fois et tentent itérativement d'améliorer ce point. Elles construisent une trajectoire dans l'espace des points en tentant de se diriger vers des solutions. Par exemple :
- ✓ La recherche locale.
- ✓ Le recuit simulé
- ✓ La recherche tabou
- ✓ La recherche à voisinages variables (VNS)
- ✓ Méthodes qui travaillent avec une population de points : en tout temps on dispose d'une « base » de plusieurs points, appelée population. L'exemple le plus connu est l'algorithme génétique.
- ✓ Les métaheuristiques qui s'inspirent de phénomènes naturels. Par exemple, les algorithmes génétiques et les algorithmes des fourmis s'inspirent respectivement de la théorie de l'évolution et du comportement de fourmis à la recherche de nourriture.
- ✓ Les autres, comme la méthode tabou qui n'a semble-t-il pas été inspirée par un phénomène naturel (même si il y a l'utilisation d'une mémoire).
- ✓ Méthodes avec ou sans mémoire : Selon que l'on fait usage de l'historique de la recherche (le passé) ou pas. Avec les algorithmes sans mémoire, l'action à réaliser est totalement déterminée par la situation courante.

Quelques métaheuristiques :

i. Le recuit simulé

- ✓ Mise au point par S. Kirkpatrick, C.D. Gelatt et M.P. Vecchi en 1983.
- ✓ Inspirer de la physique statistique et le refroidissement des métaux

Algorithme : recuit simulé

1. Engendrer une configuration initiale S_0 de: $S : S$
2. Initialiser la température en fonction du schéma de refroidissement
3. Répéter
4. Engendrer un voisin aléatoire S' de S
5. Calculer $\Delta E = f(S') - f(s)$

CHAPITRE II: PROBLÈMES DE TOURNÉES DE VÉHICULES

6. Si $\Delta E \leq 0$ alors $S \leftarrow S'$
7. Sinon accepter S' comme la nouvelle solution avec la probabilité $P(E, T) = e^{-\Delta E/T}$
8. Fin si
9. Mettre T à jour en fonction du schéma de refroidissement (réduire la température)
10. Jusqu'à la condition d'arrêt
11. Retourner la meilleure configuration trouvée

Les étapes sont présentées dans la figure suivante :

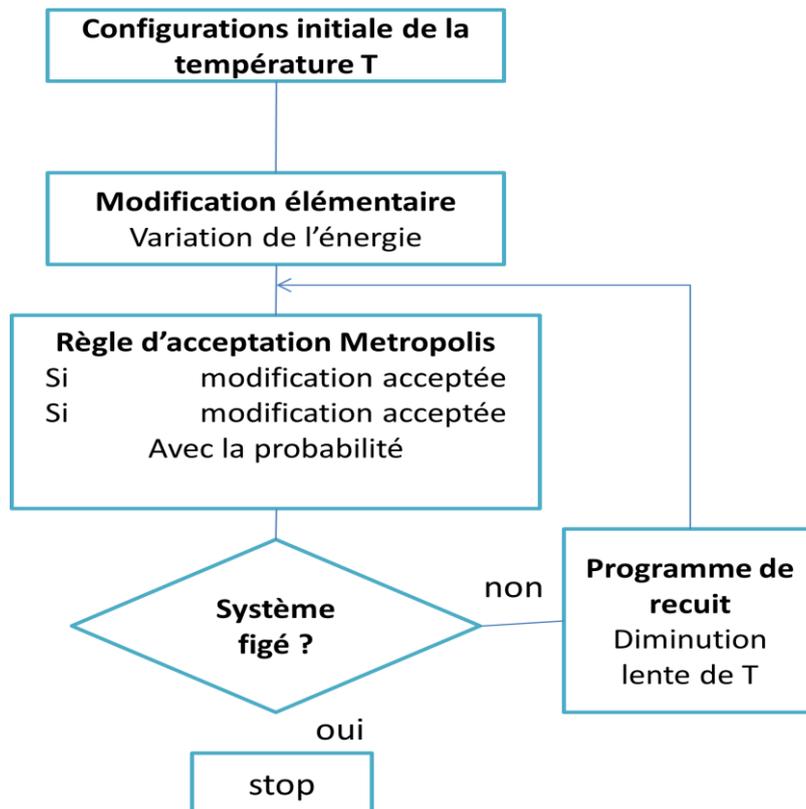


Figure 2.6: les étapes d'exécution de recuit simulé

ii. Colonies de fourmis

Proposés par Colorni, Dorigo et Maniezzo en 1992 et appliqué la première fois au problème du voyageur de commerce. Il représente un algorithme itératif à population avec orientation des futurs choix. Inspiré à partir du comportement des fourmis qui utilisent une substance chimique volatile particulière appelée phéromone pour communiquer au milieu (la stigmergie). Les fourmis choisissent ainsi avec une probabilité élevée les chemins contenant les plus fortes concentrations de phéromones.

Cette méthode a été utilisée pour résoudre plusieurs problèmes :

- ✓ Le problème du voyageur de commerce
- ✓ Le problème de coloration de graphe
- ✓ Le problème d'affectation quadratique
- ✓ Le problème de routage de véhicules

CHAPITRE II: PROBLÈMES DE TOURNÉES DE VÉHICULES

Algorithme : Colonies de fourmis

Algorithme dédié pour résoudre le problème de voyageur de commerce (TSP) et chaque fourmi doit construire un trajet complet (solution) et se déplace d'un sommet à l'autre d'une manière probabiliste.

- ✓ Chaque fourmi possède une liste de villes visitées.
- ✓ A la fin de la tournée, une intensité de phéromone est laissée par la fourmi sur chaque segment (i ,j) qui appartient à la tournée.

Notation :

$\eta_{ij} = \frac{1}{d_{ij}}$: visibilité (inverse de la distance).

τ_{ij} : Quantité de phéromones sur l'arrêt (i, j)

S_i^k : Ensemble des villes qui ne sont pas encore visités par la fourmi k

Probabilité de déplacement :

$$p_{ij}^k(t) = \frac{[\tau_{ij}(t)]^\alpha \cdot [\eta_{ij}]^\beta}{\sum_{i \in S_i^k} [\tau_{ij}(t)] \cdot [\eta_{ij}]}, \quad \text{if } j \in S_i^k, \text{ else } 0$$

Où α et β sont deux paramètres contrôlant l'importance de l'intensité de la piste et de la visibilité

Mise à jour des phéromones :

Après un tour complet, chaque fourmi laisse une certaine quantité de phéromone $\Delta\tau_{ij}^k(t)$ sur l'ensemble de son parcours, quantité qui dépend de la qualité de la solution trouvée.

$$\Delta\tau_{ij}^k(t) = \begin{cases} Q & \text{si } (i, j) \in T^k(t) \\ / L^k(t) & \\ 0 & \text{si } (i, j) \notin T^k(t) \end{cases}$$

Où $T^k(t)$ est le trajet effectué par la fourmi k à l'itération t, $L^k(t)$ et la longueur de la tournée et Q un paramètre fixé.

- ✓ Le concept d'évaporation des pistes de phéromones est simulé à travers un paramètre appelé le taux d'évaporation
- ✓ Ne pas négliger toutes les mauvaises solutions obtenues

$$\tau_{ij}(t+1) \leftarrow (1 - \rho) \cdot \tau_{ij}(t) + \Delta\tau_{ij}(t)$$

$$\Delta\tau_{ij}(t) = \sum_{k=1}^m \Delta\tau_{ij}^k(t)$$

CHAPITRE II: PROBLÈMES DE TOURNÉES DE VÉHICULES

t représente une itération donnée et m le nombre de fourmis.

Algorithme :

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

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

Choisir une ville au hasard

Pour chaque ville non visitée i

Choisir une ville j, dans la liste des villes restantes

Fin Pour

Déposer une quantité de phéromones sur le trajet $T^k(t)$

Fin Pour

Évaporer les pistes

Fin Pour

iii. Recherche tabou

Développée dans un cadre particulier par Glover en 1986 (et indépendamment par Hansen en 1986), c'est une méthode heuristique de recherche locale utilisée pour résoudre des problèmes complexes et/ou de très grande taille (souvent NP-déficile).

Principe de base : Poursuivre la recherche de solutions même lorsqu'un optimum local est rencontré et ce,

- en permettant des déplacements qui n'améliorent pas la solution
- en utilisant le principe de mémoire pour éviter les retours en arrière (mouvements cycliques).

Mémoire :

Elle est représentée par une liste taboue qui contient des mouvements ou des solutions qui sont temporairement interdits

2 alternatives :

- ✓ Une liste contient les solutions interdites (coûteux en place mémoire).
 - ✓ Une liste des mouvements interdits (qui ramènent vers ces solutions déjà visitées).
- Avantages : prend moins de place mémoire.
 - élimine plus de solutions que celles visitées effectivement

Généralement les listes sont gérées en FIFO (first in first out).

CHAPITRE II: PROBLÈMES DE TOURNÉES DE VÉHICULES

- ✓ Liste tabou des mouvements interdits élimine plus de solutions que celles visitées effectivement.
- ✓ plus efficace que la liste des solutions taboues mais élimine éventuellement de très bonnes solutions.
- ✓ Il est possible de violer une interdiction lorsqu'un mouvement interdit permet d'obtenir la meilleure solution enregistrée jusqu'à maintenant.

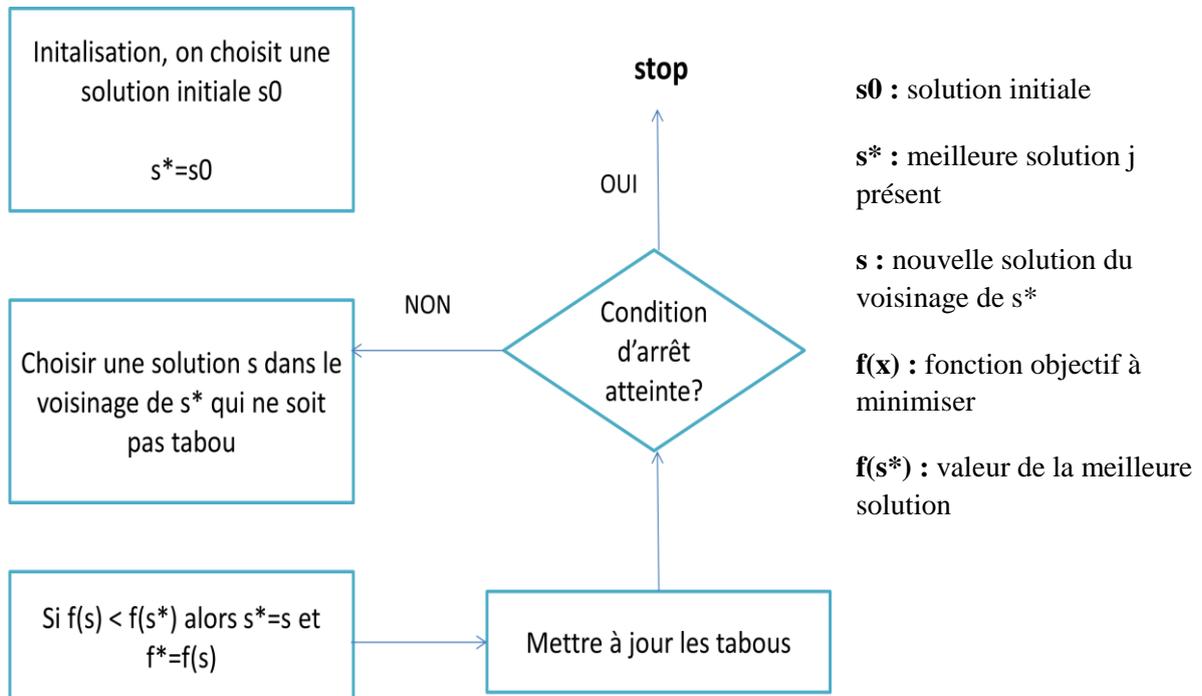


Figure 2.7 : algorithme générale de recherche tabou

Critère d'arrêt

On peut arrêter la recherche à tout moment (contrairement au recuit simulé...)

Par exemple si une solution prouvée optimale a été trouvée, une limite a été atteinte en ce qui concerne, le nombre d'itérations, le temps de calcul, Si la recherche semble stagner (nombre d'itérations sans amélioration de la meilleure configuration trouvée)

Diverses améliorations de la recherche Tabou :

La liste taboue peut s'avérer trop contraignante lors de la recherche d'une solution. Le mécanisme d'aspiration permet de lever ponctuellement le statut "tabou" afin d'atteindre des solutions inédites.

- ✓ **L'intensification** : est l'une des stratégies qui permet de mémoriser les meilleures solutions rencontrées (ou leur configuration) et les utilise afin d'améliorer la recherche.

CHAPITRE II: PROBLÈMES DE TOURNÉES DE VÉHICULES

- ✓ **La diversification** : cherche à utiliser des mouvements encore jamais réalisés afin d'explorer des régions nouvelles de l'espace de recherche en mémorisant bien sur les solutions les plus visitées.

Sélection du meilleur voisin :

- ✓ **Best Fit** : le voisinage est exploré en entier.
- ✓ **First Fit** : une partie du voisinage est explorée.
- ✓ **Utilisation d'une table de calculs** : pour éviter de calculer entièrement le coût de chaque voisin, à chaque itération on mémorise dans une table les modifications au coût de la solution courante associées à chacun des mouvements possibles.

Algorithme :

1. Initialisation :
s0 une solution initiale
 $s \leftarrow s0, \quad s^* \leftarrow s0, \quad c^* \leftarrow f(s0)$
 $T = \emptyset$
2. Générer un sous-ensemble de solution au voisinage de s
 $s' \in N(s)$ tel que $\forall x \in N(s), f(x) \geq f(s')$ et $s' \notin T$
Si $f(s') < c^*$ alors $s^* \leftarrow s'$ et $c^* \leftarrow f(s')$
Mise-à-jour de T
3. Si la condition d'arrêt n'est pas satisfaite retour à l'étape 2

Avantages et inconvénients de la recherche Tabou :

Avantage :

- ✓ Grande efficacité
- ✓ Fonctionnement simple à comprendre.

Inconvénients :

- ✓ Paramètres peu intuitifs.
- ✓ Demande en ressources importantes si la liste des tabous est trop imposante.
- ✓ Aucune démonstration de la convergence.

iv. Les algorithmes génétiques :

Nous développons ici l'une des métaheuristiques les plus utilisées pour la résolution du problème de routage de véhicules : les algorithmes génétiques.

Il s'agit d'une méthode bio-inspirée introduite par Holland [1975] dans le cadre d'une analogie avec la sélection naturelle des espèces. Elle a été formalisée ensuite par Goldberg [1989] pour être appliquée à la résolution de problèmes d'optimisation.

CHAPITRE II: PROBLÈMES DE TOURNÉES DE VÉHICULES

Vocabulaire

Le vocabulaire utilisé est le même que celui de la théorie de l'évolution et de la génétique :

- ✓ individu (solution potentielle)
- ✓ Population (ensemble de solutions)
- ✓ génotype (une représentation de la solution)
- ✓ gène (une partie du génotype), parent, enfant, reproduction, croisement, mutation, génération, etc.

Fonctionnement d'un AG

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.

On peut les devise 3 type :

- ✓ **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 sa 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

Il permet l'exploration de l'espace de recherche et enrichit la diversité de la population, chaque parents et génère deux enfants. On distingue plusieurs types :

- ✓ **Croisement un point:**

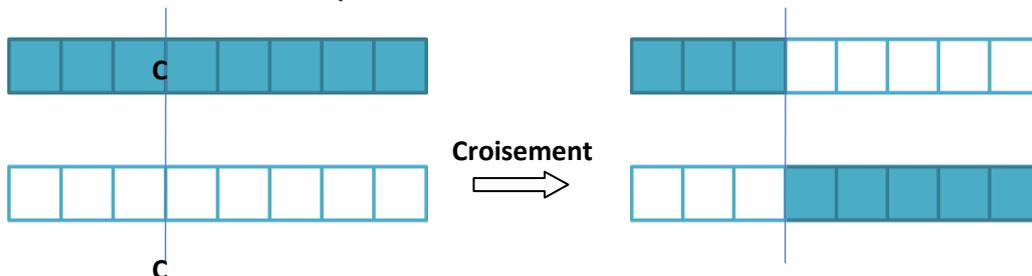


Figure 2.8 : exemple de croisement un point

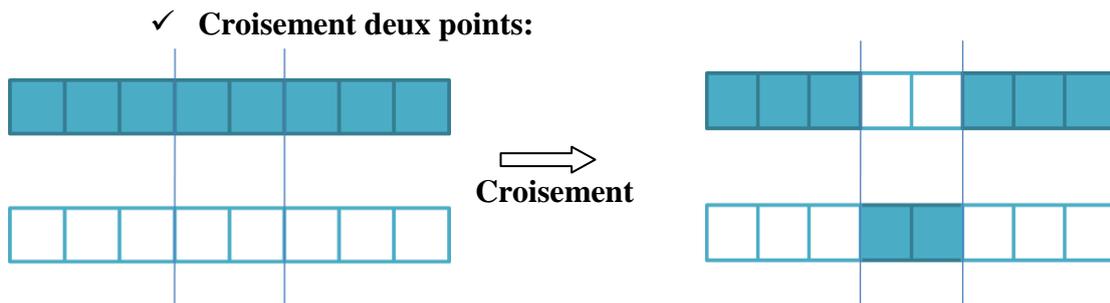


Figure 2.9 : exemple de croisement deux points

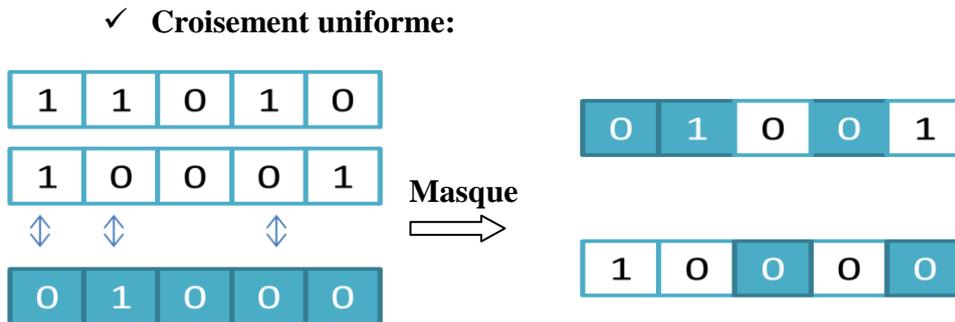


Figure 2.10 : exemple de croisement uniforme

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.

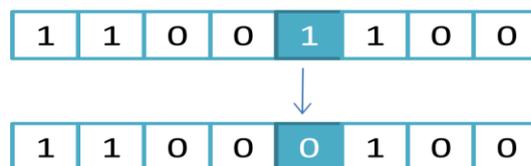


Figure 2.11 : exemple de mutation

L'Elitisme :

Sauvegarde de la meilleure solution en passant d'une population à l'autre.

Efficacité des AGs

L'efficacité des algorithmes génétiques dépend fortement du réglage des différents paramètres caractérisant ces algorithmes:

- la taille de la population
- le nombre maximal des générations
- la probabilité de mutation p_m
- La probabilité de croisement p_c

CHAPITRE II: PROBLÈMES DE TOURNÉES DE VÉHICULES

Conclusion :

En termes de qualité des solutions, les métaheuristiques sont généralement meilleures que les heuristiques, et qu'en termes de temps d'exécution les heuristiques sont meilleures.

Ce résultat est prévisible car plusieurs métaheuristiques appliquent-elles-mêmes des heuristiques d'amélioration sur leurs solutions (hybridation des méthodes).

Aussi la recherche Tabou et les algorithmes génétiques sont les deux métaheuristiques les plus efficaces sur les principales variantes du VRP.

CHAPITRE III:
Présentation de l'organisme d'accueil



CHAPITRE II: PRÉSENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL

2. Introduction:

A fin de compléter notre travail théorique dans les deux chapitre précédents. Nous allons analyser le fonctionnement de la chaine logistique agroalimentaire au sein du groupe CEVITAL de l'usine au consommateur final.

Notre stage effectué au niveau du département logistique du complexe agroalimentaire Bejaia.

Ce chapitre a pour but de présenter l'organisme d'accueil du groupe CEVITAL ,la situation géographique, ses missions ,et la politique de distribution adoptée par le groupe CEVITAL à fin de comprendre le réseau de distribution des produits agro-alimentaires de l'usine vers le consommateur final pour faire une simulation à notre problème.

Section 1: l'entreprise CEVITAL

L'entreprise d'accueil :

Présentation de l'entreprise:

Le groupe CEVITAL est une société par action (SPA) dont les actionnaires principaux sont M.ISSAD Rebrab et fils créée en 1998 avec un capital privé de 68 ,760 milliards de DA. CEVITAL est un Groupe familial qui s'est bâti sur une histoire, un parcours et des valeurs qui ont fait sa réussite et sa renommée.

Première entreprise privée algérienne à avoir investi dans des secteurs d'activités diversifiées, elle a traversé d'importantes étapes historiques pour atteindre sa taille et sa notoriété actuelle. Porté par 18 000 employés répartis sur 3 continents, il représente le fleuron de l'économie algérienne, et œuvre continuellement dans la création d'emplois et de richesse.

Historique et évolution de CEVITAL¹:

ISSAD Rebrab est né en 1944. Il crée son cabinet d'expert-comptable en 1968, puis se lance dès 1971 dans l'entrepreneuriat, en créant des sociétés dans la métallurgie et en 1991 dans la sidérurgie. À la tête du Groupe CEVITAL, il n'a cessé de le faire grandir en diversifiant ses activités, pour compter aujourd'hui 26 filiales dans l'industrie, l'agro-alimentaire, la grande distribution ou encore l'automobile.

Depuis quelques années, Il développe ses activités à l'international, notamment en Europe (France, Italie, Espagne), en Tunisie, au Maroc et au Brésil. En France, Issad Rebrab a racheté en 2013 la PME Oxxo (fabricant de fenêtres haute-performance), en 2014 Brandt France, pour relancer ce leader de l'électro-ménager, et en 2015 un Luccuni un complexe sidérurgique d'acier spéciaux. Issad Rebrab est, depuis 2008, Président du Conseil d'Administration du Groupe CEVITAL.

Père de 5 enfants, ces derniers sont tous impliqués au sein du management du Groupe. En 2009, CEVITAL a élargi sa gouvernance en décidant d'ouvrir son conseil d'administration à des membres indépendants. Une décision motivée par la volonté de soutenir la croissance de l'entreprise et d'assurer sa pérennité, à l'image des grandes entreprises internationales.

Issad Rebrab a été élu CEO de l'année à l'Africa CEO Forum 2015 et Personnalité de l'Année en 2016 par la région de la Toscane (Italie), suite à la reprise des activités sidérurgiques de Piombino.

¹www.CEVITAL.com

CHAPITRE II: PRÉSENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL

1971

- LANCEMENT DE LA CONSTRUCTION MÉTALLIQUE
- 1971 SOCOMEG (participation)
- 1975 PROFILOR (création)
- 1979 SOTECOM (acquisition)
- 1984 SACM (acquisition)
- 1985 ENALUX (création)
- 1986 NORD METAL (création)
- 1986 METALLOR (création)

1988

- CRÉATION DE METAL SIDER (SIDÉRURGIE)

1991

- REPRISE DES ACTIVITÉS I.B.M EN ALGÉRIE / CRÉATION DU QUOTIDIEN LIBERTÉ

1997

- CRÉATION DE HYUNDAI MOTORS ALGÉRIE

1998

- CRÉATION DE CEVITAL SPA INDUSTRIES AGROALIMENTAIRES

2006

- CRÉATION DE NUMIDIS ET IMMOBIS;
ACQUISITION DE COJEK

2007

- SAMHA – PRODUCTION & DISTRIBUTION SAMSUNG /
CRÉATION MFG (VERRE PLAT)

2008

- NOLIS - TRANSPORT MARITIME /
COMMERCIALISATION DU VERRE PLAT EN EUROPE /
CRÉATION DE NUMILOG

2009

- AUGMENTATION DE LA PRODUCTION DE SUCRE DE 1 M T/AN

2013

- OXXO (FRANCE) / ALAS (ESPAGNE)

2014

- BRANDT (FRANCE) / AFFERPI (ITALIE) EX LUCCHINI PIOMBINO

Les chiffres clés:



Figure 2.1 : les chiffres clés

Source : CEVITAL

La vision du groupe CEVITAL:

« L'idée est de faire passer l'Algérie dans l'économie de l'après-pétrole, du stade importateur au stade exportateur, en faire le nouveau dragon de l'Afrique, une puissance économique émergente qui tire la croissance mondiale, libère les initiatives, crée de l'emploi et des richesses et se hisse au rang des nouvelles nations industrialisées.

Le temps joue contre nous.

Nous serons 50 millions d'algériens en 2025 et autant de consommateurs de carburant et d'électricité, nous aurons 10 millions de nouveaux demandeurs d'emplois pour lesquels il faudrait créer 1 million d'emplois par an. Il nous reste peu de temps pour diversifier notre économie.

CHAPITRE II: PRÉSENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL

Le chiffre d'affaires de CEVITAL a été multiplié par 100 en 15 ans. Nous comptons le multiplier par 7 à horizon 2025 et passer de 4 milliards de dollars actuellement à 25 milliards de dollars en 2025. Pour réussir, nous avons besoin de talents.

Nous allons passer de 18 000 collaborateurs aujourd'hui à près de 100 000 en 2025 et investir massivement dans la formation et le recrutement de talents. »

Situation géographique du groupe CEVITAL:

CEVITAL est l'une des plus grandes entreprises de l'Algérie, le leader de secteur agroalimentaire. Son complexe de production se situe dans le nouveau quai de port Bejaia, à 3km sud-ouest de la ville, à proximité de la route nationale 26. Cette situation géographique de l'entreprise lui profite bien étant donné qu'elle lui confère l'avantage de la proximité économique.

En effet, elle se situe très proche du port et de l'aéroport de Bejaia. Le complexe s'étend sur une superficie de 45 000 m² (le plus grand complexe privé en Algérie). Il a une capacité de stockage de 182 000 tonnes/an (Silos portuaires), et un terminal de déchargement portuaire de 200 000 tonnes/heure (réception de matière première). Comme elle possède un réseau de distribution de plus de 52 000 points de vente sur tout le territoire national.



Figure 2.2: situation géographique du complexe CEVITAL.

CHAPITRE II: PRÉSENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL

Les activités de CEVITAL:

- **L'activité de CEVITAL au niveau de la commune Bejaia:**

Au niveau de la commune de Bejaia, l'entreprise CEVITAL fait la contribution des installations suivantes (l'industrie agro-alimentaire):

- La production de la margarinerie.
- Le raffinage de sucre.
- Le raffinage des huiles alimentaires.
- silos portuaires.

- **L'activité de CEVITAL au niveau de la commune d'EL Kseur :**

Au niveau de la commune d'El-kseur (Béjaia) on trouve l'unité de production du jus de fruits COJECK qui a été racheté par le groupe CEVITAL dans le cadre de la préservation des entreprises publiques algériennes en novembre 2006.

- **L'activité de CEVITAL au niveau de la commune Agouni Gueghane:**

Au niveau de la commune de Agouni Gueghane (Tizi ousou) dans les montagnes de Djurdjura qui culmine plus de 2300 mètres, le groupe CEVITAL a inauguré en 2007 L'unité de production d'eau minérale Lalla khedidja.

Les gammes de produit:

CEVITAL est concentré sur la fabrication et la commercialisation d'une gamme très diversifiée en matières de produits agro-alimentaires: des huiles végétales, sucre, margarine.

- **Les huiles végétales:**

Le complexe CEVITAL produit trois types d'huile de table de différentes qualités et différents logos, elles sont connues sous les appellations suivantes :

- **Fleurial:** 100% tournesol sans cholestérol, riche en vitamine (A, D, E).
- **(Elio et Fridor) :** ce sont des huiles 100% végétales sans cholestérol, contiennent de la vitamine E.

Ces huiles végétales sont issues essentiellement de la graine de tournesol, Soja et de Palme, conditionnées dans des bouteilles de diverses contenances allant de (1 à 5 litres), après qu'elles aient subi plusieurs étapes de raffinage et d'analyse.

- ✓ Capacité de production : 570 000 tonnes /an
- ✓ Part du marché national :70% du marché national
- ✓ Exportations vers le Maghreb et le Moyen-Orient, en projet pour l'Europe.

- **Margarinerie et graisses végétales:**

Le groupe CEVITAL produit une gamme variée de margarine riche en vitamine A, B,et C.

Certaines margarines sont destinées à la consommation directe telle que :

Matina , le beurre gourmand et fleurial et d'autres sont spécialement produites pour le besoin de la pâtisserie moderne comme Medina « smen »

Toutes ces margarines sont disponibles en plaquettes de 250 g et barquettes de 500 g à l'exception de Medina (SMEN) pots de 1 ,8 kg.

- ✓ Capacité de production : 180.000 tonnes/a
- ✓ Part du marché national est de 30%

CHAPITRE II: PRÉSENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL

- ✓ sachant que l'entreprise exporte une partie de cette production vers l'Europe, le Maghreb et le Moyen-Orient.

- **Sucre Blanc:**

Le groupe CEVITAL offre un sucre sous le nom (SKOR) raffiné de qualité supérieure conditionné dans des sacs de 50 kg et commercialisé soit en morceaux dans des boîtes soit en sachets de (1 et 5)kg. Comme elle produit aussi du sucre liquide destinée pour les besoins de l'industrie agroalimentaire et plus précisément pour les producteurs des boissons gazeuses et les pâtisseries.

- ✓ Capacité de production : 650 000 tonnes/an avec extension à 1 800 000 tonnes/an
- ✓ Part du marché national : 85%

- **Boissons:**

Il s'agit d'Eau minérale, Jus de fruits, Soda, l'eau minérale LALLA KHEDIDJA depuis des siècles prend son origine dans les monts enneigés à plus de 2300 mètres du Djurdjura qui culminent. Elle se charge naturellement en minéraux essentiels à la vie (Calcium 53, Potassium 0,54, Magnésium 7, Sodium 5,5, Sulfate 7, Bicarbonate 162,...) tout en restant d'une légèreté incomparable, elle est directement captée à la source au cœur du massif montagneux de Djurdjura.

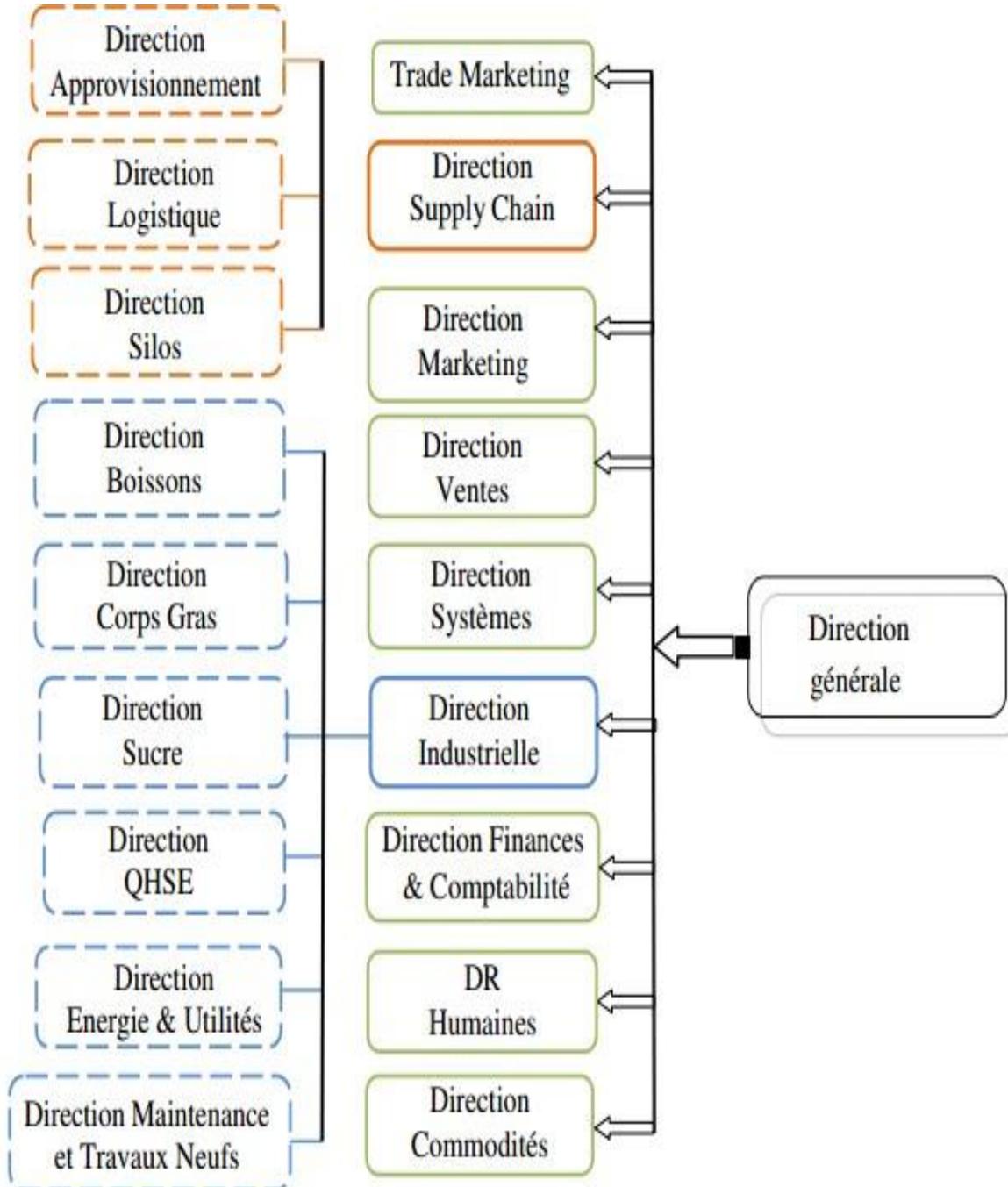
CEVITAL a ainsi réalisé le lancement de la gamme d'eau minérale LALLA KHEDIDJA et de boissons gazeuses avec une capacité de 3 000 000 bouteilles par jour et la réhabilitation de l'unité de production de jus de fruits EL-KSEUR.

CHAPITRE II: PRÉSENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL

L'organigramme de l'entreprise :

L'organisation de l'entreprise se présentée sous le schéma ci -dessous :

Figure 2.3 : Organigramme générale de CEVITAL



Source : document interne CEVITAL.

CHAPITRE II: PRÉSENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL

Les missions objectifs du groupe CEVITAL:

Les objectifs visés par CEVITAL peuvent se présenter comme suit :

- ❖ L'extension de ses produits sur tout le territoire national.
- ❖ L'importation de graines oléagineuses pour l'extraction directe des huiles brutes.
- ❖ L'optimisation de ses offres d'emploi sur le marché du travail.
- ❖ L'encouragement des agriculteurs par des aides financières pour la production locale des graines oléagineuses.
- ❖ La modernisation de ses installations en termes de machine et des techniques pour augmenter le volume de sa production.
- ❖ Le positionnement de ses produits sur le marché étranger par leurs exportations.

La structure et l'organisation de l'entreprise CEVITAL:

Le schéma organisationnel de la direction générale est composé de différentes directions qui se présentent comme suit :

- **La direction Marketing:**

Pour atteindre les objectifs de l'Entreprise, le Marketing CEVITAL pilote les marques et les gammes de produits. Son principal levier est la connaissance des consommateurs, leurs besoins, leurs usages, ainsi que la veille sur les marchés internationaux et sur la concurrence. Les équipes marketing produisent des recommandations d'innovation, de rénovation, d'animation public-promotionnelle sur les marques et métiers CEVITAL. Ces recommandations, validées, sont mises en œuvre par des groupes de projets pluridisciplinaires (Développement, Industriel, Approvisionnement, Commercial, Finances) coordonnés par le Marketing, jusqu'au lancement proprement dit et à son évaluation.

- **La direction commerciale:**

Elle a en charge de commercialiser toutes les gammes des produits et le développement de Fichier clients de l'entreprise, au moyen d'actions de détection ou de promotion de projets à base de hautes technologies. En relation directe avec la clientèle, elle possède des qualités relationnelles pour susciter l'intérêt des prospects.

- **La direction des Finances et Comptabilité (FC) :**

Elle a pour mission de :

- ✓ Préparer et mettre à jour les budgets.
- ✓ Tenir la comptabilité et préparer les états comptables et financiers selon les normes.
- ✓ Pratiquer le contrôle de gestion .
- ✓ Faire le Reporting périodique.

- **La direction des Ressources Humaines (RH) :**

Elle a pour fonction de :

CHAPITRE II: PRÉSENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL

- ✓ Définir et proposer à la direction générale les principes de Gestion ressources humaines en support avec les objectifs du business et en ligne avec la politique RH groupe.
- ✓ Assurer un support administratif de qualité à l'ensemble du personnel de CEVITAL Food.
- ✓ Piloter les activités du social.
- ✓ Assister la direction générale ainsi que tous les managers sur tous les aspects de gestion des ressources humaines, établit et maitrise les procédures.
- ✓ Assurer le recrutement.
- ✓ Assurer la gestion des carrières, identifie les besoins en mobilité.
- ✓ Gérer la performance et les rémunérations.
- ✓ Former le personnel.
- ✓ Assister la direction générale et les managers dans les actions disciplinaires.
- ✓ Participer avec la direction générale à l'élaboration de la politique de communication afin de développer l'adhésion du personnel aux objectifs fixés par l'organisation.

- **La direction QHSE :**

- ✓ Mettre en place, maintient et améliore les différents systèmes de management et référentiels pour se conformer aux standards internationaux.
- ✓ Veille au respect des exigences règlementaires produits, environnement et sécurité
- ✓ Garantit la sécurité du personnel et la pérennité des installations.
- ✓ Contrôle, assure la qualité de tous les produits de CEVITAL et réponse aux exigences clients.

- **La direction Système d'informations:**

Elle assure la mise en place des moyens des technologies de l'information nécessaires pour supporter et améliorer l'activité, la stratégie et la performance de l'entreprise.

Elle doit ainsi veiller à la cohérence des moyens informatiques et de communication mises à la disposition des utilisateurs, à leur mise à niveau, à leur maîtrise technique et à leur disponibilité et opérationnalité permanente et en toute sécurité.

Elle définit, également, dans le cadre des plans pluriannuels les évolutions nécessaires en fonction des objectifs de l'entreprise et des nouvelles technologies.

- **la direction logistique:**

Elle expédie les produits finis (sucre, huile, margarine, Eau minérale ...), qui consiste à charger les camions et livrer les clients. Les commandes sont acheminées sur les différents sites et dépôts logistiques. Qui transmette directement à l'aide d'un logiciel au PLF concerné qui vérifie la disponibilité du produit dans les stocks.

Dans le cas où la marchandise n'est pas disponible, le service planification ordonne l'envoi de la marchandise au lieu adéquat ou elle assure et gère le transport de tous les produits finis, que ce soit en moyens propres (camions de CEVITAL) ou affrétés au moyen de transport des clients.

La direction logistique est composée de deux départements (distribution et stockage) qui suivent leur activité selon la planification.

CHAPITRE II: PRÉSENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL

- **Département stockage:**

Cette équipe est constituée d'un responsable qui assure la coordination entre les CLR et les plateformes et dépôts Et des correspondants, dont leurs tâches sont :

- ✓ Le suivi des transferts.
- ✓ La gestion des stocks du CLR.
- ✓ La mise à jour des mouvements du stock (entrée, sortie physique et théorique).
- ✓ L'établissement des inventaires chaque fin du mois, en collaboration avec NUMILOG entreposage, pour un rapprochement mensuel des quantités reçues, transférées et vendues.

- **Les CLR (Centres de Livraison Régionaux)**

Les CLR font partie des nouvelles stratégies adaptées par CEVITAL en 2014, dans le but de réduire la pression sur le complexe, de rapprocher beaucoup plus la marchandise au client et aussi pour tenir sa place sur le marché en faisant face à la concurrence.

CEVITAL dispose de 18 CLR qui sont déployés partout au niveau du territoire selon les PLF (plateforme de distribution) Départementer sur les trois zone géographique (centre, Est, ouest)

Tableau 2.1 : Les CLR de CEVITAL.

	EST	CENTRE	OUEST
Les CLR	25-Constantine	15-Tizi Ouzou	31-Oran
	04- Oum Al bouaghi	16-Alger	13-Tlemcen
	05-Batna	26-Médea	22-Sidi bel abbas
	23- Annaba	09- Blida	27-Mostaganem
	19-Sétif	35-Boumerdes	29-Mascara
		06-Béjaia	14-Tiaret
			48-Relizane

Source : selon les informations recueillies au sein du service logistique.

Au sein du service logistique, on trouve cinq correspondants CLR qui sont chargés du suivi de tous les PLF existant sur le territoire national. Le principe des CLR consiste à travailler avec zéro stock, mais vu plusieurs aléas, ils disposent toujours d'un stock de couverture suivant le programme des ventes j+2.

- **Les plateformes:**

Ce sont des zones de stockage externes qui sont propres à l'entreprise CEVITAL, il existe deux plateformes : une au centre, qui est celle de Bouira dont sa capacité de stockage est de 50000 palettes (dont 9000 palettes des produits agroalimentaires).

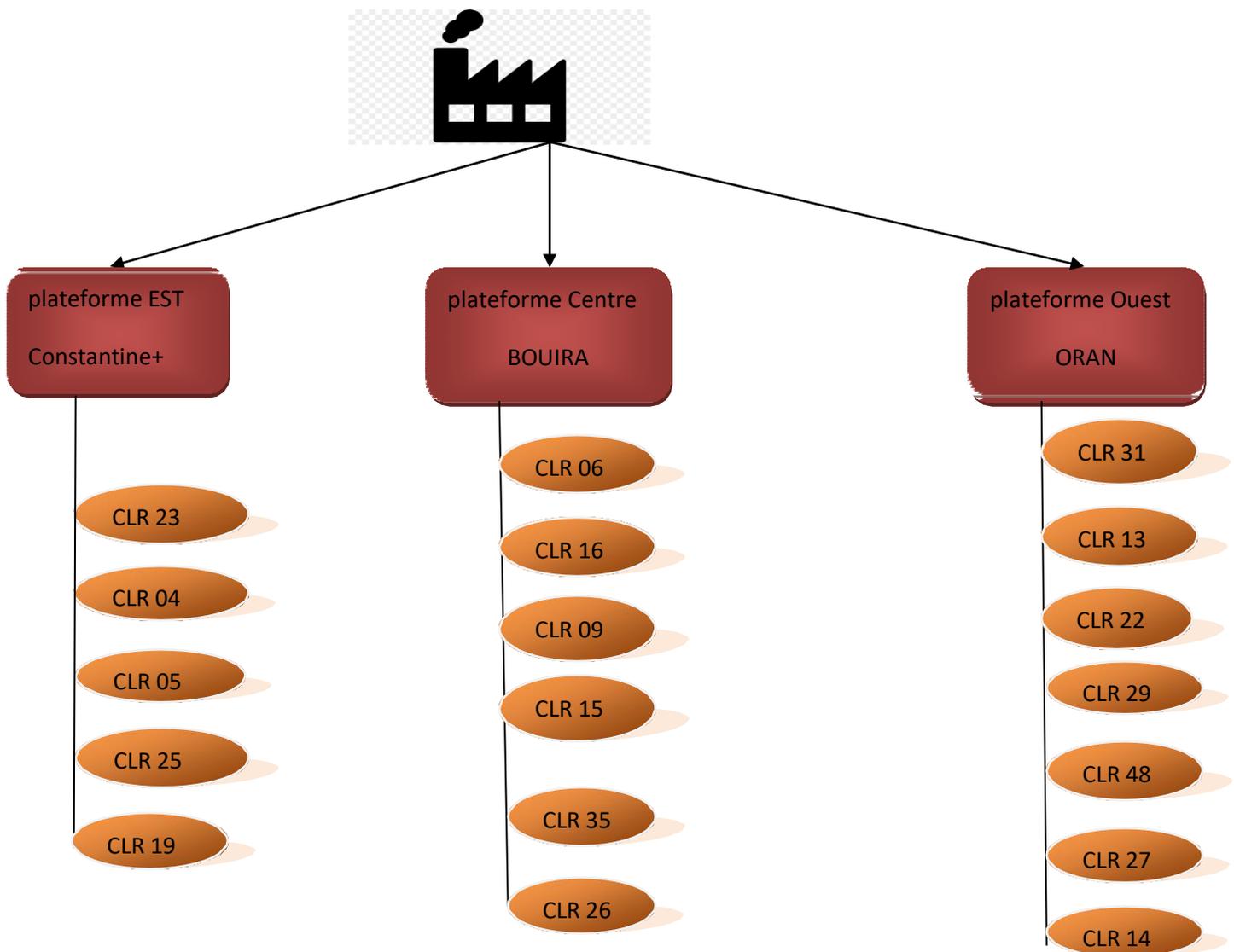
CHAPITRE II: PRÉSENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL

Et une autre à l'ouest, celle de HASSI AMER à Oran, qui a une capacité de stockage de 25000 palettes (dont 12000 palettes des produits agroalimentaires), et la dernière plateforme qui se trouve à l'est (El kharoub) avec une capacité de stockage de 4.000 emplacements. Le choix de ces plateformes n'est pas venu au hasard, mais après une étude approfondie.

La preuve est le positionnement de ces plateformes (Est, Centre, Ouest), qui permet d'alimenter la plupart des marchés du pays.

Dans les figures qui suivent on va voir comment se fait la distribution usine plateforme CLR:

Figure 2.4: La distribution des produits du complexe CEVITAL vers les plateformes puis les CLR:

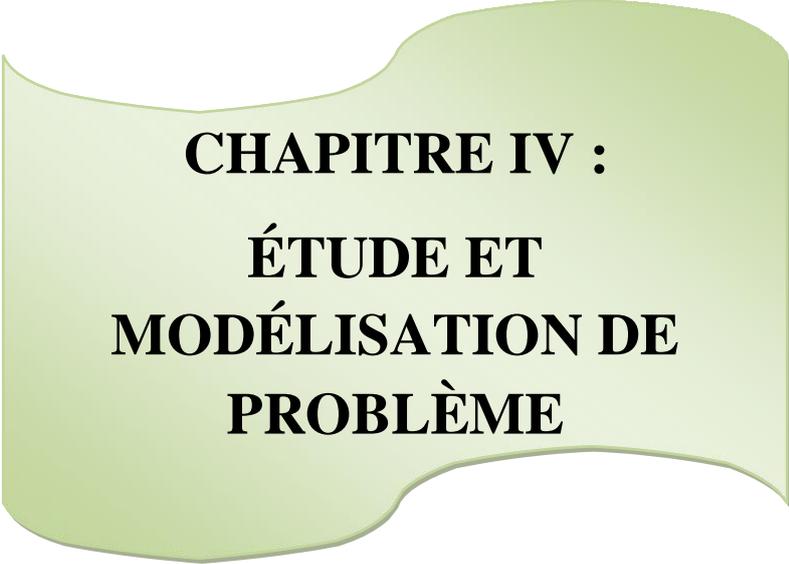


Source : réalisé par nous-mêmes d'après les données de l'entreprise

CHAPITRE II: PRÉSENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL

Conclusion:

CEVITAL agro-industrie est le leader du secteur agro-alimentaire en Algérie. Sa mission principal est le développement de sa production afin d'assurer la qualité et les conditions de ses différents produits (huile, margarine, sucre, eau minérale, boissons fruitées) et de satisfaire ses différents clients par la couverture du marché national. Nous avons pu constater que l'entreprise CEVITAL se caractérise par des moyens efficaces (Capital) et outils modernes tel que leur logiciels, et ainsi d'un bon savoir faire, qui l'aide a mieux gérer ses différentes fonctions.



CHAPITRE IV :
ÉTUDE ET
MODÉLISATION DE
PROBLÈME

CHAPITRE IV : ÉTUDE ET MODÉLISATION DE PROBLÈME

4. Introduction :

Avant le nouveau système, l'entreprise CEVITAL faisait-elle-même la distribution de ses produits, avec ses propres moyens de transport gérés par la direction logistique. Mais la forte demande et l'encombrement au niveau du complexe ainsi que le manque des moyens de transport a poussé l'entreprise à externaliser sa distribution et pour confier à un prestataire qui est NUMILOG.

CHAPITRE IV : ÉTUDE ET MODÉLISATION DE PROBLÈME

Section 1 : La distribution au sein du groupe CEVITAL:

La distribution au sein du groupe CEVITAL:

La politique de distribution au sein du groupe CEVITAL:

La politique de distribution qui est adapté par le groupe CEVITAL avant 2013 et après ce n'est pas la même donc nous allons répondre a ce genre de questions ce forme de questionnaires ou entretiens établis par nous même et le chef du service logistique:

Questions	Réponses
Quelle est la politique de distribution adoptée par l'entreprise CEVITAL avant 2013 ?	CEVITAL a adapté une politique de distribution classique comprenant deux méthodes :la distribution directe et la distribution indirecte.
C'est quoi la distribution directe (DD)	CEVITAL procédait elle-même à la distribution des ses produits aux détaillants ou aux grossistes d'où le nom de distribution directe
C'est quoi la distribution indirecte(DI)	L'entreprise fait intervenir plusieurs intermédiaires pour acheminer les produits aux points de vente
Quelle est la nouvelle politique de distribution adoptée par l'entreprise CEVITAL ?	L'entreprise CEVITAL a adopté le système CLR, puis le système diapason.
Depuis quand avez-vous adopté cette politique ?	<ul style="list-style-type: none">● Le système CLR depuis 2013● Le système diapason à partir de 2017
Parlez-nous de celle qui la précède, en quoi se diffère-elle ?	Avant 2013, l'entreprise utilise le système classique (...). La différence entre l'ancien et le nouveau système est dans le schéma de distribution avant l'entreprise utilise la distribution directe.
Quelle sont les objectifs assignés par la direction générale de l'entreprise CEVITAL ?	Les objectifs sont : <ul style="list-style-type: none">● Minimiser les coûts de distribution et de stockage.● Réduire les délais de distribution.● Eviter les ruptures des stocks.● La couverture du marché national et satisfaire les clients.

CHAPITRE IV : ÉTUDE ET MODÉLISATION DE PROBLÈME

Cette nouvelle politique permet-elle d'atteindre ces objectifs ?	Oui, la nouvelle politique de distribution adoptée par l'entreprise a permis d'atteindre tous les objectifs assignés.
Quels sont les circuits de distribution utilisés dans la commercialisation de vos produits ?	On utilise deux circuits de distribution : <ul style="list-style-type: none">● Circuit direct B to B.● Circuit indirect B to C.
Quels sont les objectifs des circuits utilisés ?	<ul style="list-style-type: none">● Réduire les délais.● Minimiser les coûts de distribution.● Satisfaction des clients.
Quels sont les différents coûts logistiques de la distribution ?	Les coûts logistiques de la distribution sont - Les coûts de transport. - Les coûts de stockage.
Comment vous maîtrisez ces coûts ?	Par le travail sur la réduction des stocks et les délais de livraison.

Tableau 4.1 : questionnaires

Service de transport :

Pour assurer le transfert des produits à l'extérieur et le stockage dans les plateformes, Cevital fait appel à un prestataire de service appelé NUMILOG.

NUMILOG : est une filiale de Cevital créée en 2009, constituée de 2 équipes: NUMILOG transport et NUMILOG entreposage.

- **NUMILOG transport** : assure le transport des produits du complexe Cevital à l'extérieur (clients, plateformes).
- **NUMILOG entreposage** : assure le stockage des produits de Cevital au niveau des CLR et des plateformes.

NUMILOG est un acteur indispensable à l'opération de vente surtout au niveau de CLR.

NUMILOG assure sur les CLR les opérations suivantes:

Réception des camions

- Déchargement des marchandises palettisées, transfère les flux d'information vers Cevital agro.
- Contrôles quantitatifs et qualitatifs.
- Inventaires et comptabilité des stocks.
- préparations de commandes pour les grossistes.

CHAPITRE IV : ÉTUDE ET MODÉLISATION DE PROBLÈME

- préparations des mix palettes, (cette prestation fait l'objet d'un avenant et tarification spécifique)
- Chargements des marchandises palettisées.

Stockage:

Cette équipe assure la coordination des CLR et des plateformes à s'avoir :

- Le suivi des transferts.
- La gestion des stocks des CLR et plateformes.
- La mise à jour des mouvements du stock (entré, sortie).

La planification des commandes au sein de Cevital:

Avant le nouveau système, les prises des commandes s'effectuent comme suit :

Le dépositaire envoie un bon de commande au chargé de la clientèle de l'entreprise. Le chargé client envoie un bon d'affectation pour le client pour le service logistique ainsi que le service commercial plus un bon de commande pour ce dernier qui programme à son tour les ventes de J+1 après la vérification des stocks.

Après plusieurs modifications du système de distribution de l'entreprise CEVITAL, le Nouveau système apparaît avec une nouvelle pratique de la prise de commande.

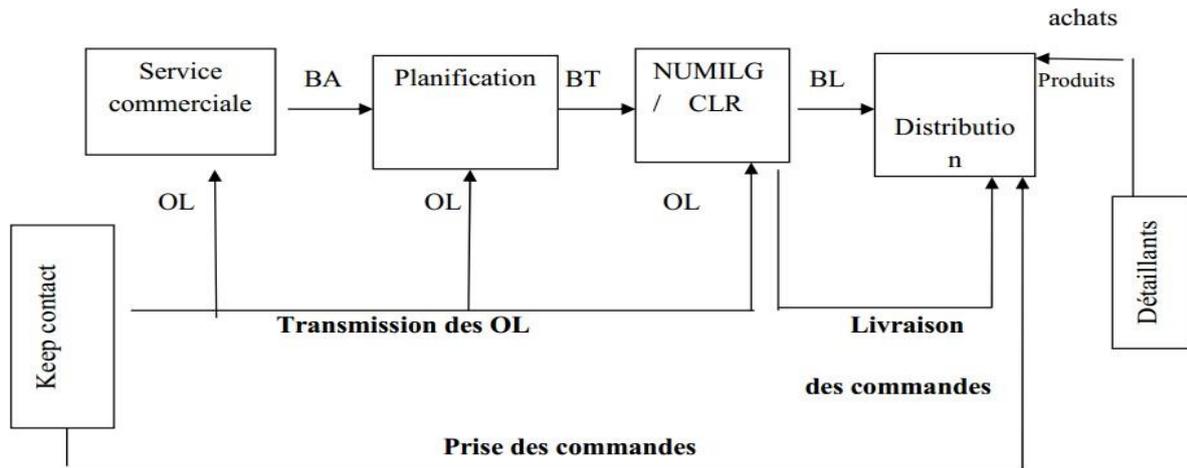
Ce nouveau système est appelé système diapason il fonctionne comme suit :

Le keep contact appelle tous les clients du CLR à partir de 8H00 jusqu'à 15H00 pour les informer sur l'état des stocks et les actions promotionnelles de l'entreprise, afin de décrocher une prise de commande car ce dernier sera payé par le nombre de commande effectué. Tous les clients peuvent appeler le keep contact pour la prise de commande en palette, la modifiée ou même l'annulée avant 15H00.

Vers midi, le keep contact envoie au commercial un OL (ordre de livraison) partiel pour avoir une vision sur les commandes, à 15H00. Un OL final sera envoyé à la COMMERCIAL, la SUPPLY CHAIN ainsi qu'à NUMILOG.

Le service commercial saisit que les commandes de l'OL sur le logiciel sage 1000 afin d'effectuer un BA (bon d'affectation) qui sera envoyé au service planification. À son tour, le service planification vérifie la disponibilité des produits, et définit la destination et la plateforme la plus proche et, enfin, planifie les commandes et les transferts avec le sage 1000, avant 16H30. Ce même service envoie ensuite un OT (ordre de transfert) à NUMILOG transport afin de préparer les moyens de transport, et à l'Exploitation pour la préparation des lieux de stockage.

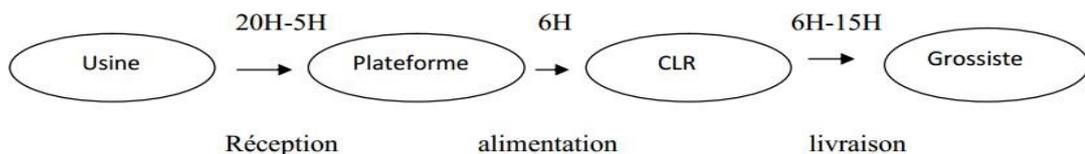
CHAPITRE IV : ÉTUDE ET MODÉLISATION DE PROBLÈME



Source : réaliser par nous même à partir des données de l'entreprise

Figure 4.1: la planification des commandes

Juste après la réception de l'OT, le chargement et le transport des commandes pris en charge par NUMILOG seront faits le même jour depuis l'usine jusqu'aux plateformes où depuis ces dernières l'alimentation des CLR s'effectue le J+1, selon le besoin et en respectant les horaires recommandés. Une fois les produits au CLR (6H00 J+1) l'acheminement des produits aux clients (grossistes) se fait à partir des petits camions pris en charge par l'entreprise



Source : réaliser par nous-mêmes à partir des données de l'entreprise

Figure 4.2 : les différents temps de distribution

Dans le cas des eaux minérales lala Khadîdja(LLK), l'entreprise n'alimente que deux plateforme : celle de l'ouest et celle de l'est. Les CLR qui font partie de la plateforme centre (CLR16, CLR15, CLR35, CLR09, CLR29, CLR06) sont alimentées directement par l'unité de production LLK qui se situe à Tizi-Ouzou ; par contre, le CLR19 est alimentée par la plateforme de l'est (Constantine). Cela est dû à la longue distance entre Sétif et Tizi- Ouzou (4H de route).

CHAPITRE IV : ÉTUDE ET MODÉLISATION DE PROBLÈME

Cette stratégie est appliquée pour éliminer les stocks au niveau de la plateforme centre, car la disponibilité de l'eau est faible surtout pendant la période d'été car les quantités d'eau à distribuer dépendent de la source.

Le fondement des CLR consiste à travailler avec un zéro stock, car ils fonctionnent à base de principes CROS DOC KING (croisement des flux). Toute entrée au CLR sera vendue.

Mais ils déposent d'un stock de couverture qui couvre certaines commandes imprévues afin de satisfaire le programme des ventes.

Section 2 : partie pratique

Problématique :

Dans le cadre de cette étude comment pouvons-nous contribuer à :

« L'étude et l'amélioration de la chaîne logistique agro-alimentaire au sein du groupe CEVITAL-agro ».

La problématique que nous allons aborder dans le cadre de ce travail de recherche porte sur le point suivant :

« Comment minimiser les coûts de distribution du CLR vers les grossistes de l'entreprise CEVITAL-Agro » ?

Pour mieux cerner notre question centrale et répondre à celle -ci, nous optons pour les sous questions suivantes :

- ✓ Comment peut organiser les centres de livraisons régionaux (CLR) de CEVITAL pour minimiser leurs coûts de distribution de CLR aux grossistes ?
- ✓ Comment peut minimiser les coûts de transport des produits depuis les CLR vers les grossistes ?

Afin de répondre à notre problématique, nous posons les deux hypothèses suivantes :

Hypothèse 01: Etablir un nouveau planning de livraison

Hypothèse 02: Assurer le transport avec des camions qui ont la capacité de chargement plus élevés.

CHAPITRE IV : ÉTUDE ET MODÉLISATION DE PROBLÈME

Qu'est-ce que LINGO ?

LINGO est un outil logiciel conçu pour construire et résoudre efficacement des nombres linéaires, non linéaires et entiers.

LINGO 8.0 comprend plusieurs nouvelles fonctionnalités, notamment:

- Un nouveau solveur global pour confirmer que la solution trouvée est l'optimum global.
- Capacité multistart pour résoudre les problèmes plus rapidement.
- Reconnaissance quadratique et solveur pour identifier les problèmes de programmation quadratique (QP).
- Un solveur Dual Simplex plus rapide et plus robuste.
- Un solveur d'entiers amélioré pour améliorer les performances de résolution de nombreux types de problèmes.
- Capacité de linéarisation pour transformer des fonctions non lisses communes en une série des fonctions.
- Des outils d'analyse irréaliables et illimités pour aider à identifier les problèmes de définition de modèle.
- Une fonction de décomposition pour identifier si un modèle contient des sous-modèles indépendants.
- Une DLL threadsafe pour différentes classes de modèles, et plus amusant que jamais.

Les éléments d'un modèle LINGO

Un modèle LINGO se compose de trois éléments essentiels qui sont les suivant :

- **Fonction objectif** : Il s'agit d'une formule unique qui décrit exactement ce que le modèle doit optimiser. Un exemple général de fabrication d'une fonction objective serait de minimiser le temps de cycle pour un produit donné.
- **Variables** : Ce sont les quantités qui peuvent être modifiées pour produire la valeur optimale de la fonction objectif. Par exemple, lorsque vous conduisez une voiture, la durée du trajet (t) et la vitesse à laquelle elle est prise (v) détermine la distance (d) qui peut être parcourue.
- **Contraintes** : Ce sont des formules qui définissent les limites des valeurs des variables. Si un magasin de crème glacée détermine combien de saveurs il devrait offrir, seulement un point positif nombre de saveurs est réalisable. Cette contrainte pourrait être exprimée comme suit : $\text{Saveurs} \geq 0$;

CHAPITRE IV : ÉTUDE ET MODÉLISATION DE PROBLÈME

➤ Plusieurs autres éléments doivent être notés sur ce modèle:

- Les commentaires dans le modèle sont initiés par un point d'exclamation (!) Et apparaissent en vert texte.
- Les opérateurs et fonctions spécifiés par LINGO apparaissent en texte bleu.
- Tous les autres textes sont affichés en noir.
- Chaque instruction LINGO doit se terminer par un point-virgule (;).
- Les noms de variable ne sont pas sensibles à la casse et doivent commencer par une lettre (A-Z). Autre les caractères du nom de la variable peuvent être des lettres, des chiffres (0-9) ou le caractère de soulignement(_). Les noms de variables peuvent comporter jusqu'à 32 caractères.

Propriétés élémentaires :

#EQ# égal

#NE# différent

#GT# supérieur à

#GE# supérieur ou égal

#LT# inférieur à

#LE# inférieur ou égal

Traductions des notations mathématiques en une syntaxe LINGO:

Nous devons savoir que ce signifie certain notations. Afin de pouvoir proposer un modèle sur LINGO.

Le tableau ... suivant sert à traduire la notation mathématique à la syntaxe de LINGO.

Notation mathématique	Syntaxe LINGO
Maximiser	Max=
Minimiser	Min=
Cout	Cout(i)

CHAPITRE IV : ÉTUDE ET MODÉLISATION DE PROBLÈME

$\sum_j a_j$	@sum (a(j))
\forall, a_j	@for (a(j))

Tableau 4.2: Notation mathématique

➤ **Les variables utilisées:**

Il existe plusieurs variables sur LINGO les plus utilisées sont les suivants :

@**GIN** : il permet de limiter la variable à une valeur entière positive

@**BIN** : il a pour objectif de transformer la variable à une variable binaire (0 ou 1).

@**FREE** : permet à une variable de prendre une valeur réelle, positive ou négative.

@**BND** : permet de définir les bornes supérieure et inférieure spécifique à une variable.

CHAPITRE IV : ÉTUDE ET MODÉLISATION DE PROBLÈME

La description du problème:

Le groupe CEVITAL fait la distribution de ses produits agro-alimentaires du complexe cevital vers les consommateurs afin de les satisfaire en passant par les différentes plateformes, centre de livraison régional, dépositaire (grossistes) pour y arriver au consommateur final.

A cause de la pandémie covid-19 nous n'avons pas pu avoir toutes les données par conséquent nous avons travaillé sur le CLR d'Alger.

« Comment minimiser les distances parcourues entre le CLR 16 vers les grossistes de l'entreprise Cevital-Agro » ?

L'objectif de notre travail est de trouver la meilleure distribution des produits au bon moment et dans les meilleures conditions qui minimisent les distances parcourues tout en satisfaisant la demande des clients.

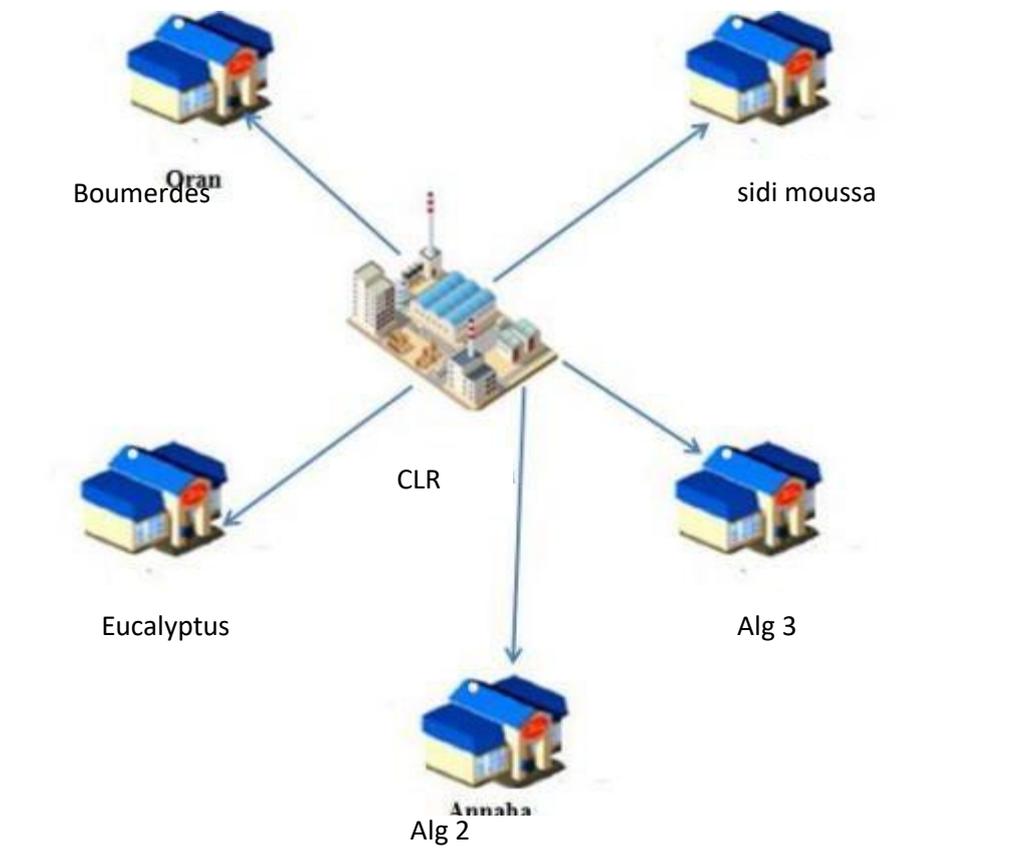


Figure 4.3: Le réseau de distribution du CLR d'Alger

Nous avons besoin aussi de localiser le CLR et les différents grossistes sur une carte géographique afin de déterminer les distances entre eux.

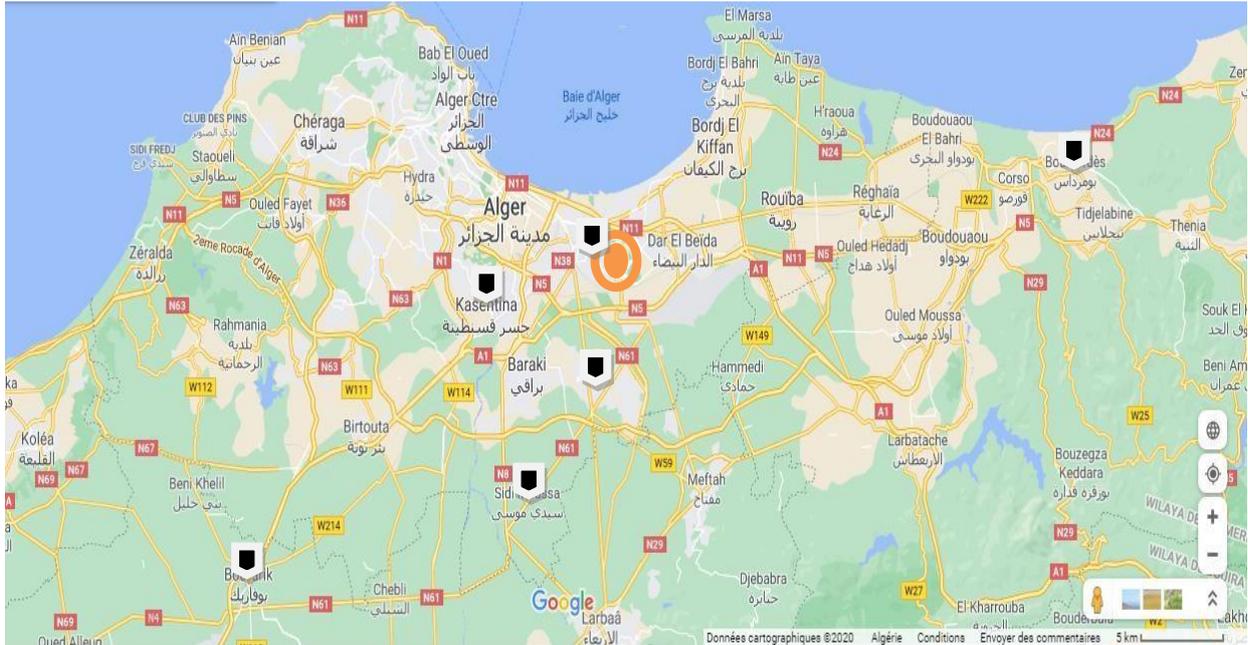


Figure 4.4: carte géographique de différents grossistes au niveau d'Alger.



CLR



dépositaire

Modélisation mathématique

Les indices :

I : indice de CLR

J,k : indice des dépositaires

La variable de décision :

$X(i,j)$: c'est une variable binaire qui indique le passage du point i au point j.

Les variables :

Cap: capacité des camions.

D : demande des dépositaires

QA : la quantité accumulée .

Dist (i,j): les distances entre tous les points considérés(CLR+5 dépositaires)

Données et hypothèse :

- Matrice de distance entre les grossistes.
- La distance parcourue entre les différents grossistes
- On suppose que les camions font 3 rotations au max par jour

CHAPITRE IV : ÉTUDE ET MODÉLISATION DE PROBLÈME

Fonction objectif :

$$Z = \min \left(\sum_{i=1}^N \sum_{j=2}^M \text{Dist}(i, j) * X(i, j) \right).$$

Contraintes:

$$X_{(k,k)}=0; \quad \forall K > 1 \quad (1)$$

$$\sum_i X(i, k) = 1; \quad i \neq k, \text{ et } (i = 1 \text{ ou } D(i) + D(k) \leq \text{Cap}) \quad \forall K > 1 \quad (2)$$

$$\sum_j X(k, j) = 1; \quad j \neq k, \text{ et } (j = 1 \text{ ou } D(k) + D(j) \leq \text{Cap}) \quad \forall K > 1 \quad (3)$$

$$\forall K > 1 \quad D(k) \leq QA(k) \leq \text{Cap} \quad \{ (4.1)$$

$$QA(k) \geq QA(i) + D(k) - \text{Cap} + \text{Cap} * (X(k,i) + X(i,k)) - (D(k) + D(i)) * X(k,i);$$

$$\forall (i \neq k), \text{ et } (i \neq 1); \quad (4.2)$$

$$QA(k) \leq \text{Cap} - (\text{Cap} - D(k)) * X(1,k); \quad (4.3)$$

$$QA(k) \geq D(k) + \sum D(i) * X(i,k); \quad (4.4) \quad \} \quad (4)$$

$$X = \{0,1\} \quad \forall i, j \quad (5)$$

Explication des contraintes :

(1) : Cette contrainte assure que la livraison vers le même grossiste est impossible.

(2) : Cette contrainte assure que le véhicule doit démarrer de CLR vers grossiste ou d'un grossiste vers un autre.

(3) : Cette contrainte assure que le véhicule doit retourner vers le CLR ou d'un grossiste vers un autre grossiste.

(4) : Cette contrainte est composée de plusieurs équations:

(4.1): indique l'intervalle du paramètre QA qui représente la quantité accumulée (entre la demande D et la capacité du camion Cap).

(4.2): cette contrainte permet de calculer les quantités accumulées dans un seul sens par exemple de : i vers j et non pas j vers i.

(4.3): cette contrainte calcule les quantités accumulées si k est le premier grossiste à visiter après le CLR.

(4.4): cette contrainte calcule la quantité accumulée si k n'est pas le premier grossiste à visiter après le CLR.

(6): Cette équation indique que la variable X est binaire.

CHAPITRE IV : ÉTUDE ET MODÉLISATION DE PROBLÈME

Application :

Données du système étudié

➤ La demande

D'après les informations concernant l'entreprise et son mode de fonctionnement, nous avons remarqué que chaque centre de distribution possède une demande stochastique c'est-à-dire qu'elle n'est pas connue au départ mais devient connue à l'aide de centre d'appel (keep contact)

Le keep contact appelle tous les clients du CLR à partir de 8H00 jusqu'à 15H00 pour les informer sur l'état des stocks et les actions promotionnelles de l'entreprise, afin de décrocher une prise de commande car ce dernier sera payé par le nombre de commande effectué. Tous les clients peuvent appeler le keep contact pour la prise de commande en palette, la modifiée ou même l'annulée avant 15H00.

Vers midi, le keep contact envoie au commercial un OL (ordre de livraison) partiel pour avoir une vision sur les commandes, à 15H00. Un OL final sera envoyé à la COMMERCIAL, la SUPPLY CHAIN ainsi qu'à NUMILOG.

La livraison se fait durant la journée de 6h à 15h.

Nous avons les demandes des grossistes suivantes:

	Alg2	Alg3	Alg4	Boufarik	Sidi moussa	Eucalyptus	Boumerdes
Demande	2	1	2	3	2	1	3

Le tableau 4.3 : les demandes des grossistes

➤ La distance

Le CLR d'Alger dessert un ensemble des clients distincts (entrepôt oued smar, entrepôt sidi moussa, entrepôt Blida(Boufarik), entrepôt Alger4 (GUE DE CONSTANTINE), entrepôt Boumerdes, entrepôt Sidi moussa, entrepôt les eucalyptus) séparées les uns des autres par une distance ou la distance entre les différents grossistes n'est pas symétrique

Le tableau suivant représente les différentes distances (km) entre les centres de distribution :

CHAPITRE IV : ÉTUDE ET MODÉLISATION DE PROBLÈME

	CL R	ALG 2	ALG 3	ALG 4	Boufari k	Boumerde s	Sidi moussa a	Eucalyptu s
CLR	0	0	2	12	30	35	17	8.5
ALG2	0	0	2	12	30	35	17	8.5
ALG3	2	2	0	9.1	29.5	37	16	8.5
ALG4	12.8	12.8	10.2	0	21.6	43.6	12.6	12.2
Boufarik	30.4	30.4	29.4	21.4	0	64.2	24.2	28.2
Boumerde s	42.2	42.2	36.5	43.6	66.8	0	45.2	43.6
Sidi moussa	16.9	16.9	15.6	20.4	24.8	49.2	0	7.5
Eucalyptu s	8.3	8.2	7.8	12.6	27.5	41.7	7.3	0

Tableau 4.4 : distances entre les centres de distribution

- La capacité de CLR est de : 1200 palettes +80 pour la chambre froide.
- La capacité des camions est de 4 palettes.

CHAPITRE IV : ÉTUDE ET MODÉLISATION DE PROBLÈME

Solution obtenues avec le solveur Lingo pour le planning des livraisons :

La solution obtenue avec le solveur Lingo est présentée ci-dessous:

X(1, 1)	0.000000	0.000000
X(1, 2)	1.000000	0.000000
X(1, 3)	0.000000	2.000000
X(1, 4)	1.000000	12.00000
X(1, 5)	0.000000	30.00000
X(1, 6)	1.000000	35.00000
X(1, 7)	0.000000	17.00000
X(1, 8)	1.000000	8.500000
X(2, 1)	1.000000	0.000000
X(2, 2)	0.000000	0.000000
X(2, 3)	0.000000	2.000000
X(2, 4)	0.000000	12.00000
X(2, 5)	0.000000	30.00000
X(2, 6)	0.000000	35.00000
X(2, 7)	0.000000	17.00000
X(2, 8)	0.000000	8.500000
X(3, 1)	1.000000	2.000000
X(3, 2)	0.000000	2.000000
X(3, 3)	0.000000	0.000000
X(3, 4)	0.000000	91.00000
X(3, 5)	0.000000	29.50000
X(3, 6)	0.000000	37.00000
X(3, 7)	0.000000	16.00000
X(3, 8)	0.000000	8.500000
X(4, 1)	0.000000	12.80000
X(4, 2)	0.000000	12.80000
X(4, 3)	0.000000	10.20000
X(4, 4)	0.000000	0.000000
X(4, 5)	0.000000	21.60000
X(4, 6)	0.000000	43.60000
X(4, 7)	1.000000	12.60000
X(4, 8)	0.000000	12.20000
X(5, 1)	1.000000	30.40000
X(5, 2)	0.000000	30.40000
X(5, 3)	0.000000	29.40000
X(5, 4)	0.000000	21.40000
X(5, 5)	0.000000	0.000000
X(5, 6)	0.000000	64.20000
X(5, 7)	0.000000	24.20000

CHAPITRE IV : ÉTUDE ET MODÉLISATION DE PROBLÈME

X(5, 7)	0.000000	24.20000
X(5, 8)	0.000000	28.20000
X(6, 1)	0.000000	42.20000
X(6, 2)	0.000000	42.20000
X(6, 3)	1.000000	36.50000
X(6, 4)	0.000000	43.60000
X(6, 5)	0.000000	66.80000
X(6, 6)	0.000000	0.000000
X(6, 7)	0.000000	45.20000
X(6, 8)	0.000000	43.60000
X(7, 1)	1.000000	16.90000
X(7, 2)	0.000000	16.90000
X(7, 3)	0.000000	15.60000
X(7, 4)	0.000000	20.40000
X(7, 5)	0.000000	24.80000
X(7, 6)	0.000000	49.20000
X(7, 7)	0.000000	0.000000
X(7, 8)	0.000000	7.500000
X(8, 1)	0.000000	8.300000
X(8, 2)	0.000000	8.300000
X(8, 3)	0.000000	7.800000
X(8, 4)	0.000000	12.60000
X(8, 5)	1.000000	27.50000
X(8, 6)	0.000000	41.70000
X(8, 7)	0.000000	7.300000
X(8, 8)	0.000000	0.000000

Figure 4.5: Solutions obtenus avec le solveur LINGO pour le planning des livraisons

- ✓ La fonction objectif =181.4
- ✓ Véhicule 1: Ville 1 - Ville 2 - Ville 1
- ✓ Véhicule 2: Ville 1 - Ville 4 - Ville 7- Ville 1.
- ✓ Véhicule 3: Ville 1 - Ville 6 - Ville 3- Ville 1
- ✓ Véhicule 4: Ville 1 - Ville 8 - Ville 5- Ville 1

Le nouveau planning des livraisons:

Véhicule (1)	CLR-Alg2-CLR
Véhicule (2)	CLR-Alg4-Sidi moussa- CLR
Véhicule (3)	CLR-Boumerdes-Alg3-CLR
Véhicule (4)	CLR-Les Eucalyptus-Boufarik-CLR

Tableau 4.5 : Nouveau planning des livraisons

CHAPITRE IV : ÉTUDE ET MODÉLISATION DE PROBLÈME

Interprétation des résultats obtenus:

Ces résultats nous ont permis de trouver une solution optimale pour le CLR considéré et nous avons un nouveau planning de distribution à suivre.

CHAPITRE IV : ÉTUDE ET MODÉLISATION DE PROBLÈME

Conclusion:

Dans ce chapitre nous avons étudié la chaîne logistique du groupe Cevital puis nous avons donné dans un premier temps un bref aperçu du logiciel LINGO qui permet de modéliser et optimiser notre problème, nous avons formulé le problème puis nous avons exécuté notre modèle mathématique à l'aide de logiciel LINGO.

Conclusion générale

Plusieurs entreprises nationales et mondiales rencontrent des problèmes majeurs dans la distribution de leurs produits, ce qui induit des pertes des parts de marché et des frais supplémentaires. Pour faire face à ce problème, les entreprises développent leurs chaînes logistiques, en précisant les zones et les clients à couvrir, dans nos jours toutes les entreprises se focalisent sur la distribution qui est un maillon de la logistique et qui porte un poids pour l'entreprise vu que la concurrence et les demandes du marché. La distribution joue un rôle primordial dans l'entreprise, cette dernière est une fonction qui coûte le plus dans la chaîne logistique, pour cela les entreprises essaient de jouer sur ce maillon afin de minimiser les coûts de vente.

Notre travail consistait à étudier la chaîne logistique de l'entreprise CEVITAL (le système de distribution) et proposer des améliorations de la chaîne de distribution de cette entreprise en utilisant un VRP .

Nous avons commencé ce mémoire par l'étude de la chaîne logistique agro- alimentaire au sein de CEVITAL en s'intéressant sur le réseau de distribution (CLR d'Alger vers les grossistes) dont l'objectif principal était de trouver la meilleure distribution des produits au bon moment et dans les meilleures conditions au sein de l'entreprise Cevital qui est composé d'un entrepôt central(CLR d'Alger) et sept grossistes tout en minimisant le coût de transport.

Nous avons établi et formulé le modèle mathématique sous le logiciel LINGO et exposé les solutions obtenus afin d'évaluer les résultats obtenus et les comparant aux celles qui existent.

Les résultats que nous avons obtenus à l'aide de logiciel LINGO nous a permis de comprendre le maillon de distribution dans un réseau de distribution composé de CLR et des grossistes et comment affecter chaque camion à un grossiste en minimisant le coût de transport.

Bibliographie

[1] Stratégie logistique, « Alexandre Le Grand précurseur de la logistique moderne ? », Mars 2003-n ° 54, p133.

[2] Joël SOHIER, la logistique : comprendre la démarche logistique, ses enjeux et ses répercussions sur la question, Vuibert

[3] www.coursehero.com page 15-17

[4] Logistique production-distribution-soutien, d'YVES PIMOR ET MICHEL FINDER, 5e édition, édition DUNOD, année 2008, p69

[5] PIMOR (Y), « logistique : production, distribution, soutien », DLINOD, 2ème édition, paris, 2005, p.03

[6] MEDAN (P) et GRATACAP (A) : « logistique et supply chain management », DONOD, paris, 2008, p.12

[7] GRATACAP(A) et MEDAN (P): « logistique et supply chain management », DONOD, paris, 2008, p.10.

[8] Les Différents Types De Logistique - logistique et transport

[9] GRATACAP Anne, MEDAN Pierre, « logistique et supply chain management : intégration, collaboration et risque dans la chaîne logistique globale », Dunod, 2006 pages19

[10] MANSOURI (Hanane) ,MAZOUZI (Souad) «Minimisation des couts logistiques de distribution des centres de livraison régionaux aux grossistes » ,mémoire master recherche, université Abedrahman, Mira Bejaia, année 2016 ,page8.

[11] Loic Malinge, cours LEA 2005/2006 22/12/2012.

[12] Planification des chaînes logistiques : modélisation du système décisionnel et performance Julien Francois

[13] Planification des activités en logistique inverse :modélisation et optimisation des performances par une approche stochastique en programmation linéaire

[14] Mohammed BENNEKROUF

[15] H.Ding, une approche d'optimisation basée sur la simulation pour la conception des chaînes logistiques Applications dans les industries automobile et textile

- [16] Armand DAYAN, «le manuel de la distribution», Ed. Organisation, 1987, p 57
- [17] DURAFOUR, « Marketing » ,(4emeéd), Dunod, Paris, 2005, page 124
- [18] YVES CHIROUZE ,« le marketing :études et stratégies »,édition ellipses, Paris,2007,page 58
- [19] JEAN-PIERRE HELFER,JACQUES ORSONI, « marketing », édition Vuibert, Paris,1995,page 319
- [20] Lendrevie, Lindon, Lévy, Mercator, édition Dalloz, 7ème édition, Paris 2003, p.399
- [21] Kotler& Dubois, Marketing Management, édition Publi-Union, 10ème édition, Paris 2000, p.497
- [22] Claude Demeure, Aide-mémoire en marketing, édition dunod, 6édition, Paris 2008, p.171.
- [23] www.cevital.com.
- [24] Conference Paper· March 2008, Classification de problèmes de tournées de véhicules.
- [25] Conference Paper· February 2009, Conception de Tournées de Véhicules Régulières.
- [26] Barrie M. Baker, M.A. Ayechew, A genetic algorithm for the vehicle routing problem.
- [27] Pisinger, David; Røpke, Stefan, A general heuristic for vehicle routing problems.
- [28] Sahbi Ben, François Legras, Gilles Coppin, Synthèse du problème de routage de véhicules
- [29] Julien MICHALLET, Problèmes de tournées de véhicules périodiques avec contraintes de sécurité ou de qualité de service, Thèse de doctorat de l'UTT
- [30] Diego Cattaruzz, Vehicle Routing for City Logistics
- [31] Problème de tournées de véhicules avec gestion de stock dans un réseau de distribution, MERZAK Zoulikha, ABBAZ Souheyla
- [32] Yihan LIU, Optimisation de Problème de Tournées de Véhicules de Service à Domicile
- [33] Support de cours
- [34] C. Miller, A. Tucker, and R. Zemlin. Integer programming formulation of traveling salesman problems. Journal of the Association for Computing Machinery, 7 :326329, 1960

- [35] M.L. Christopher. Logistics and Supply Chain Management, Pitman Publishing, London, 1992.
- [36] H.L. Lee et C. Billington. Material management in decentralized supply chain. Operation Research, Vol 41, No 5, 199
- [37] Emerging Logistics Strategies: Blue-print for the next century. International Journal of Physical Distribution and Logistics Management, Vol 24, No 7, pp 35-47, 1994.
- [38] R. Ganeshan, E. Jack, M.J. Magazine et P. Stephens. A Taxonomic Review of Supply Chain Management Research, in Quantitative Models for Supply Chain Management, Kluwer Academic Publishers, Boston, 1998, pp 841-880
- [39] S. Tayur, R. Ganeshan, M. Magazine. Quantitative models for supply chain management. Kluwer Academic Publishers, 2000.
- [40] K. Rota-Franz, C. Thierry, G. Bel. Gestion des Flux dans les chaînes logistiques. In Performances industrielles et gestion des flux (P. Burlat, J.P. Campagne) Hermès Traité IC2, 2001, pp 153-186.
- [41] K. Rota-Franz. Coordination temporelle de centres gérant de façon autonome des ressources. Application aux chaînes logistiques intégrées en aéronautique, Thèse de doctorat de l'ENSAE, 1998.
- [42] H. Statler et C. Kilger. Supply Chain Management and Advanced Planning : concepts, models, software and case studies, Editions Springer Verlag, 2000
- [43] J.T Mentzer, W. Dewitt, J.S.Keebler, S. Min, N.W. Nix, C.D. Smith, Z.G. Zacharia. Defining the supply chain Management. Journal of Business logistics, Vol 22, No 2, 2001.
- [44] P. Génin. Planification tactique robuste avec usage d'un A.P.S – Proposition d'un mode de gestion par plan de référence. Thèse de doctorat de l'Ecole des Mines de Paris, 2003.
- [45] R.R. Lummus, R.J. Vokurka. Defining supply chain management: a historical perspective and practical guidelines. Industrial Management & Data Systems, 1999, pp 11–17.
- [46] Salema, M. I., Barbosa-Povoa, A. P., & Novais, A. Q. (2007). An optimization model for the design of a capacitated multi-product reverse logistics network with uncertainty. (Elsevier, Éd.) European Journal of Operational Research, 179, 1063-1077.
- [47] Hu, T.-L., Sheu, J.-B., & Huang, K.-H. (2002). A reverse logistics cost minimization model for the treatment of hazardouswastes. (Elsevier, Éd.) Transportation Research Part E, 38, 457-473.

- [48]** Pishvae, M. S., Jolai, F., & Razmi, J. (2009). A stochastic optimization model for integrated forward/reverse logistics network design. (Elsevier, Éd.) *Journal of Manufacturing systems*, 28, 107-114.
- [49]** Assavapokee, T., & Wongthatsanekorn, W. (2012). Reverse production system infrastructure design for electronic products in the state of Texas. (Elsevier, Éd.) *Computers & Industrial Engineering*, 62, 129-140.
- [50]** Roghanian, E., & Pazhoheshfar, P. (2014). An optimization model for reverse logistic network under stochastic environment by using genetic algorithm. (Elsevier, Éd.) *Journal of Manufacturing Systems*, 33, 348-356.
- [51]** Lee, D.-H., & Dong, M. (2009). Dynamic network design for reverse logistics operations under uncertainty. (Elsevier, Éd.) *Transportation Research Part E*, 45, 61-71.
- [52]** Zhou, Y., & Wang, S. (2008). Generic Model of Reverse Logistics Network Design. (Elsevier, Éd.) *Journal of transportation systems engineering and information technology*, 8, 71-78.
- [53]** Salema, M. I., Barbosa-Povoa, A. P., & Novais, A. Q. (2007). An optimization model for the design of a capacitated multi-product reverse logistics network with uncertainty. (Elsevier, Éd.) *European Journal of Operational Research*, 179, 1063-1077.

LISTE DES FIGURES :

Figure 1.1 : le schéma historique de la logistique

Figure 1.2 : Modèle de chaîne logistique (Kearney, 1994)

Figure 1.3 : chaîne logistique inverse

Figure 1.4 : chaîne logistique divergente

Figure 1.5 : Chaîne logistique convergente

Figure 1.6 : chaîne logistique réseau

Figure 1.7 : chaîne logistique dyadique

Figure 1.8 : chaîne logistique série

Figure 1.9 : flux de chaîne logistique

Figure 1.10 : canal ultra-court.

Figure 1.11: le canal court

Figure 1.12 : le canal long

Figure 2.1 : Présentation graphique du problème de voyageur de commerce TSP

Figure 2.2 : Présentation graphique du problème de tournées de véhicules VRP

Figure 2.3 : L'organigramme des variantes de VRP

Figure 2.4 : méthodes de résolution des VRP

Figure 2.5 : Déroulement de l'heuristique de Clarke et Wright

Figure 2.6 : les étapes d'exécution de recuit simulé

Figure 2.7 : algorithme générale de recherche tabou

Figure 2.8 : exemple de croisement un point

Figure 2.9 : exemple de croisement deux points

Figure 2.10 : exemple de croisement uniforme

Figure 2.11 : exemple de mutation

Figure 3.1 : les chiffres clés

Figure 3.2 : situation géographique du complexe CEVITAL

Figure 3.3 : Organigramme générale de CEVITAL

Figure 3.4: La distribution des produits du complexe cevital vers les plateformes puis les CLR

Figure 4.1 : la planification des commandes

Figure 4.2 : les différents temps de distribution

Figure 4.3 : Le réseau de distribution du CLR d'Alger

Figure 4.4 : carte géographique de différents grossistes au niveau d'Alger.

Figure 4.5 : Solutions obtenus avec le solveur Lingo pour le planning des livraisons

LISTE DES TABLEAUX :

Tableau 1.1 : Définitions de la chaîne logistique

Tableau 1.2 : certains auteurs ont défini la chaîne logistique inverse

Tableau 1.3: les avantages et les inconvénients du canal direct :

Tableau 1.4 : les avantages et les inconvénients du canal court :

Tableau 1.5 : représente les avantages et les inconvénients du canal long:

Tableau 3.1 : Les CLR de CEVITAL.

Tableau 4.1 : questionnaires

Tableau 4.2 : Notation mathématique

Tableau 4.3 : les demandes des grossistes

Tableau 4.4 : distances entre les centres de distribution

Tableau 4.5 : Nouveau planning des livraisons



Résumé:

Nous nous sommes intéressés dans ce mémoire à étudier un réseau de distribution des produits agro-alimentaires du groupe Cevital qui est composé d'un entrepôt central (CLR) et des grossistes.

En premier temps nous avons localisé le CLR et les différents grossistes séparés par des distances géographiques afin de déterminer les distances entre eux, puis nous avons établi un modèle mathématique qui permet de minimiser les distances totales parcourues par les différents véhicules utilisés par l'entreprise.

Le but principal de ce travail est de faire un nouveau planning de distribution des produits agro-alimentaires permettant de satisfaire les demandes clients avec une utilisation optimale des véhicules.

Mots clés: distribution, optimisation, distribution, CLR, grossiste.

Abstract:

In this thesis, our interest was to study a distribution network for the food products of the Cevital group, which is composed of a central warehouse (CLR) and a group of wholesalers.

At First, we have located the CLR and the different wholesalers that are separated by geographical distances in order to determine the distances between all of them. Then we have established a mathematical model that allows us to minimize the total distance traveled by the different vehicles used by the company. The main goal of this paper is to make a new schedule for the distribution of food products to meet the customer demands with an optimal use of vehicles

Keys words: Distribution, optimisation, Wholesalers. regional delivery center.

ملخص

في هذه المذكرة، نحن مهتمون بدراسة شبكة توزيع المنتجات الغذائية الزراعية لمجمع سيفيتال و المتكونة من مستودع مركزي جهوي CLR و تجار الجملة.

أولاً، قمنا بتحديد موقع مستودع مركزي جهوي CLR وتجار الجملة المختلفين المفصولين جغرافياً فيما بينهم وذلك من أجل تحديد المسافات التي تفصلهم، ثم قمنا بوضع نموذج رياضي الهدف منه تقليل المسافة الإجمالية التي تقطعها الشاحنات المختلفة للشركة.

الهدف الرئيسي من هذا العمل هو وضع رزنامة جديدة للاستخدام الأمثل للشاحنات من أجل تلبية متطلبات الزبائن للمنتجات الغذائية الزراعية.