

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--



المدرسة العليا في العلوم التطبيقية  
École Supérieure en  
Sciences Appliquées

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

المدرسة العليا في العلوم التطبيقية  
-تلمسان-



Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur

Filière : Génie industriel  
Spécialité : Management industriel et logistique

Présenté par :

Abdenour BELKHATIR  
Soumia BENTOUMI

Thème

**Optimisation des coûts de distribution  
des produits laitiers de  
l'entreprise GIPLAIT**

Soutenu publiquement, le 04 / 07 / 2022, devant le jury composé de :

Mme Imen KOULOUGHLI	MCB	ESSA. Tlemcen	Président
M Fouad MALIKI	MCB	ESSA. Tlemcen	Directeur de mémoire
M Mohammed BENNEKROUF	MCA	ESSA. Tlemcen	Examineur 1
M Mustapha Anwar BRAHAMI	MCA	ESSA. Tlemcen	Examineur 2

Année universitaire : 2021 / 2022

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



## *Dédicace*

---

*Avant tout je remercie Dieu le tout puissant de m'avoir  
guidé sur le bon chemin,*

*Je dédie ce travail à*

*A mes très chers parents qui sont toujours là pour moi, A  
mes sœurs wafa, Bouchra et Sarah*

*A mes compagnons de lutte : Abdennour, Halima, Amine,  
Djazia, Marwa, Ghofrane et ceux-là qui je ne me souviens  
pas de leurs noms.*

*Je vous dédie ce travail avec tous mes vœux de bonheur,*

*De santé et de réussite.*

*B. Soumia*

## *Dédicace*

---

*Je dédie ce mémoire*

*A ma chère maman*

*A mon chère père*

*Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard,  
de soutenir de mes épaules pour que je puisse atteindre mes  
objectifs.*

*A mon frère et ma sœur, ma famille, mes proches et Ceux qui ont  
partagé avec moi tous les moments d'émotion lors de la  
réalisation de ce travail. Ils m'ont chaleureusement supporté et  
encouragé tout au long de mon parcours.*

*A tous mes amis qui m'ont toujours encouragé, et à qui je  
souhaite plus de succès.*

*A tous ceux que j'aime*

*B. Abdennour*

## Remerciement

*Ce mémoire est le résultat de nombreux efforts et de nombreux sacrifices. Pour cela, nous remercions d'abord Dieu, le créateur de l'univers, qui nous a rendus forts, courageux et en bonne santé pour mener à bien ce projet fin d'étude.*

*Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre encadrant et chef de filière génie industriel à l'école supérieur des sciences appliqué Tlemcen M. MALIKI Fouad pour son encadrement pour tout son aide, sa patience, le temps qui nous a consacré, es encouragements et son soutien moral qui nous ont fourni des expériences professionnelles et personnelles*

*Nous tenons également à remercier spécialement notre enseignants M. Mohammed bennekrouf et M. Mustapha Anwar BRAHAMI pour ses soutins et nous guident tout au long de notre étude.*

*Nos sincères remerciements présidant directeur générale de l'entreprise GIPLAIT, M Djamal ATTAB qui nous a ouvert ses portes et veillé à ce que notre travail se déroule dans les meilleures conditions au long de notre travail.*

*Un grand remerciement aux tous les membres du jury qui nous ont fait l'honneur d'accepter de juger notre travail.*

*Et enfin, nous remercions du fond du cœur toute personne ayant contribué à ce travail.*

## **Table des matières**

### **Liste des tableaux**

### **Liste des figures**

### **Introduction générale**

<b>CHAPITRE I : Généralité sur la logistique .....</b>	<b>4</b>
I.1- Introduction : .....	4
I.2- La logistique et chaîne logistique : .....	4
I.2.1- Historique : .....	4
I.2.2- Définition de La logistique : .....	5
I.2.3- Différents types de la logistique : .....	6
I.2.4- La chaîne logistique : .....	8
I.3- Gestion de la chaîne logistique (supply chain management) : .....	11
I.3.1- Définition : .....	11
I.3.2- Les objectif de la gestion de la chaîne logistique : .....	13
I.3.3- Les niveau décisionnels dans la chaîne logistique : .....	13
I.3.4- Optimisation de la chaîne logistique : .....	15
I.3.5- Mécanismes de coordination : .....	16
I.3.6- Technologies d'information pour la gestion de la chaîne logistique : .....	17
I.4- La logistique de distribution dans le secteur alimentaire : .....	19
I.4.1- Généralité sur le domaine alimentaire : .....	19
I.4.2- Les exigences de la logistique alimentaire : .....	19
I.4.3- Production laitière : .....	20
I.4.4- Transformation du lait : .....	20
I.4.5- La logistique de la distribution : .....	21
I.5- Conclusion : .....	24
<b>CHAPITRE II : L'optimisation dans le problème de tournées de véhicules .....</b>	<b>26</b>
II.1- Introduction : .....	26
II.2- La recherche opérationnelle : .....	26

II.3- Problèmes d'optimisation :	27
II.3.1- Définition :	27
II.3.2- La fonction objectif :	27
II.3.3- Caractéristique d'un problème d'optimisation :	27
II.4- Généralisation sur le problème de tournées de véhicules :	28
II.4.1- Le problème de voyageurs de commerce TSP :	28
II.4.2- Le problème de tournées de véhicules VRP :	29
II.4.3- Variantes de VRP :	33
II.5- Méthode de résolution de problème VRP :	38
II.5.1- Méthodes exactes :	38
II.5.2- Méthodes approchées :	39
II.6- Conclusion :	43
<b>CHAPITRE III : Présentation de l'entreprise GIPLAIT El Mansourah.....</b>	<b>45</b>
III.1- Introduction :	45
III.2- Présentation de l'entreprise :	45
III.2.1- Historique :	45
III.2.2- Fiche technique de l'entreprise :	46
III.2.3- Structure organisationnelle.....	48
III.3- L'approche de travail de l'entreprise :	52
III.3.1- Les produits de l'entreprise :	52
III.3.2- Les activités de commercialisation et de distribution :	53
III.4- Conclusion :	55
<b>CHAPITRE IV : Améliorer la distribution à GIPLAIT El Mansourah .....</b>	<b>58</b>
IV.1- Introduction :	58
IV.2- Description des activités de distribution de l'entreprise :	58
IV.3- Données du cas étudié :	59
IV.3.1- Les sites de livraison :	59
IV.3.2- Les demandes moyennes :	61

IV.3.3- Matrices des distances et temps de voyage :.....	61
IV.3.4- Les camions de transport : .....	66
IV.3.5- Tournées existants agréés par GIPLAIT :.....	67
IV.4- Approche de résolution :.....	68
IV.4.1- Programme linéaire :.....	68
IV.4.2- Modèle clustering : .....	71
IV.4.3- CPLEX Optimization Studio : .....	72
IV.4.4- Le recuit simulé (Simulated Annealing) :.....	74
IV.5- Présentation des résultats :.....	76
IV.5.1- Région de Nord :.....	76
IV.5.2- Région de Sud :.....	81
IV.6- Conclusion :.....	85
<b>Bibliographie :.....</b>	<b>87</b>



## **Liste des tableaux :**

---

<b>Tableau I-1:</b> Principaux « rêves » logistiques rendus praticables grâce aux TIC .....	18
<b>Tableau IV-1 :</b> Demandes de la région du Nord .....	61
<b>Tableau IV-2 :</b> Demandes de la région du Sud .....	61
<b>Tableau IV-3 :</b> matrice de distance de région Nord .....	62
<b>Tableau IV-4 :</b> matrice de distance de région Sud .....	63
<b>Tableau IV-5 :</b> matrice de temps de voyage de la région Nord.....	64
<b>Tableau IV-6 :</b> matrice de temps de voyage de la région Sud.....	65
<b>Tableau IV-7 :</b> Camions d'entreprise .....	66
<b>Tableau IV-8 :</b> les tournées de distribution agréent par l'entreprise dans le nord .....	67
<b>Tableau IV-9 :</b> les tournées de distribution agréent par l'entreprise dans le sud .....	67

## Liste des figure :

---

<b>Figure I-1:</b> l'évolution de la logistique .....	5
<b>Figure I-2 :</b> les domaines couvertes par la logistique .....	7
<b>Figure I-3 :</b> supply chain (LE MOIGINE, 2017).....	8
<b>Figure I-4 :</b> Formes structurelles de la chaîne logistique .....	9
<b>Figure I-5:</b> les flux dans la chaîne logistique.....	11
<b>Figure I-6:</b> les échanges dans la chaîne logistique (GALASSO, 2007) .....	12
<b>Figure I-7 :</b> les niveaux de décision.....	14
<b>Figure I-8 :</b> triangle d'or .....	22
<b>Figure I-9:</b> exemple location -allocation (GIS22) .....	23
<b>Figure 0-1:</b> les tournées de véhicules.....	30
<b>Figure 0-1:</b> la fonction objectif .....	33
<b>Figure 0-2:</b> classification des VRP avec son variante (Adem, et al., 2021) .....	37
<b>Figure 0-3 :</b> algorithme recuit simulé .....	41
<b>Figure 0-4 :</b> algorithme de la recherche tabou .....	42
<b>Figure III-1 :</b> localisation de l'entreprise dans la wilaya de Tlemcen.....	47
<b>Figure III-2 :</b> L'organigramme de l'entreprise.....	48
<b>Figure III-3 :</b> la distribution directe.....	55
<b>Figure III-4 :</b> la distribution indirecte .....	55
<b>Figure IV-1 :</b> Sites de distribution dans la région nord .....	59
<b>Figure IV-2 :</b> Sites de distribution dans la région de sud .....	60
<b>Figure IV-3 :</b> Notre programme CPLEX pour l'un des cas étudiés .....	73
<b>Figure IV-4 :</b> déplacement d'un nœud dans le même véhicule .....	74
<b>Figure IV-5 :</b> déplacement d'un nœud entre deux véhicules différents .....	75

## Introduction Générale

---

La concurrence dans le monde d'industrie est confrontée à une augmentation quotidienne, surtout dans un environnement économique instable. Alors, les entreprises ne se contentent plus d'optimiser uniquement leurs systèmes de production, mais visent désormais à optimiser l'ensemble de la chaîne logistique.

La chaîne logistique est constituée d'un ensemble de services logistiques, notamment le transport et la distribution en particulier. Ces activités sont étroitement liées et partagent des problèmes communs, tels que la satisfaction de la clientèle, ainsi que la réduction des coûts. Pour cela, il est nécessaire de concevoir un réseau de distribution efficace avec une gestion adéquate et à faible coût. Cependant, la tâche est complexe en raison des nombreux paramètres et contraintes qui surviennent tout au long du processus, dont les entreprises doivent tenir compte avant de commencer à concevoir leur réseau logistique.

Dans ce contexte, ce travail a comme principal objectif l'amélioration de la distribution des produits laitiers pour GIPLAIT El Mansourah, une entreprise qui poursuit la rigueur dans son travail et maintient la qualité de ses produits. Particulièrement, nous nous sommes basés dans cette étude sur le secteur alimentaire où le lait pasteurisé représente un état de crise sur presque tout le territoire de l'état.

Ce genre de problème, notamment en ce qui concerne l'élaboration des tournées de distribution des produits laitiers, il reste encore beaucoup à faire pour optimiser les coûts logistiques. Grâce à un stage au niveau de l'entreprise de GIPLAIT El Mansourah, nous avons constaté que l'élaboration de cette tournée repose entièrement sur l'expérience des employés de manière intuitive.

Le travail effectué dans ce mémoire comprend la réalisation d'une étude stratégique visant à améliorer et optimiser les tournées de distribution laitière de l'entreprise GIPLAIT El Mansourah. Notre méthode est divisée en deux étapes. Dans un premier temps, nous proposons un modèle mathématique du problème de distribution. Le modèle proposé est une adaptation du modèle classique VRP (Vehicle Routing Problem), dans lequel nous présentons les besoins de l'entreprise et les exigences du client. Pour résoudre le modèle proposé, nous sommes basés sur deux méthodes de résolution, la méthode exacte et la méthode approchée.

Le manuscrit de ce mémoire est scindé en quatre chapitres. Dans les deux premiers chapitres, nous présentons une recherche théorique. Le premier chapitre regroupe les définitions, les concepts des chaînes logistiques et la logistique de distribution en particulier.

Le chapitre deux est un état de l'art sur l'optimisation de la fonction de distribution. Il est destiné à la présentation du problème VRP et ses principales variantes ainsi que de synthétiser les méthodes de résolution des problèmes VRP.

Le troisième chapitre traite la présentation de l'entreprise GIPLAIT El Mansourah en introduisant son historique, son plan organisationnel et son approche commerciale. En plus de l'audit logistique ainsi que du diagnostic de leur service de distribution.

Nous approfondissons la pratique au chapitre quatre, où nous avons présenté la problématique de notre projet de fin d'étude visant à améliorer la distribution des produits laitiers à GIPLAIT El Mansourah. Pratiquement, nous avons appliqué les approches de résolution étudiée dans le cas réel, et nous avons fourni les tournées de distribution obtenues et suivies de l'analyse et de l'interprétation de ces résultats.

Nous terminons à la fin notre projet de fin d'étude par une conclusion générale.

# **CHAPITRE I**

## **Généralité sur la logistique**

## CHAPITRE I : Généralité sur la logistique

### I.1- Introduction :

À l'heure actuelle, les entreprises doivent s'adapter à la dynamique concurrentielle et concurrentielle du marché, les clients sont beaucoup plus exigeants et la logistique c'est l'un des facteurs clés pour les satisfaire.

La logistique, qui est transmise de fournisseur au client, son objectif est : « Le bon produit dans la bonne quantité et dans les bonnes conditions, au bon endroit, au bon moment, chez le bon client, au coût le plus équitable ». En fait, il s'agit de toutes les entreprises ou organisations qui interviennent pour s'assurer qu'un produit particulier est fabriqué, transporté et reçu dans de bonnes conditions par le client final.

### I.2- La logistique et chaîne logistique :

#### I.2.1- Historique :

Le mot logistique est d'origine militaire de la stratégie du XIXe siècle, la logistique est l'art pratique de déplacer les armées et les ravitaillement à travers l'établissement et l'organisation de leurs propres lignes d'approvisionnement, y compris des activités de transport et d'inventaire.

Dans la littérature on trouve le mot « logistique » dérivé du mot grec « logistikos » qui désigne l'art du calcul et de raisonnement dans un certain expressions mathématique et qui exprimerait la complexité de la logistique.

Dans le domaine militaire les techniques développées seront adaptées par la suite aux activités industrielles pour gérer les flux des produits (Figure I-1) :

- **La logistique séparée (1950 à 1975)** : c'est une logistique qui basée le principe qu'il faut produire durant cette période l'économie en pleine expansion. Les entreprises cherchent à augmenter la productivité car la demande des consommateurs est très forte.
- **La logistique intégrée du 1975 à 1985** : évaluation du marché, concurrence, qualité, optimisation des coûts, demande égale offre ; sont des éléments cherchent à améliorer la productivité logistique à développer la relation entre les fournisseur et clients.
- **La logistique coopéré (logistique processus) à partir des années 90** : la situation concurrentielle est devenue plus forte du fait de la baisse de la demande. Le

comportement des consommateurs est très incertain et l'entreprise se voit obligée de toujours plus personnaliser son offre.



**Figure I-1:** l'évolution de la logistique

## I.2.2- Définition de La logistique :

La logistique est le processus de planification des activités et des tâches qui permet de gérer et contrôler les procédures d'une entreprise y compris les services de transports et de livraison d'un produit d'un point d'origine de production à l'endroit de de consommateur, incorporant du concept de localisation des usines, gestion des stocks ainsi que le contrôles des flux physique et d'information dans le cadre d'une gestion optimale des coût et des délais.

Selon NCPDM<sup>1</sup> la logistique ce défini comme : « *Terme décrivant l'intégration de deux (ou plusieurs) activités dans le but de planifier, de mettre en œuvre et de contrôler un flux efficace de matières premières, de produits semi-finis et produits finis, de leur point d'origine au point de consommation, ces activités peuvent inclure, sans que la liste soit limitative, le type de service offert aux clients, la prévision de la demande, les communications liées à la distribution, le contrôle des stocks, la manutention des matières, le traitement des commandes, le service après-vente et les pièces détachées, le choix des emplacements des usines et d'entrepôts, les achats, emballage, le traitement des marchandises retournées, la négociation ou la réutilisation des éléments récupérables ou mis à la ferraille, l'organisation du transport et le transport effectif des marchandises, ainsi que l'entreposage et le stockage* ». (Bakkouri, 2021)

De plus l'Association française pour la logistique (ASLOG), a donné sa définition comme suite : « *un ensemble des activités ayant pour but la mise en place, au moindre coût, d'une quantité de produit, à l'endroit et au 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*

<sup>1</sup> National Council of Physical Distribution Management

*fabrication, emballage, stockage et gestion des stocks, manutention et préparation des commandes, transport et tournés de livraison.* » (Médan, et al., 2008)

Il existe de nombreuses définitions de la logistique qui ont évolué pour s'adapter au changement d'économie, mais se complètent. Selon ces définitions, nous constatons que la logistique occupe tout ce qui est nécessaire et applicable sur le terrain, en veillant à ce qu'il s'agisse d'une des fonctions de l'entreprise couvrant de nombreux secteurs tels que les activités de transport, le stock et manutention, ainsi que des activités d'achat, la préparation et la mise à disposition pour la fabrication.

### **I.2.3- Différents types de la logistique :**

La logistique dans l'industrie couvre de nombreuses fonctions, notamment le transport, l'approvisionnement, la production, l'entreposage, la distribution et les ventes, et en fin de compte la logistique inverse. (Pimor, et al., 2008)

#### **I.2.3.1- Logistique d'approvisionnement :**

C'est une étape importante dans l'entreprise, elle rassemble toutes les tâches qui permettent de spécifier et acquiescer tout ce qui est nécessaire pour le fonctionnement de l'entreprise, comme les assemblages et les composants et les services, ce service nécessite :

- ✓ La sélection des fournisseurs et les sources d'approvisionnement.
- ✓ Achats et gestion des commandes.
- ✓ Prise en charge du transport des matières premières et les transactions douanières liées aux marchandises.
- ✓ Gestion des entrepôts et stock de matières.

#### **I.2.3.2- Logistique de production :**

C'est la mise en place d'une ligne de fabrication (machines ou équipements) à travers les matériaux et des composants et leur transformation en produits finis, selon une planification adaptée et bien, et cela comprend :

- ✓ Planification des besoins des composants de la production.
- ✓ Suivi des techniques et des données du flux de production.
- ✓ Ordonnancement et manipulation entre les différentes unités de fabrication.
- ✓ Gestion d'inventaire des encours et de produits semi-finis.



La finalité de tous ces étude sert à obtenir un meilleur rendement du produit à fabriquer, et atteindre une haute performance du système concerné, en optimisant les coût et réduire les délais de fabrication et garantir une grande flexibilité lui permettant de s'adapter au marché.

### **I.2.3.3- Logistique de distribution :**

Il s'agit d'un long réseau de nœuds représentant différentes sources d'approvisionnement (fournisseurs ou usines), clients ou consommateurs liés à un service de livraison assuré par des distributeurs, ou bien d'une manière général mettre en circulation des marchandises vers les marchés de consommateurs. Elle intègre donc :

- ✓ Réception et traitement des commandes clients avec la planification de livraison.
- ✓ Engagement sur les délais exigé par les clients.
- ✓ Optimisation des coûts de transport.
- ✓ La sélection du plus court chemine et le plus approprié au transport.
- ✓ Gestion des technologies et des moyens de transport et de leur disponibilité.
- ✓ Assurer la provision les quantités demandés par les consommateurs en tenue compte des stocks de produits finis.

### **I.2.3.4- Logistique inverse :**

Appelée aussi logistique de retour, il s'agit de la gestion des flux du consommateur vers le fournisseur, représentés généralement par la collecte des déchets de recyclage, les erreurs dans les commandes clients ou les produits défectueux traités après-vente.

Avec la diversité de ces types de logistique (Figure I-2) et l'évolution de l'environnement des entreprise et le monde commerciale, le concept de chaîne logistiques a émergé.



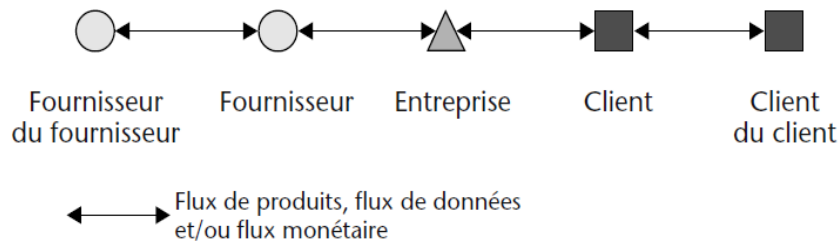
**Figure I-2 :** les domaines couvertes par la logistique

## I.2.4- La chaîne logistique :

### I.2.4.1- Définition de la chaîne logistique :

La chaîne logistique, supply chain en anglais qui signifie dans la littérature chaîne d'approvisionnement, est un terme qui a émergé après l'utilisation fréquente d'opérations logistiques successives avec leur diversité d'objets et de méthodes.

Dans ce contexte le terme chaîne logistique recouvre l'ensemble des opérations logistiques dans une organisation complète, du fournisseur des composants au marché ou bien le consommateur final (Figure I-3), tous enchaînés dans un réseau complexe, en fait on peut extraire ça d'après la définition du Supply Chain Council qui dit : « *la chaîne logistique est la suite des étapes de production et distribution d'un produit depuis les fournisseurs des fournisseurs du producteur jusqu'aux clients de ses clients.* » (Pimor, et al., 2008)



**Figure I-3 :** supply chain (LE MOIGINE, 2017)

Après l'évolution des industries à la fin du XXe siècle, les responsables d'entreprise ont intégré la gestion des relations entre les entreprises et ces partenaires à la concurrence et à la confrontation entre entités de ces réseaux, et en raison du contexte économique aussi, la relation entre les clients et les fournisseurs a évolué, comme la nécessité de personnalisation des produits et des services, réduire les délais de livraison et diversifier les canaux de distribution, cela a conduit à l'apparition des concepts de la chaîne logistique.

### I.2.4.2- La chaîne logistique en amont et en aval :

La chaîne logistique se divise en deux parties, en amont et en aval. La chaîne logistique en amont domine la première partie de cycle d'exploitation dans une entreprise, il recouvre l'organisation des approvisionnements et l'adaptation avec les besoins de production, l'achat de matières premières, la gestion du stock, la mise en place des

systemes d'information adaptes, l'optimisation de flux et l'analyse de qualité de production.

La chaîne logistique en aval recouvre la phases qui suite telle que le traitement des commandes, l'optimisation des circuits de distribution, le service après-vente et la gestion des retours et du recyclage.

On peut dire que la chaîne logistique est un ensembles des organisations qui composent un réseau globale qui prend des décisions et les exécuter en fonction du processus de flux.

**I.2.4.3- Structures de la chaîne logistique :**

Pour (FRANCOIS, 2007) la structure de la chaîne logistique peut prendre différent forme tous dépendent ses objectifs et le rôle de sa conception. De nombreuses architectures ont été développées et peuvent être classées comme suit (Figure I-4) :

- Convergente : Cette structure représente les réseaux d'assemblage, C'est le cas lorsque le client est fourni par de nombreux fournisseurs de différents réseaux de distribution.
- Divergente : Représente un réseau de distribution où le fournisseur fournit plusieurs clients.
- Réseau : est la structure de configuration entre les deux types précédents et peut considérer comme le réseau des nœuds.
- Séquentiel (linéaire) : il s'agit d'une série de sorte que chaque entité de la chaîne n'alimente qu'une seule des entités en aval.

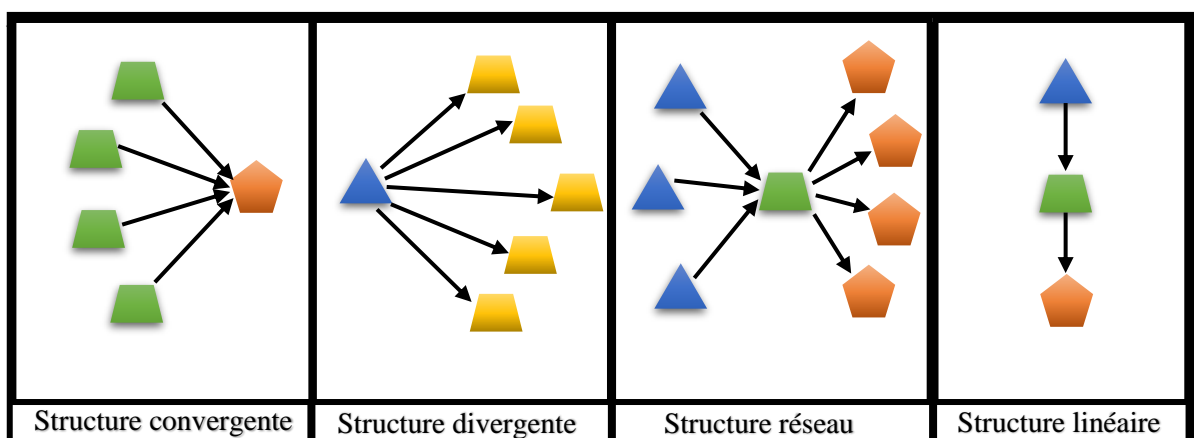


Figure I-4 : Formes structurelles de la chaîne logistique

**I.2.4.4- Les flux dans la chaîne logistique :**

Le flux indique généralement à une gamme d'éléments avancés en sens commun, dans l'autre terme, il s'agit d'un mouvement ou un déplacement caractérisé par l'origine, de destination et de chemin (voir la Figure I-5).

Un logisticien joue le rôle de maîtriser les des différents flux dans l'organisation. La gestion des flux consiste de déminuer les mauvaises utilisations des ressources. On distingue trois types de flux échangés dans les entreprises appartenant à la même chaîne logistique : les flux physiques, les flux financiers et les flux d'informations.

**I.2.4.4.1- Flux physique :**

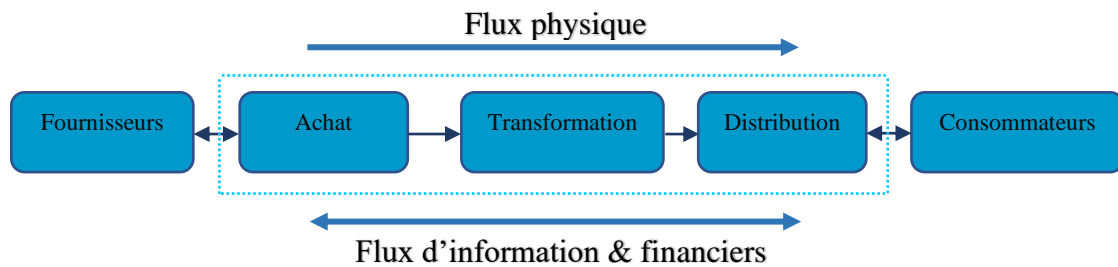
Le flux physique est considéré comme un mouvement et un stockage des marchandise en flux principal (les matière première, les composants, les produits fini et semi-fini) ou flux supplémentaire (emballage, palettes ...) de point de départ de qui situé au niveau de site production vers un ou plusieurs entrepôts jusqu'à la livraison finale, utilisant les différent activités de transformation et de manutention sur tout le cycle d'exploitation.

**I.2.4.4.2- Flux d'information :**

Le flux d'information regroupe tous les acteurs d'échanges et transferts entre divers acteurs de la chaîne logistique, ils concernent premièrement les informations adoptées entre les clients et les fournisseurs dans le service commercial. De plus, les commandes contiennent des informations telles que la nature de produit, la quantité, le prix, la date de fabrication d'expédition et de livraison, et ça ne s'est pas arrêté là il y a d'autres informations s'échangent généralement entre les entreprises ; il s'agit des informations paramétriques dépendent de produits et le suivi de l'état d'avance de produits commandés à fabriquer y a compris le niveau de stock le transport... On peut dire alors que le flux d'information c'est l'outil qui contrôle du flux physique, donc les deux flux son étroitement liée. Les flux sont disposés dans la chaîne logistique dans une séquence selon ses fonctions. Mais au fil des évolutions technologiques et grâce au TIC (Technologies de l'Information et de la Communication), l'opération de transfert de flux d'information est devenue plus rapide, et a provoqué un changement organisationnelle des flux de la chaîne logistique (GOUIZA, et al., 2016).

**I.2.4.4.3- Flux financiers :**

Le flux financier comprend toute la gestion de la trésorerie de l'entreprise (approvisionnement et l'achat des matières premières et les équipements de production, les ventes, les salaires des employés, etc...). Ce type de flux est géré par le service financier ou comptabilité, avec une relation externe concernant l'organisation bancaire.



**Figure I-5:** les flux dans la chaîne logistique

Le défi de la chaîne logistique est de gérer ces trois flux pour obtenir le résultat le plus efficace. Pour ce faire, il est obligé de trouver un compromis entre la satisfaction de client et le profit de l'entreprise.

**I.3- Gestion de la chaîne logistique (supply chain management) :****I.3.1- Définition :**

Au cours de la dernière décennie du siècle dernier, et avec le suivi de l'intégration de la chaîne logistique dans les entreprises, le terme de supply chain management est apparu.

Supply chain management qui est traduite littéralement en français ; gestion de la chaîne logistique, il s'agit de la planification et de la gestion des semblent des activités et des tâches incluses à la chaîne logistique, qui peuvent être des fournisseurs, des opérations à l'intérieur de l'usine, l'approvisionnement et transformation, la vente et la distribution. Cela se fait en coordination entre les partenaires et les prestataires du service et les clients à long de la chaîne logistique.

Le CSCMP<sup>2</sup> présente sa définition comme suit : « le supply chain management comprend la planification et la gestion de toutes les activités impliquées dans le sourcing et l'approvisionnement, la transformation et toutes les activités logistiques. Il inclut

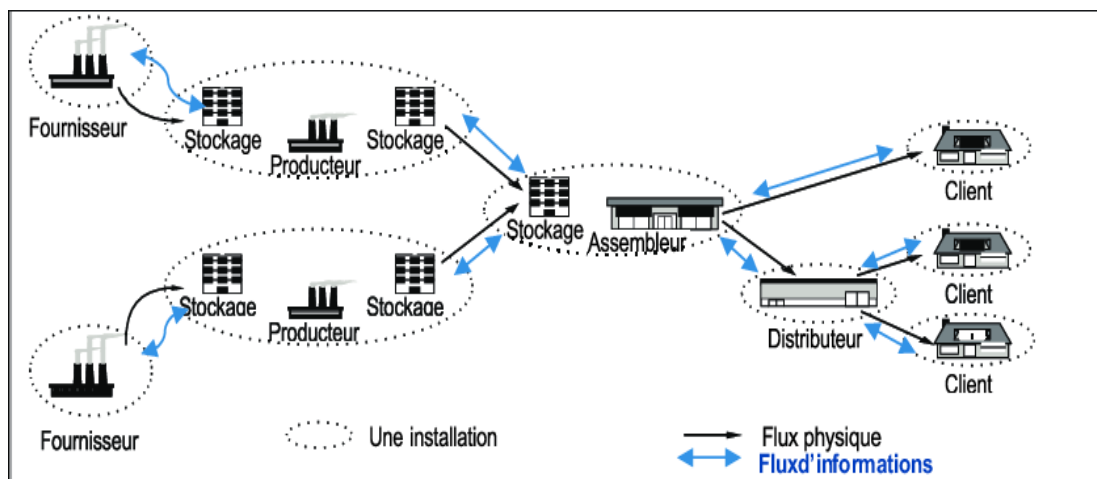
<sup>2</sup> Council of Supply Chain Management Professionals

également la coordination et la collaboration avec des partenaires qui peuvent être des fournisseurs, des intermédiaires, des prestataires et des clients. Le SCM est une fonction d'intégration dont le rôle principal est d'intégrer les différents métiers et les différents processus dans et entre les entreprises au sein d'un modèle cohérent et performant. Il inclut toutes les activités de gestion de la logistique citées ci-dessus ainsi que les opérations de production, et il pilote la coordination des processus et des activités au sein et entre le marketing, les ventes, le développement produit, la finance et les technologies de l'information » (LE MOIGINE, 2017).

Une autre définition plus objective, souvent utilisé : « *Le processus pour obtenir le bon produit au bon endroit au bon moment et au meilleur coût* » (LE MOIGINE, 2017).

Donc la gestion de la chaîne logistique intègre la gestion de l'offre et la demande entre les entreprise et l'intérieure de l'entreprise, c'est-à-dire le contrôle des flux échangés dans l'entreprise et son environnement.

Autrement dit c'est une approche d'intégration pour s'accorder sur la planification et le contrôle de tous les flux qui intervenants à la chaîne logistique (fournisseurs, producteurs, distributeurs), à partir de la matière première jusqu'au produit fini, de manière plus efficacement possible, en production ou distribution en quantité conforme, au bon endroit et au bon moment. La Figure I-6 illustre les échanges mentionnées



**Figure I-6:** les échanges dans la chaîne logistique (GALASSO, 2007)

Le concept de la gestion de la chaîne logistique est conçu pour créer une vision globale sur les fonction de la chaîne logistique et trouver un compromis entre plusieurs facteurs pour attendre l'objectif.

**I.3.2- Les objectif de la gestion de la chaîne logistique :**

Le but de la gestion de la chaîne logistique c'est l'amélioration de la gestion administrative qui sert à positionner l'entreprise au bonne situation parmi les trois objectifs stratégiques (couts, qualité, délais).

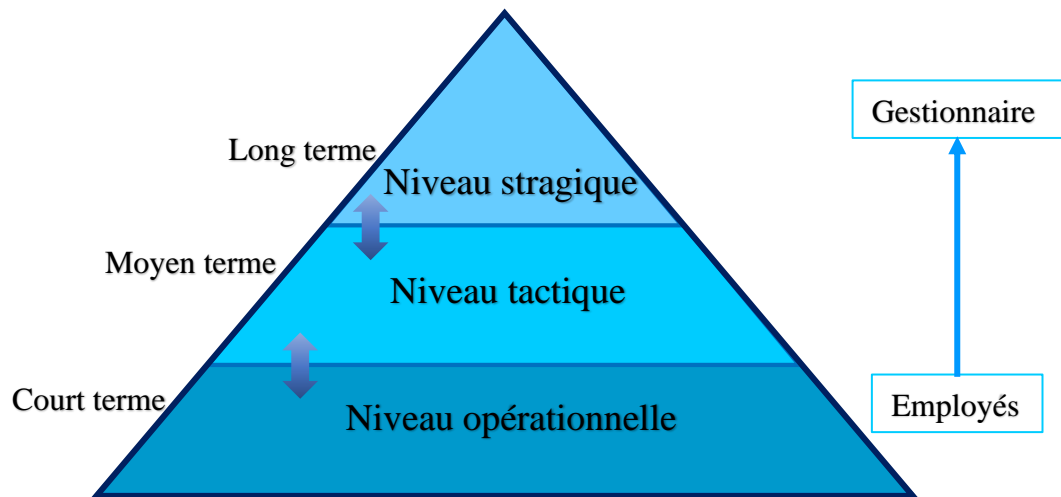
- Optimisation des coûts (coût d'achat, coût des stocks, coût de distribution ...).
- Optimisation les délais (délais de fabrication, délais de livraison ...).
- Amélioration de la qualité de service et de la satisfaction du client.
- Amélioration de la productivité avec l'évolution du marché (la flexibilité).

L'entreprise qui souhaite mettre en œuvre la gestion de la chaîne logistique veut avant tout améliorer sa vision de la chaîne logistique globale, anticiper les flux et améliorer ses opérations afin de répondre aux impératifs logistiques.

L'un des résultats les plus tangibles de la mise en place de la gestion de la chaîne logistique est la réduction des stocks, de modifier et de relancer le plan de production pour les quantités requises et de livrer à temps et à l'heure chez les clients. En s'assurant ainsi d'une meilleure adaptation entre l'offre et la demande, l'entreprise produit au meilleur rapport qualité/prix tout en réduisant au minimum ses stocks (GROUPE GCL).

**I.3.3- Les niveau décisionnels dans la chaîne logistique :**

La gestion de la chaîne logistique nécessite de prendre un ensemble de décisions qui permettent de faire un certain action ou de donner des solution à des problèmes particulier. Ces décisions sont classées hiérarchiquement au trois niveaux : stratégique, tactique et opérationnel respectivement à long, moyen et à court terme (Figure I-7), et sont variétés au niveau de la responsabilité à l'entreprise, la figure montre les différents phase de prise les décisions dans la chaîne logistique. Alors, il est important de considérer l'impact de ces décision sur les performance de la chaîne logistique (FRANCOIS, 2007).



*Figure I-7* : les niveaux de décision

### **I.3.3.1- Les décisions stratégiques :**

Les décisions stratégiques qui durent à long terme s'étirent à plusieurs années, sont prises par la direction générale, affectent sur l'ensemble de l'entreprise, elles concernent les notions de la configuration de la chaîne logistique comme, par exemple :

- La recherche de partenaires industriels et la sélection des fournisseurs.
- Localiser des sites de production et l'affectation des entrepôts.
- Conception et configuration de l'usine.
- L'acquisition des équipements et développement d'un nouveau produit.
- Identifier les réseaux de transport.
- Fixer les objectifs financiers.

Ces décisions nécessitent beaucoup de vigilance de la part de l'entreprise en raison des risques et des conséquences du développement rapide du marché.

### **I.3.3.2- Les décisions tactiques :**

Les décisions tactiques qui débordent à moyen terme (environ quelques mois) sont prises par les cadres et les responsables de production de l'usine, qui doivent être mises en œuvre pour appliquer les stratégies que l'entreprise consacre, et gérer ses ressources physiques et humaines, parmi ces décisions :

- Gestion des sources et des transferts entre les sites.
- Le processus de planification de l'activité de l'atelier.



- Gestion des stocks.
- Gestion des ressources et de la main-d'œuvre.
- Pilotage des flux physiques.

**I.3.3- Les décisions opérationnelles :**

En termes de décisions opérationnelles, elles sont plus limitées au niveau de l'entreprise et à court terme pour assurer la gestion au quotidien ou hebdomadaire des sites de fabrication, sont attribuées par les responsables d'atelier, dont les ordonnancement des tournées de véhicules et les supports logistiques, traitement des commandes clients, équilibrage des entrepôts et les unités de stockages incluant la gestion des priorités (GALASSO, 2007).

Dans le contexte de l'ordre de manières séquentielle et hiérarchique, il convient de tenir compte du fait que chaque type de décision a un impact sur l'autre niveau de prise de décision.

**I.3.4- Optimisation de la chaîne logistique :**

Les entreprises cherchent à se rencontrer les exigences de leurs clients et accroître leur compétitivité, et cela se fait par l'optimisation de la chaîne logistique qui nécessite éventuellement l'identification des objectifs et comment les mettre en œuvre à travers l'intégration de plusieurs outils de prise de décision dans divers domaines (pac22) :

**I.3.4.1- Planification de la fabrication :**

La planification de la production est affectation des ressources, les matières premières et l'identification des processus de fabrication d'un produit aux clients, ainsi que d'autres éléments liés à l'activité logistique. L'objectif de la planification de la production est de s'assurer que le processus de fabrication est aussi rentable et productif que possible sur la base du contrôle des opérations. Il s'agit de s'assurer que les commandes sont exécutées conformément aux conditions d'industrie.

**I.3.4.2- Pilotage des ressources de production :**

C'est la gestion des ressources est le concept optimal de la gestion de la chaîne logistique, il s'agit de mesurer la performance de la gestion, d'interpréter les résultats et d'être capable de corriger les problèmes, si nécessaire. Il existe des diverses méthodes qui

gèrent les flux de l'entreprise sur le long terme telle que MRP (*Material Requirement Planning*), JAT (juste-à-temps) ...

#### **I.3.4.3- Gestion de stocks :**

Les stocks sont toutes les biens de l'entreprise qui seront consommés ou utilisés (matières premières, les produits intermédiaires, produits finis, emballages). La gestion des stocks c'est le contrôle et le suivi de toutes ces unités pour répondre aux besoins futurs, il représente une charge financière mais une bonne gestion permettra de réaliser des gains de trésorerie.

#### **I.3.4.4- Les transports et l'entreposage :**

Les activités liées au transport, sont le déplacement et la transmission des marchandises, par plusieurs manières différentes par chemin de fer, route, pipeline ou par maritime et les activités connexes, telles que l'exploitation des infrastructures de transport, la manutention du fret, l'entreposage, etc. Cette section comprend la location de matériel de transport avec chauffeurs. Ce secteur d'activité fait donc partie de la filière logistique en ce qui concerne le transport de marchandises et est donc complémentaire avec les activités de production.

#### **I.3.4.5- La gestion de flux :**

La gestion des flux est la gestion de toutes les activités successives qui permettent de concilier deux éléments essentiels de la réussite de toute entreprise mise en œuvre lors de la fabrication ou de la distribution d'un produit. C'est ce mouvement de matériaux, composants, sous-ensembles, en cours, produit fini le long de la chaîne de fabrication et de distribution qui forme le flux (FAO, 2022).

#### **I.3.5- Mécanismes de coordination :**

Selon (KALLEL, 2012) a montré que la chaîne logistique consiste en un contexte de coordination totale. Et en effet, tous les acteurs coopérant dans la chaîne logistique et ont des buts communs ; cherchent à l'amélioration de ses compétitives et maximiser leur profit dans le marché concurrentiel, donc il s'agit d'un intérêt collectif.

L'ensemble de la chaîne logistique nécessite des mécanismes de coordination pour améliorer la performance globale, tout en réduisant les risques pour tous les partenaire.

Et d'après Mellal, Différents mécanismes, qui se basent tous sur une information complète, ont été proposés :

- ◆ **L'échange totale de l'information** : Est une méthode qui trouve des solutions ou réduit les problèmes complexes à des problèmes moins complexes simple à résoudre, en fait il conduit à l'arriver à une solution optimal.
- ◆ **La formation de coalition** : Généralement utilisé dans un système multi-agents, il permet de former une coopération entre deux ou plusieurs entreprises dans le but de succès communs. Ceci fait par des contrat qui a une dimension juridique permet assurer les droits et obligations de chaque partie, et au cours du travail en commun, l'échange total d'informations à lieu.

### **I.3.6- Technologies d'information pour la gestion de la chaîne logistique :**

La coordination et le pilotage efficace de flux d'information est un facteur essentielle pour la réussite dans la gestion de tous l'ensembles de l'entreprise, et les TIC sont des facteur clés d'échange l'information entre les défèrent acteurs dans la chaîne logistique (fournisseurs, transporteurs, clients etc...), ils assurent une meilleur coordination et impose à la compétitivité, la production, la traçabilité et à la réactivités (ROUGGANI, et al.).

Les TIC occupent une position importante dans l'entreprise pour gérer et surveiller les opérations et exploiter les activités logistiques à différents niveaux décisionnelles, et cour de l'évolution de progrès informatique les entreprises déclenchent une accélération de l'évolution des systèmes logistiques d'après (Fabbe-Costes, 2021) nombreux « rêves » ont été réalisés de pour les entreprises, et le Tableau I-1 représente les principaux « rêves » logistiques rendus praticables grâce aux TIC avec idéaux-types sous-jacents .

« Rêve » logistique	Types parfaits
Flux tendus	Zéro stock, pas de rupture Fluidité et continuité Synchronisation parfaite des opérations
Pilotage par l'aval	Flux tirés (et conçus) par les clients finaux Répondre aux demandes des clients et/ou aux ventes Ne produire que ce qui a déjà été vendu
Co-pilotage des flux	Optimisation globale des flux Partenariat logistique Visibilité et transparence dans l'ensemble des institutions
Traçabilité des flux et des activités	Visibilité permanente (suivi du flux à distance) Pilotage des flux en temps réel Contrôle des risques
Audit permanent et réingénierie	Suivi et évaluation continus des flux et des activités Qualité, flexibilité et réponse organisationnelle Culture du changement durable

**Tableau I-1:** Principaux « rêves » logistiques rendus praticables grâce aux TIC (Fabbe-Costes, 2021)

En fait, selon le nombre de variables traitées et les production exploités, les TIC sont au cœur de la gestion d'entreprise et de la chaîne logistique, pour (Trojet, et al., 2014) Il s'agit notamment des éléments suivants :

- La gestion de la logistique industrielle : **APS** (*Advanced Planning and Scheduling*), **ERP** (*Entreprise Ressources Planning*), les logiciels de **GPAO** (*Gestion de Production Assistée par Ordinateur*), **MES** (*Manufacturing Execution System*), etc.
- Progiciels de gestion d'entrepôts : **WMS** (*Warehouse Management System*).
- Communication et échange de données entre entreprises : Réseaux et normes standard **EDI** (*Electronic Data Interchange*), les **CRM** (*Customer Relationship Management*) et les **AOM** (*Advanced Order Management*), pour traiter les bons de commande, facturation, ordre d'expédition, etc.
- La traçabilité des marchandises et la gestion de transport : Logiciels d'optimisation et identification les chargement des marchandises, de localisation et tournées des véhicules **TMS** (*Transport Management System*), **GPS** (*Global Positioning System*) technologies d'identification code-barres, **RFID** (*Radio Frequency IDentification*) ...

**I.4- La logistique de distribution dans le secteur alimentaire :****I.4.1- Généralité sur le domaine alimentaire :**

Nous définissons la Logistique des Produits Agricoles (LAG) comme la pratique des méthodes traditionnelles Logistique dans la gestion de la circulation des produits agricoles. Nous sommes l'un d'entre eux produits de la ferme, produits de la ferme (tubercules, fruits, légumes, etc.), produits de la ferme Elevage (viande, lait et sous-produits), produits de la pêche (poissons, fruits de mer, etc.), Produits forestiers non transformés ou transformé. Tous les industriels de secteur de l'alimentaire risquent d'être confortés une crise liée à leurs produits manufacturés. Leurs objective commun est donc de maîtriser les risques en la sécurité alimentaire, mais aussi la qualité des produits fabriquées, à travers ce qui suit présenter en toute transparence l'avenir de leurs produits pour gagner la confiance des consommateurs.

**I.4.2- Les exigences de la logistique alimentaire :**

La logistique alimentaire sous mise à de nombreuses contraintes réglementaires.

**I.4.2.1- La qualité de produite :**

La qualité selon référentiel de ISO 9000 (version 2015) « *est une aptitude d'un ensemble de caractéristiques intrinsèques d'un objet à satisfaire des exigences* ». Cette contrainte doit être garantie tout au long de la chaîne logistique. Cela signifie le strict respect des normes et des procédures, l'application des contrôles et l'application des informations aux consommateurs.

**I.4.2.2- Le temps :**

Les produits frais et ultra-frais étudiés ici sont des produits laitiers : yaourts, fromages, desserts etc. Ils se caractérisent par durées de vie limité. La date limite de consommation (DLC) est fixé par la législation 24 jours après la fabrication, tout ralentissement au niveau de distribution est à éviter.

**I.4.2.3- Les moyens :**

À cause de leur caractère périssable, ces produits nécessitent de mettre en place des modes de conservation et de transport spécifique pour acheminer les produits alimentaires vers leur destination.

**I.4.3- Production laitière :**

Environ 150 millions de ménages dans le monde participent à la production de lait. Dans la plupart des pays en développement, le lait est produit par de petits exploitants et la production de lait contribue aux moyens de subsistance, à la sécurité alimentaire et à la nutrition des ménages. Le lait procure des revenus relativement rapides aux petits producteurs et constitue une importante source de revenu.

On estime que 80 à 90 pour cent du lait dans les pays en développement sont produits dans systèmes d'exploitation à petite échelle. En raison des faibles intrants de ces exploitations, la production de lait par animal est très faible.

La majeure partie du lait produit par les petits exploitants agricoles des pays en développement provient par des systèmes traditionnels. Certains pays en développement ont également de grandes entreprises laitières. D'une manière générale, les grands producteurs ne détiennent pas une part importante de la production laitière national.

La production laitière en Algérie a dépassé le niveau 3,52 milliards de litres en 2017 dont plus de 2,58 milliards de litre de lait de vache (73%). Le graphique 4, met en évidence la collecte, intégration et production du lait cru national de l'année 2009 jusqu'à 2017.

**I.4.4- Transformation du lait :**

Le lait permet les produits qui a une durée de vie courte qui doit être manipulait avec soin. Ce produit est extrêmement périssable car c'est un excellent milieu de croissance pour les micro-organismes qui peuvent provoquer des maladies chez les consommateurs. La transformation du lait permet au produit de se conserver pendant des jours, des semaines ou des mois et réduit l'incidence des maladies d'origine alimentaire, grâce à des techniques comme le refroidissement qui est le facteur le plus susceptible d'influer sur la qualité du lait cru.

Dans certaines régions des pays en développement, la réfrigération n'est pas possible en raison de l'investissement initial élevé, des coûts de fonctionnement et des problèmes techniques, notamment l'absence ou le manque de fiabilité de l'approvisionnement en électricité. Les options pour abaisser la température et/ou retarder la croissance des organismes nuisibles comprennent : l'ébullition du lait immédiatement après la traite, l'immersion partielle des récipients de stockage du lait dans de l'eau froide (par exemple, un cours d'eau), et l'utilisation de la méthode à la lactoperoxydase<sup>3</sup>.

#### **I.4.5- La logistique de la distribution :**

##### **I.4.5.1- Définition de la distribution :**

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'entreprise (Dubois, 2000).

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* » (DAYAN, 1987).

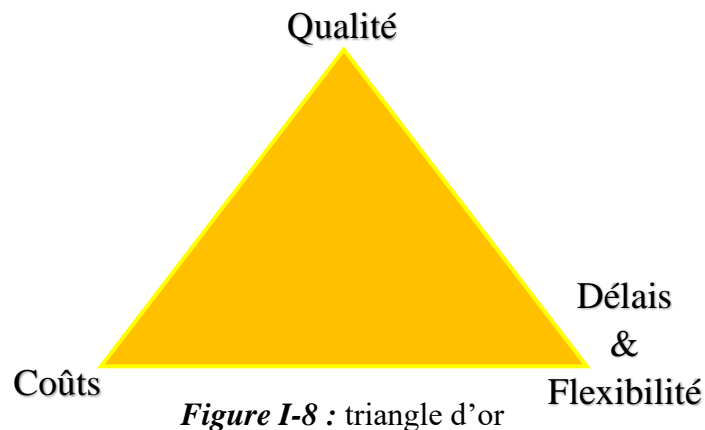
##### **I.4.5.2- Les objectifs de logistique de distribution :**

Les principales missions de la distribution dans le secteur de la logistique c'est de situé le produit à proximité du client pour assurer leur satisfaction maximale et garantir la fiabilité et flexibilité d'une livraison avec une rentabilité optimale.

Les entreprises cherchent le choix du positionnement stratégique qui s'appelle triangle d'or illustrer dans la Figure I-8« coût-délai-qualité/réactivité » ces trois notions fondamentales qu'il faut doit connaître et évaluer.

---

<sup>3</sup>Lactoperoxydase : c'est une méthode fait pour prolonge la durée de conservation sure et naturelle du lait cru de 7-8 heures à 30 °C qui a été approuvé par le Codex Alimentarius.



Les entreprises ont longtemps dû choisir un seul objectif stratégique parce qu'il semblait que les trois positionnement soient Contradictaires.

- La stratégie low cost conduite à une production à volume élevé sans trop se soucier de la qualité et peu de flexibilité.
- Une stratégie de bonne qualité entraînait une augmentation des coûts du fait des choix des composants et de la multiplication des contrôles.
- Une stratégie de flexibilité qui permet d'obtenir des produits de plusieurs types dans des délais courts qui nécessite plus de moyens humain et technique et donc forcément, cela a un coût important.

#### **I.4.5.3- La maîtrise des coûts logistique :**

La création de valeur ajouté dans la Supply Chain ne se limite pas au simple cumul des coûts induits par les opérations physiques et l'utilisation des flux d'informations, l'objectif de minimisation des coûts logistique reste un jeu majeur. Cependant l'évolution des couts logistiques se situe sur plusieurs axes :

- ⇒ Les stocks qui sont très importants pour assurer la disponibilité des produits et les délais.
- ⇒ Les moyens de transport, interne ou achetés à des prestataires qui représentent d'importantes dépenses.
- ⇒ Les entrepôts sont également un poste de coût significatif.
- ⇒ Les systèmes d'information, permettent un pilotage des flux et de traitement des commandes, sont un investissement conséquent pour une entreprise.



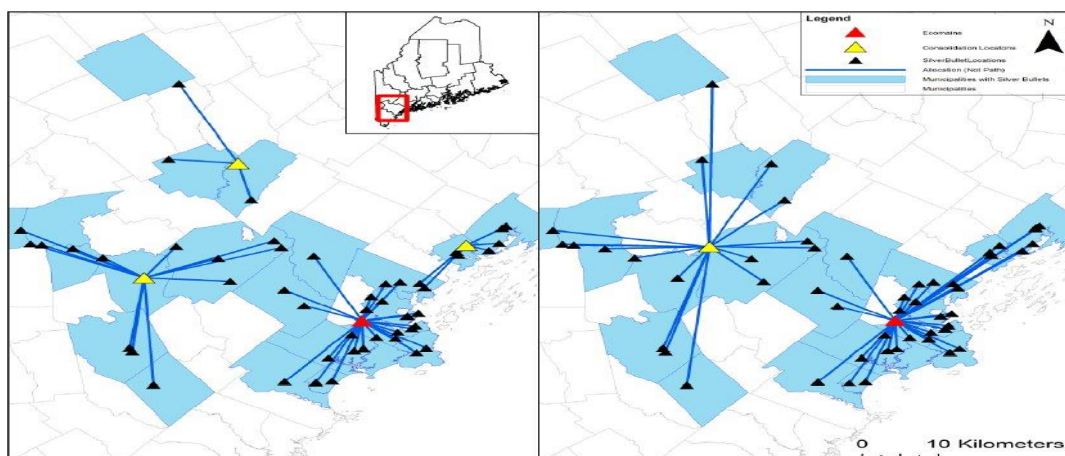
#### I.4.5.4- Le circuit de distributions :

Distribuer des produits, c'est les amener aux bons endroits en quantités suffisantes, avec le choix besoin, au bon moment, et pour lui vendre, consommer et fournir les services nécessaires. Un grand nombre d'opérations découlent de ces exigences. Elles sont entreprises par des individus et des organisations qui forment divers circuit de distribution. Ce dernier 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.

Le réseau est constitué d'une usine qui fabrique le produit et distribue à un ensemble de clients à travers des tournée. L'objectif est de satisfaire la demande et minimisant la somme des coûts de transports et de stockage. Pour atteint ce but en définit la localisation optimale des sites.

#### I.4.5.5- Problème de localisation et allocation :

Dans ce problème, les décisions d'allocation et de localisation doivent être prises simultanément. En supposant que le produit provient de plusieurs sources et doit livrer à travers l'entrepôt jusqu' au point de consommation. Nous devons choisir une chaîne pour le cheminement de chaque produit vers chaque point de consommation et déterminer les usines (entrepôts) doivent être ouverts ou fermés, en tenant compte la contrainte de capacité de l'installation opportunités d'expansion de site disponible et potentielles (voir la Figure I-9 c'est dessous).



*Figure I-9:* exemple location -allocation (GIS22)

Le problème de localisation et allocation consiste de déterminer l'emplacement d'un ou plusieurs usines afin d'optimiser la distance entre ces sites et un ensemble d'utilisateurs potentiels (Fouad, 2013).

L'optimisation des systèmes de transport et de distributions est un enjeu majeur pour les entreprises car la recherche montre que l'expédition et la distribution coutent le tiers du coût comment fonctionnent les chaînes d'approvisionnement. Système de distribution est se compose d'un ensemble de fonctionnalités clé, y compris l'emplacement du centre de stockage et la distribution, la gestion des stocks, et enfin le développement du routage des véhicules pour la livraison des produits finis aux clients et l'approvisionnement en matières premières. Alors, l'optimisation du système de distribution d'énergie réside dans la résolution de tous les problèmes liés à ces fonctions. Dans ce qui suite, nous nous concentrerons uniquement sur les fonctions décrites en détail.

#### **I.4.5.6- Les moyens du transport dans laiteries :**

Les produit laiteries est à cycle de vie court, les livraisons sont fréquentes ce qui rend la logistique relativement complexe. Ce besoin conduit à utiliser des moyens du transport spécialisés sont des camion frigorifiques pour conserver les produits laiteries à une basse température, ainsi que la durée du transport a une importance primordiale pour assurer la livraison de lait de bonne qualité.

#### **I.5- Conclusion :**

Dans ce chapitre nous avons présenté le cadre conceptuel de la logistique, on a défini les notions de la chaîne logistique avec une description de ces entités, de ces flux et des activités. Ainsi on a abordé la gestion de la chaine logistique et ces différents rôles. Nous avons ensuite concentré sur le secteur principal de notre thème ; le transport et la logistique de distribution dans le secteurs alimentaire et plus précisément les produits laitères qui occupe une importance dans l'industrie alimentaire. Nous focalisons dans les prochains chapitres sur le problème d'optimisation des coûts de distribution de lait. Ce problème est connu sous le nom de tournée de véhicule, un problème classique dans la recherche opérationnelle. Le chapitre suivant détaillera cette notion et ces méthodes de résoudre ce type de problèmes.

**CHAPITRE II :**

**L'optimisation dans le  
problème de tournées de  
véhicules**

## **CHAPITRE II : L'optimisation dans le problème de tournées de véhicules**

### **II.1- Introduction :**

Le problème des transports est actuellement l'un des problèmes les plus importants auxquels sont confrontées les entreprises. Aujourd'hui, dans l'industrie, les coûts de distribution des produits à courte durée de vie représentent une grande partie des coûts opérationnels de l'entreprise, d'autant plus qu'ils augmentent constamment et que les exigences des clients deviennent beaucoup plus importantes. La complexité du réseau de distribution de produits à courte durée de vie vient de la nécessité de gérer le flux de produits de l'usine aux consommateurs sans délai, avec la quantité exacte requise, et de s'assurer qu'un produit de bonne qualité est inchangé, tout ça est livré au coût le plus bas.

La gestion de ce réseau nécessite un outil de planification qui permet d'optimiser la chaînes logistiques, cette optimisation consiste à chercher à créer un ensemble de variables soumises à des contraintes, à ce point-là nous avons besoin à la recherche opérationnelle.

### **II.2- La recherche opérationnelle :**

La recherche opérationnelle vise à trouver la meilleure option dans la façon dont travailler afin d'obtenir le résultat souhaité d'une manière optimal ou prendre la meilleure décision possible. Le but de la recherche opérationnelle est de préparer les décisions scientifiques, elle implique généralement l'utilisation de modèles mathématiques, des méthodes et techniques rationnelles et aussi souvent l'utilisation de méthodes informatiques puissantes.

Pour résoudre un problème d'optimisation des ressources visant à maximiser ou minimiser une fonction objectif de nombreuses variables qui sont elles-mêmes soumises à un ensemble de contraintes, la recherche opérationnelle suggère un grand nombre de méthodes algorithmiques pour résoudre ce type de problème dans divers domaines d'application telle que les problèmes d'optimisation des coût de distribution et c'est ce à quoi nous nous efforçons dans notre travail. Et nous arriverons à une mention les différentes problématique avec un accent particulier sur la fonction de l'élaboration des tournées de véhicules qui est le thème principal de notre travail de projet fin d'étude.

### II.3- Problèmes d'optimisation :

#### II.3.1- Définition :

Pour commencer, les problèmes d'optimisation se posent en particulier pour tout gestionnaire qui doit choisir la meilleure décision parmi plusieurs décisions potentielles, ou élaborer un plan de travail. La programmation mathématique qu'il s'agit d'un ensemble de méthodes ou de processus mathématiques qui visent à chercher au moins un optimum localement, ou même globalement pour un problème de décision particulier, peut également résoudre des problèmes de transport ou, plus généralement, des problèmes de planification ou d'allocation.

#### II.3.2- La fonction objectif :

Le nom de fonction objectif est lié au problème d'optimisation mathématique à la recherche opérationnelle, elle définit la fonction qui sert à trouver la meilleure solution pour le problème d'optimisation en fonction des variables de décisions (Wikipedia, 2020).

Mathématiquement, le problème d'optimisation se présente selon (Collette, et al., 2002) comme suit :

- Minimiser  $f(\vec{x})$  (fonction à optimiser)
- Avec  $\vec{g}(\vec{x}) \leq 0$  (m contraintes d'inégalité)
- Et  $\vec{h}(\vec{x}) = 0$  (p contraintes d'égalité)

On a  $\vec{x} \in R^n$ ,  $\vec{g}(\vec{x}) \in R^m$  et  $\vec{h}(\vec{x}) \in R^p$

Ici les vecteurs  $\vec{g}(\vec{x})$  et  $\vec{h}(\vec{x})$  représentent respectivement m contraintes d'inégalité et p contraintes d'égalité

#### II.3.3- Caractéristique d'un problème d'optimisation :

Le problème d'optimisation a un ensemble de caractéristiques que nous avons extraites d'après la thèse de (Berro, 2001)

- ✓ Un problème d'optimisation est défini comme un espace d'état, une ou plusieurs fonctions objectif avec un ensemble de contrainte.
- ✓ La fonction objectif représente le but à atteindre pour le gestionnaire (minimisation de coût, de durée, d'erreur, ...).
- ✓ L'ensemble de contraintes détermine les conditions sur l'espace d'état auxquelles les variables doivent répondre. Ces contraintes sont souvent des contraintes d'inégalité ou d'égalité, et déterminent généralement les limites de l'espace de recherche.
- ✓ Une méthode d'optimisation cherche le point ou un ensemble de points de l'espace d'état potentiel qui répond le mieux à un ou plusieurs critères. Le résultat est appelé valeur optimale ou optimale.

### **II.4- Généralisation sur le problème de tournées de véhicules :**

Les systèmes de transport utilisés pour distribuer les produits laitiers ont fait l'objet de nombreuses études dans la communauté scientifique de la recherche opérationnelle et le domaine dans lequel notre travail est effectué est lié au des tournées de véhicules VRP (Vehicle Routing Problem) ainsi que ses extensions. Il s'agit de rendre visite à les clients depuis l'usine en passant par un ensemble de véhicules, l'objectif est de réduire le coût du transport. À l'origine, VRP est une version développer du problème de voyageur de commerce TSP (Traveling Salesman Problem) pour déterminer l'ordre dans lequel les clients seront visités en utilisant un seul véhicule.

#### **II.4.1- Le problème de voyageurs de commerce TSP :**

Le problème du voyageur de commerce est un problème classique de la recherche opérationnelle. En effet, le nom donné à ce problème signifie que le voyageur du commerce désire visiter un certain nombre de villes partant d'un points de départ pour traverser uniquement une seule fois toutes les autres villes et revenir au point où il a commencé, c'est à l'origine un fait d'un circuit hamiltonien. Son objectif consiste à trouver le circuit de trajets en distance minimal de la tournée, un cout minimal, ou un temps minimal. Depuis son apparition les chercheurs scientifique ont intéressés à ce problème afin d'apporter une réponse scientifique.

## CHAPITRE II : L'optimisation dans le problème de tournées de véhicules

Le problème de TSP généralement modélisé par un graphe  $G = (X, E)$  où  $X$  est l'ensemble des sommets qui représentent les villes, et  $E$  l'ensemble des arêtes et ces derniers sont évaluées par des coûts. Une formulation mathématique proposée par (REGO, et al., 1994) où ils définissent :

- $n = X$  Le nombre des ville à visitées.
- $i, j = \{0 \dots, n\}$  L'ensemble des villes
- $c_{ij}$  Le coût de l'arête reliant les clients  $i$  et  $j$ .
- $x_{ij}$  Un variable binaire qui prend la valeurs 1 si l'arc  $(i, j)$  est utilisé ou 0 sinon.

Ainsi le modèle mathématique se donne comme suit :

$$\text{Minimiser } \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n c_{ij} x_{ij} \quad (1)$$

♦ Sous les contraintes :

$$\sum_{i \in X} x_{ij} = 1; \quad \forall j \in X \quad (2)$$

$$\sum_{j \in X} x_{ij} = 1; \quad \forall i \in X \quad (3)$$

$$\sum_{i,j \in S} x_{ij} \leq |S| - 1; \quad \forall S \subset X; 2 \leq |S| \leq n - 2 \quad (4)$$

$$x_{ij} \in \{0,1\}, \quad \forall i, j \in X \quad (5)$$

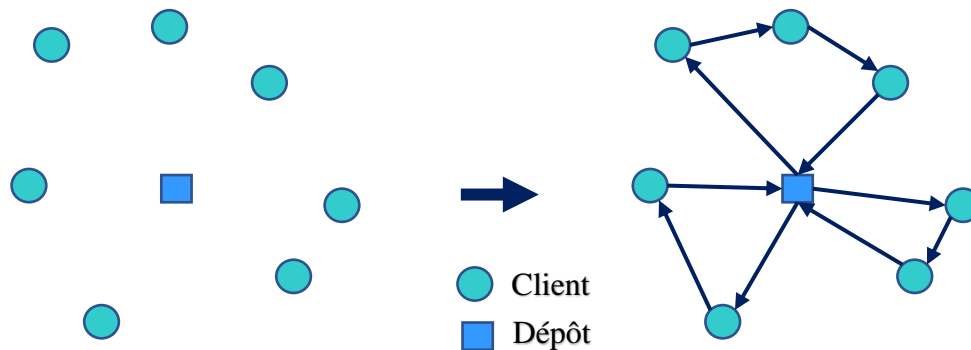
La fonction objectif (1) est de minimiser le coût total de la tournée parcourue par le voyageur. Les contraintes (2) et (3) assurent que le voyageur ne passe qu'une seule fois à travers chaque sommet, c'est à dire n'a qu'une arrivée et un départ de chacun des client. La contrainte (4) est une formulation classique qui garantit l'élimination des sous-tours dans la solution, et la dernière contrainte (5) garantie le respect des variables binaires.

### II.4.2- Le problème de tournées de véhicules VRP :

Le problème de tournées de véhicule (VRP) a été modélisé initialement pour la première fois par Dantzig et Ramser en 1959 (REGO, et al., 1994), qui ont été

## CHAPITRE II : L'optimisation dans le problème de tournées de véhicules

développées un modèle mathématique à l'aide de la programmation linéaire et l'assemblage des sommets. Le problème est une extension généralisée du problème du voyageur du commerce multi-véhicules. La version simplifiée de VRP avec contrainte de capacité considère une flotte de véhicules de capacité finie, basée dans un dépôt, doit assurer des tournées entre plusieurs clients répartis géographiquement (voir la Figure 0-1), chacun d'eux a commandé certaines marchandises, chaque client ne peut être servi que par un et un seul véhicule (AKLI, 2013). Le but consiste à déterminer les itinéraires pour minimiser la distance totale parcourue par les véhicules tout en veillant à ce que la demande des clients soit satisfaite.



*Figure 0-1:* les tournées de véhicules

Nous pouvons donc définir la représentation graphique  $G = (X, E)$  où  $X = \{0, \dots, n\}$  comporte le dépôt (nœud 0) et les  $n$  clients et  $E$  représente les arcs entre deux clients  $i, j \in N$ , avec un ensemble de véhicules une formulation mathématique proposée par (Marshall L, et al., 1978) est présentée comme suit :

◆ Les constantes :

- $n$  : Nombre de sommets
- $i, j = \{1, \dots, n\}$  : ensemble des sommets
- $K = \{1, \dots, m\}$  : ensemble des véhicules
- $Q_k$  : Capacité de véhicule  $k$
- $d_i$  : Demande de sommets  $i$  ( $d_1=0$ )
- $c_{ij}$  : Coût ou distance entre sommets  $i$  et  $j$

◆ Les variable de décision :



- $x_{ij}^k = \begin{cases} 1 & \text{si le véhicule } k \text{ effectue le trajet } i, j \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$
- $y_i^k = \begin{cases} 1 & \text{si le véhicule } k \text{ visite le client } i \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$

♦ La fonction objectif :

$$\text{Minimiser } \sum_{k \in K} \sum_{i \in X} \sum_{j \in X} c_{ij} x_{ij}^k \quad (6)$$

♦ Sous les contraintes :

$$\sum_{i \in X} d_i y_i^k \leq Q_k, \forall k \in K \quad (7)$$

$$\sum_{k \in K} y_i^k = 1, \forall i \in X \setminus \{0\} \quad (8)$$

$$\sum_{k \in K} y_0^k \leq K \quad (9)$$

$$\sum_{i \in X \setminus \{0\}} x_{ij}^k = y_j^k, \forall j \in X \setminus \{0\}, k \in K \quad (10)$$

$$\sum_{j \in X \setminus \{0\}} x_{ij}^k = y_i^k, \forall i \in X \setminus \{0\}, k \in K \quad (11)$$

$$\sum_{i, j \in S} x_{ij}^k \leq |S| - 1, k \in K, \forall S \subset X, 2 \leq |S| \leq n - 2 \quad (12)$$

$$x_{ij}^k \in \{0, 1\}, \forall i, j \in X, k \in K \quad (13)$$

$$y_i^k \in \{0, 1\}, \forall i \in X, k \in K \quad (14)$$

Dans ce modèle la fonction objectif (6) consiste à minimiser le totale des coûts de transport des véhicules. La contrainte (7) assure que la capacité doit être respectés pour

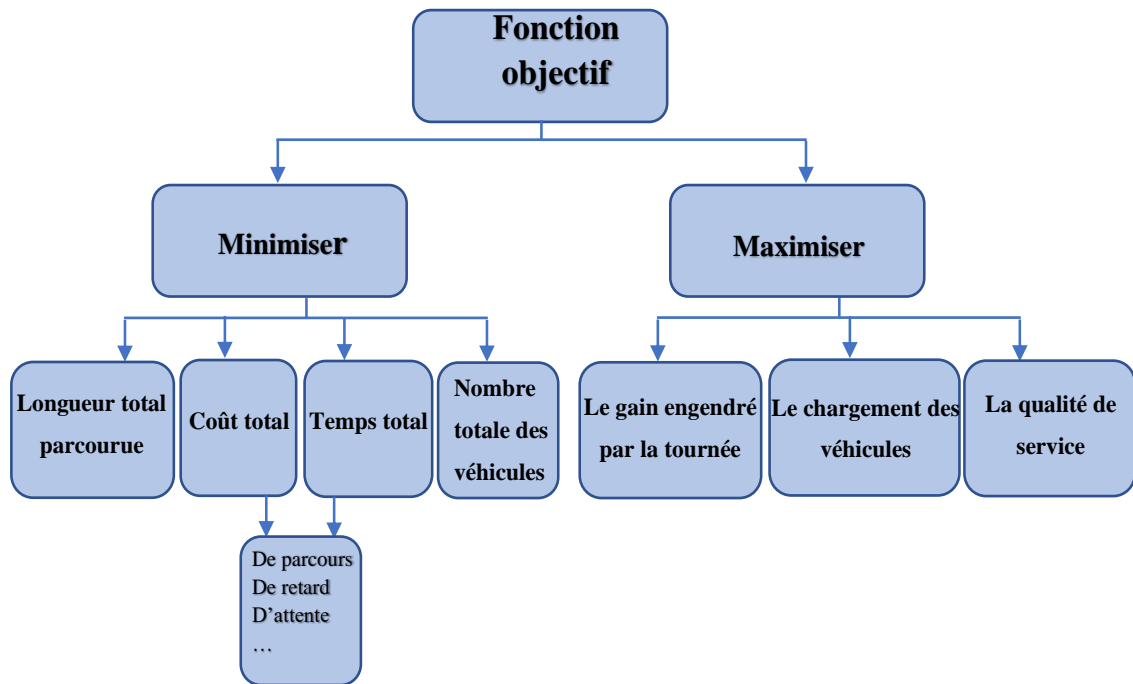
n'importe quelle véhicule. Selon la contrainte (8) chaque client est visité une seule fois. La contrainte (9) représente la limite du nombre de tournées des véhicules. La continuité d'une route est représentée par les contraintes (10) et (11) c'est-à-dire tout véhicule visitant un client doit partir pour visiter un autre. Nous trouvons également la contrainte sur l'élimination des sous-tours dans l'équation (12) et enfin les contraintes des variables binaires (13) et (14).

Le problème du développement des tournées de véhicules est un problème NP difficile ce qui signifie qu'il n'existe actuellement aucun algorithme déterministe capable de résoudre ce problème en temps polynomial (K.H, et al., 2000). Pour les problèmes complexes avec un grand nombre de clients > 100 clients, il est nécessaire d'utiliser des méthodes d'approches pour les résoudre, et c'est ce dont nous reviendrons plus tard plus en détail.

Ce modèle simple de VRP est une base ajustable en fonction des caractéristiques du problème étudié. Ces changements reposent principalement sur quatre paramètres : la flotte, la demande, les contraintes et l'objectif (Bianchi, 2000) :

- **La flotte** : La flotte de véhicules varie en fonction de la norme de taille composée du nombre limité de véhicules. Également l'homogénéité lorsque tous les véhicules sont de même capacité, soit hétérogène si ce n'est pas le cas.
- **La demande clientèle** : Le client est caractérisé par sa demande en un ou plusieurs produits, et la demande des clients de même tournée liée à la capacité du véhicule. D'autre part, la demande peut être limitée à la fenêtre de temps de la visite au cours de laquelle le client doit être servi. De plus, la demande peut être prééglé, fixée et connue par le distributeur ou incertaine (aléatoire).
- **Les contraintes** : Les contraintes peuvent être variées, nous en citons quelques-unes, La capacité des véhicules limitée, et dans certains cas le transfert de catégories spécifiques de produits, par exemple, les produits laitiers seront nécessairement transportés dans des camions frigorifiques. Le facteur temps (disponibilité du client ou créneaux horaires...).
- **La fonction objectif** : l'objectif peut varier en fonction du problème étudié dans les problèmes de tournées, Il s'agit généralement d'une fonction de coût qui doit être

minimisée ou d'une fonction de profit qui doit être maximisée, autres objectifs peuvent être concédées (AKLI, 2013) a schématisée dans la Figure 0-1 :



*Figure 0-1:* la fonction objectif

### II.4.3- Variantes de VRP :

Il existe de nombreuses extensions du problème VRP qui sont apparues dans la littérature grâce à leurs applications importantes dans le domaine du transport et de la distribution, et comme il se doit que les entreprises doivent ajouter des décisions affectant les clients et les véhicules aux différentes tournées pour améliorer sa fonctionnalité, ces décisions prises, plusieurs contraintes peuvent y être considérées ou ignorées. Chaque fois qu'une contrainte est ajoutée ou supprimée, un nouveau problème apparaît.

Il existe une classification des articles qui peuvent être ajoutés au VRP de base aux revues de l'état de l'art dans (Desrochers, et al., 1990) et (Eksioglu, et al., 2009), Ces éléments peuvent être résumés comme suit :

- 1) Réseau routier : Les distances peuvent être symétriques ou asymétriques.
- 2) Source d'approvisionnement : Un seul ou plusieurs dépôts.
- 3) Propriétés de la demande :
  - Déterministe, stochastique ou dynamique.

## CHAPITRE II : L'optimisation dans le problème de tournées de véhicules

- Objet sans/avec dimensions ou liquide.
- 4) La clientèle : Identifiable, localisable et peut être potentielle.
- 5) La flotte :
- Un seul ou plusieurs véhicules.
  - Homogène ou hétérogène.
  - Un ou multi-compartiments.
- 6) Tournées :
- Longueur Restreinte ou non restreinte.
  - Durée restreinte ou non restreinte.
  - Une ou plusieurs tournées admises par véhicule.
- 7) Visite aux clients :
- Nombre de visites : unique ou multiple.
  - Horaires de visites : non définis, rendez-vous, fenêtres de temps souples ou rigides.
- 8) Types de service :
- Collecte ou livraison.
  - Collectes et livraisons simultanées.
- 9) Horizon de service : Mono-période ou Multi-périodes.
- 10) Coût : Exprimé en fonction de la distance, temps ou nombre de véhicules. Il peut aussi être une combinaison de ces critères.

Dans la suite nous allons présenter les principales variantes du VRP selon le type de contraintes :

**Problème de tournées de véhicules avec contrainte de capacité (Capacitated Vehicle Routing Problem (CVRP))** : C'est très proche du VRP de base, il s'agit d'un problème de tournées de véhicules avec les contraintes de capacités, où les véhicules ont une capacité de chargement limitée. Cela signifie que le total des demandes des clients appartenant à une tournée ne doit pas dépasser la capacité du véhicule.

**Problème de tournées de véhicules multi-périodes (Periodic Vehicle Routing Problem (PVRP))** : Le PVRP consiste à trouver un ensemble de tournées de véhicules, chaque demande est satisfaite à plusieurs reprises si nécessaire pendant la période de planification. En effet, il y a un nombre de visites  $k$  ( $1 \leq k \leq M$ ) qui doivent être effectuées au cours de période mentionnée. Donc pour résoudre le PVRP nous avons besoin d'identifier les clients qui devraient leur rendre visite et construire les tournées de véhicules pour satisfaire ces clients.

**Problème de tournées de véhicules avec fenêtres de temps (Vehicle Routing Problem with TimeWindows (VRPTW))** : Le VRPTW est un VRP où la contrainte de temps est imposée. En effet, le service doit être fourni à chaque client dans un délai spécifié déjà connu par le livreur, cette contrainte doit être pleinement respecté, le non-respect entraîne un coût de pénalité. Ce problème est souvent rencontré dans la vie réelle, distribution de produits comestibles tels que des produits laitiers dans notre projet, journaux, services ambulatoires, ... sont des exemples pratiques de VRPTW (AKLI, 2013).

**Problème de tournées de véhicules dynamique (Dynamic Vehicle Routing Problem (DVRP))** : Dans le DVRP une partie ou la totalité des données sont mises à jour au fur et à mesure que le processus de planification des tournées a lieu par exemple un nouveau client émerge, une commande est ajoutée, etc. Il se peut également que les données elles-mêmes ne soient pas entièrement connues lorsque le problème commence.

**Problème de tournées de véhicules multi-compartiments (Multi-Compartment Vehicle Routing Problem (MCVRP))** : Ce modèle est utilisé dans le cas où la demande de chaque client est composée de plusieurs produits incompatibles, ces produits doivent être transportés dans des compartiments indépendants sur la même véhicule (BENANTAR, 2017).

**Problème de tournées de véhicules avec multi-tournées pour chaque véhicule (Vehicle Routing Problem with Multiple Trips (VRPMT))** : Ce problème consiste à déterminer plusieurs tournées au cours d'une période par un seul véhicule lorsque nous avons une flotte de véhicules petite. Le VRPMT consiste à identifier une gamme de moyens de réduire le coût total du transport.

**Problème de tournées de véhicules multi-dépôts (Multi-Depots Vehicle Routing Problem (MDVRP))** : Le MDVRP se trouve généralement dans la distribution de marchandises. Il comporte plusieurs dépôts et dans chaque dépôt nous disposons d'un ensemble de véhicules. La tournée de chaque véhicule part de n'importe quel dépôt mais revient à son dépôt d'origine et chaque client doit être servi exactement une seule fois comme le cas de VRP.

**Problème de tournées de véhicules ouvert (Open Vehicle Routing Problem (OVRP))** : les caractéristiques de problème OVRP est identique avec le VRP simple, seulement les véhicules ne sont pas obligés de retourner au dépôt après avoir servi le dernier client de la tournée. L'OVRP apparaît surtout dans la livraison à domicile des colis et des journaux. Par exemple, les sous-traitants des sociétés de livraison utilisent leurs propres véhicules et ne retournent pas au dépôt (Eglese, et al., 2004).

**Problème de tournées de véhicules stochastique (Stochastic Vehicle Routing Problem (SVRP))** : le problème VRP est dit stochastique lorsque au moins un élément du problème est aléatoire (Gendreau, et al., 1996), c'est à dire un élément du problème ne peut être connu avec certitude. Dans notre domaine les agents de livraison ne savent pas combien sera livré au client qui l'a découvert au moment du service, et ce peut être les demandes des clients, le temps ou le coût du transport, ou bien l'ensemble des clients à visiter. Ils l'apprécient approximativement par une fonction stochastique.

**Problème de tournées de véhicules avec retours (Vehicle Routing Problem with backhauls (VRPB))** : Est une prolongation du VRP classique qui inclut un ensemble de clients à qui des produits doivent être livrés et un ensemble des fournisseurs dont les marchandises doivent être amenées au dépôt. En outre, sur chaque tournée, toutes les livraisons doivent être effectuées avant que les marchandises puissent être ramassées pour éviter de réarranger les charges sur le véhicule (Haiyan, 2005).

**Problème de tournées de véhicules avec distribution partagée (Split Delivery Vehicle Routing Problem (SDVRP))** : chaque client peut être visité plus d'une fois si cela est nécessaire, d'autre façon la demande de client peut être divisée sur plusieurs tournées. Cela se fait lorsque nous avons des commandes de clients supérieures à la capacité du véhicule.

## CHAPITRE II : L'optimisation dans le problème de tournées de véhicules

**Problème de tournées de véhicules avec livraison et ramassage (Vehicle Routing Problem with Pickup and Delivery (VRPPD))** : le problème de ramassage et de livraison (VRPPD) a les mêmes caractéristiques qu'un problème VRP. Ce problème consiste à élaborer un ensemble de tournées pour satisfaire les demandes de clients, où on distingue deux types de demande : la livraison d'un produit et le ramassage d'un produit. Ce type de problème introduit une contrainte de précédence : pour chaque tournée, l'opération de ramassage chez un client doit précéder l'opération de livraison (Haiyan, 2005).

La Figure 0-2 illustre la classification des variations de problème VRP selon le type des contraintes :

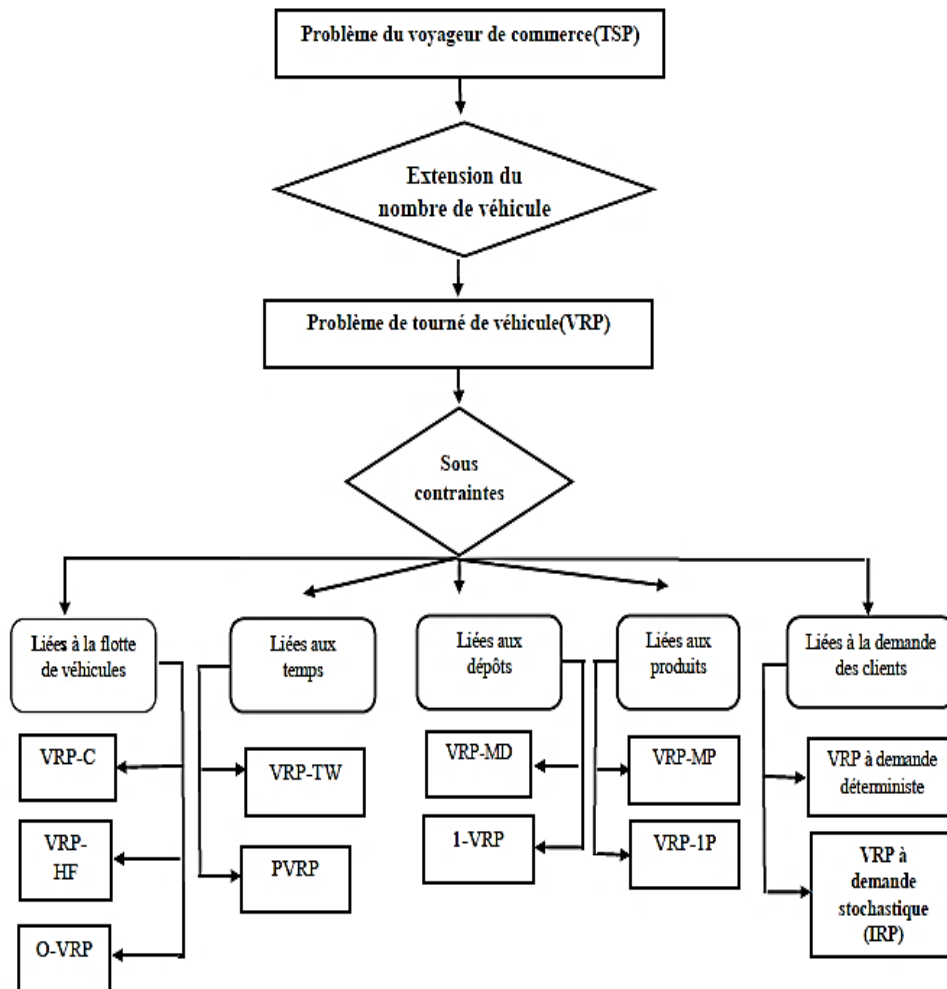


Figure 0-2: classification des VRP avec son variante (Adem, et al., 2021)

### **II.5- Méthode de résolution de problème VRP :**

Dans la littérature, les chercheurs scientifiques ont développé plusieurs méthodes viables au VRP afin d'atteindre leurs objectifs avec des meilleures solutions et en temps de traitement réduits. Ces méthodes peuvent être classées en deux catégories ; les méthodes exactes et les méthodes approchées (Laporte, et al., 2000). Dans notre projet, nous nous appuyerons sur les deux méthodes parce qu'elles sont applicables aux données de notre étude de cas, et nous fournirons une explication des résultats obtenus.

#### **II.5.1- Méthodes exactes :**

Le principe des méthodes exactes sont des méthodes précises qui procèdent à une exploration intelligente de l'espace de recherche afin de trouver une meilleure solution selon une certaine norme pour un problème, ou prouver qu'il n'y a pas de solution s'il est nécessaire. Pour VRP, les méthodes exactes reposent sur les approches de recherche arborescente, programmation linéaire et de programmation dynamique (BENANTAR, 2017).

##### **II.5.1.1- Recherche arborescente (Branch and Bound) :**

Cette méthode consiste à énumérer ces solutions de manière intelligente dans le sens où en utilisant certaines caractéristiques du problème en question, cette technique arrive à éliminer des solutions partielles qui ne mènent pas à la solution que nous recherchons. À ce fait, il est souvent possible d'obtenir la solution souhaitée dans un délai raisonnable. Bien sûr, au pire, nous nous référons toujours à l'abolition pure et simple de toutes les solutions au problème. Pour ce faire, cette méthode contient une fonction qui permet de mettre fin à certaines solutions soit pour les exclure, soit pour les maintenir comme solutions potentielles (Haiyan, 2005).

##### **II.5.1.2- Programmation dynamique :**

C'est une méthode basée sur le principe de Richard Bellman (1957). La programmation dynamique consiste à diviser le problème principal en petits sous-problèmes. Pour la résolution, la méthode commence par résoudre des sous-problèmes et revenir progressivement aux sous-problèmes les plus difficiles du problème principal (BENANTAR, 2017).



### II.5.1.3- Programmation linéaire en nombres entiers (Branch & Cut) :

La programmation linéaire (PL) est une branche de l'optimisation que nous avons mentionné ci-dessus dans le titre II.3- . La description du problème consiste en une formulation composée de variables de décision, contraintes auxquelles sont soumises ces variables et de l'objectif qui sera amélioré. Les limites et l'objectif sont des fonctions linéaires des variables. Un solveur PL (Programmation Linéaire) est utilisé pour tenter de trouver une solution optimale entière qui respecte les contraintes du problème PLNE (Programmation Linéaire en Nombres Entiers).

### II.5.2- Méthodes approchées :

La majorité des problèmes d'optimisation font partie de la classe NP-difficile y compris le VRP ainsi que ces problèmes contiennent de grandes tailles et plusieurs contraintes rendent les méthodes de résolution exactes inefficaces, et compte tenu de la fréquence et récurrence de ces problèmes dans la pratique, les chercheurs ont été incités à développer des méthodes approchées pour résoudre ces problèmes complexes. Il s'agit de la création de solutions presque parfaites à un temps de calcul raisonnable, sans pouvoir garantir l'optimalité. On distingue deux classes de méthodes : les heuristiques et les métaheuristiques qui ont été définies par (Christophe, 2001) comme suit :

- « Une heuristique est une méthode approchée dédiée à un problème et qui tente d'exploiter au mieux sa structure par des critères de décision déduits de la connaissance du problème » (Christophe, 2001).
- « Une métaheuristique est une méthode approchée générique dont le principe de fonctionnement repose sur des mécanismes généraux indépendants de tout problème » (Christophe, 2001).

Meta est un préfixe qui signifie « au-delà », « plus que ça », « à un niveau supérieur », lorsqu'il est ajouté « à l'heuristique, ils donnent Méta-heuristique qui signifie trouver au-delà, ou trouver plus que ça. Avant l'avènement du terme super-inférence.

Il existe un grand nombre de métaheuristiques différentes, de la simple recherche locale aux algorithmes de recherche globale complexes.

### II.5.2.1- Recuit Simulé (Simulated Annealing) :

Le recuit simulé est une technique d'optimisation de type Monte-Carlo issue de la mécanique statistique. A travers des travaux effectués indépendamment par trois chercheurs de la société IBM, Kirkpatrick, Gelatt et Vecchi (BENANTAR, 2017) généralisé à laquelle on introduit un paramètre de température qui sera ajusté pendant la recherche. En métallurgie, l'obtention d'un cristal parfait se fait grâce à la méthode du recuit, on porte un métal à une température suffisamment élevée pour qu'il soit dans l'état liquide, puis on baisse la température pour réorganiser les atomes afin d'obtenir une nouvelle structure (REGO, et al., 1994).

C'est en inspirant de ce procédé que le recuit a été développé. Il s'agit d'un algorithme stochastique, permettant à la valeur actuelle de se détériorer selon une certaine probabilité, en fonction du degré de progression de la recherche.

Par analogie à ce processus, la méthode du recuit simulé est appliquée aux problèmes d'OC NP-difficiles pour échapper à un optimum local et trouver une solution plus efficace que celle en cours.

Lorsqu'ils sont appliqués à des problèmes d'optimisation combinatoire, le recuit simulé commence par une solution notée  $S_0$ , et une température initiale  $T_0$  généralement élevée. A chaque itération, l'algorithme crée aléatoirement une solution  $S_0$  dans le voisinage de la solution courante  $S$  et apporte une modification préliminaire à la solution en modifiant la puissance du système  $\Delta E$ . Cette variation est acceptée si elle est négative, c'est-à-dire, la nouvelle solution  $S_0$  améliore la fonction objective ( $f(S_0) - f(S)$ ) et permet de diminuer l'énergie du système. Autrement,  $S_0$  est acceptée avec une probabilité  $P$  calculée suivant la distribution de Boltzmann suivante  $P(E, T) = \exp\left(-\frac{\Delta E}{T}\right)$ .

Comme l'indique sa notation, la probabilité  $P(E, T)$  dépend de deux facteurs : l'importance de la dégradation  $\Delta E = f(S_0) - f(S)$  et la température  $T$ . Une dégradation plus faible est acceptée plus facilement. Quant à la température, qui est initialement réglée à un niveau élevé, elle baisse par étapes comme le révèle l'algorithme jusqu'à ce qu'elle s'annule. Une température élevée correspond à une plus grande probabilité d'accepter la dégradation.

Le schéma algorithmique du recuit simulé est présenté dans la Figure 0-3 ci-dessous :

---

**Algorithme** Pseudo-code du recuit simulé.

---

(a) **Phase d'initialisation**  
Générer  $S_0, T_0$   
Initialiser  $S^* := S_0$

(b) **Phase d'amélioration**  
**répéter**  
  **répéter**  
     $S$  solution courante  
    Générer un voisinage  $V(S)$   
    Sélectionner aléatoirement un voisin  $S' \in V(S)$   
    Calculer  $\Delta E = f(S') - f(S)$   
    **si**  $\Delta E \leq 0$  **alors**  
      Mettre  $S := S'$   
      **si**  $f(S') \leq f(S^*)$  **alors**  
        Mettre  $S^* := S'$   
      **fin si**  
    **sinon**  
      Mettre  $S := S'$  avec la probabilité  $(\exp -\frac{\Delta E}{T})$   
    **fin si**  
  **jusqu'à** Fin de Palier  
  Modifier la température  $T$   
**jusqu'à** Critère d'arrêt satisfait  
Renvoyer  $S^*$ .

---

*Figure 0-3* : algorithme recuit simulé

### II.5.2.2- Recherche tabou :

L'idée de base de la recherche tabou est de suivre les solutions récemment visitées dans la liste des tabous. Cette liste est utilisée lors des déplacements dans le voisinage de manière à ne pas revenir sur des solutions déjà visitées. Pour cela, lors de la recherche locale, le voisinage de la solution actuelle est réduit à des solutions qui ne font pas partie de la liste des tabous. À partir d'une position donnée, à en explorer le voisinage et à choisir la position dans ce voisinage qui minimise la fonction objectif (AKLI, 2013).

La Figure 0-4 présente l'algorithme de recherche tabou réduite à sa plus simple expression.  $S_0$  est la solution initiale,  $S$  est la solution courante,  $S^*$  est la meilleure solution et  $f$  est la fonction à optimiser.

---

**Algorithme** Pseudo-code de la recherche tabou.

---

(a) **Phase d'initialisation**

Générer une solution initiale  $S_0$

Initialiser la liste tabou  $T = \emptyset$

Initialiser  $S^* := S_0$

(b) **Phase d'amélioration**

**répéter**

$S$  solution courante

Générer un voisinage  $V(S)$

Sélectionner le meilleur voisin  $S' \in V(S)$  tq  $S := S' \notin T$

**si**  $f(S') \leq f(S^*)$  **alors**

Mettre  $S^* := S'$

**fin si**

Valider le mouvement  $S \rightarrow S'$

Insérer le mouvement  $S \rightarrow S'$  dans  $T$

Mettre à jour la liste tabou

**jusqu'à** Critère d'arrêt satisfait

Renvoyer  $S^*$ .

---

**Figure 0-4 :** algorithme de la recherche tabou

### II.5.2.3- Les algorithmes génétiques

Les algorithmes génétiques sont créés en 1975 par le chercheur américain Jonh Henry Holland. Ils font partis des algorithmes évolutionnaires et se détachent en grande partie par la représentation des données du génotype, initialement sous forme d'un vecteur binaire et plus généralement sous forme d'une chaîne de caractères.

A la manière d'un phénomène naturel, la méthode repose sur l'idée qu'au fur à mesure que les générations se renouvellent, la valeur moyenne des solutions faisables s'améliore.

Un algorithme génétique d'après (REGO, et al., 1994) a donc la forme suivante :

- 1) Créer la population initial, *popsiz*e solutions ;
- 2) Tant que le critère d'arrêt n'est pas vérifié faire
  - a) Evaluation
    - Evaluer chaque individu  $i$  de la population ;
  - b) Sélection

- Calculer, d'après l'ensemble de ces évaluations, la justesse proportionnelle (fitness)  $f(i)$  de chacune de ces solutions et ainsi la probabilité  $p(i)$  de chacune d'entre elles d'être choisie comme « reproductrice » ;
  - Constituer un ensemble de couples d'individus compte tenu de cette probabilité ;
- c) Reproduction
- Application des opérateurs génétique pour sélectionner des couples ;
  - Combiner chaque couple afin de produire une nouvelle solution issue des deux parents ;
  - Si le nombre des solutions produits est supérieur à  $popsiz$  alors garder les  $popsiz$  meilleurs « enfant » ;

A cet algorithme de base peut être ajouté une « régénération » aléatoire de la population. Celle-ci peut être obtenue par un opérateur génétique appelé mutation selon une certaine fréquence, créer des enfants dont une partie des gènes sont aléatoire et donc indépendants de ceux des deux parents, le reste de la solution étant construit classiquement par combinaison des gènes parents.

### II.6- Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons exposé le défi de transport dans la logistique de distribution ainsi que le rôle de la recherche opérationnelle liés à l'optimisation du problème de tournées de véhicules avec sa richesse et variété, qui intervient dans tous les maillons de la chaîne logistique.

Après avoir rappelé quelques concepts initiaux, nous sommes passés à la description problème de tournées de véhicules en détail depuis leur origine jusqu'aux variables Plus compliqué. Nous avons, également, passé aux principales méthodes de résolution qui nous aident à trouver des solution dans notre projet.

Cependant, étant donné que les méthodes de résolution du problème de tournées de véhicules ne peuvent pas être facilement généralisées à d'autres industries, la constitution génétique du problème doit être adaptée à chaque cas. Prochain chapitre, nous proposerons une véritable application pour le modèle de tournées de véhicules

**CHAPITRE III :**  
**Présentation de l'entreprise**  
**GIPLAIT EI Mansourah**

### **CHAPITRE III : Présentation de l'entreprise GIPLAIT El Mansourah**

#### **III.1- Introduction :**

Après avoir abordé dans les chapitres précédents le concept de la gestion de la chaîne logistique, ainsi que le rôle des problèmes de tournée de véhicules dans l'aide à la décision à la logistique de distribution. Dans ce chapitre, nous tenterons d'appliquer ce qui a été énoncé dans la partie théorique sur le problème de tournée de véhicules et l'optimisation de distribution des produit laiterie chez la sous-unité du groupe industriel de production de lait et de ses dérivés- GIPLAIT - Unité Mansourah.

Pendant la période du stage à la fin de l'étude au sein d'entreprise GIPLAIT-Unité Mansourah (Welaya de TLEMCEM), nous avons eu l'opportunité d'appréhender la logistique et appliquer ce que nous avons accueilli durant notre parcours de formation en management industriel et logistique. Dans un premier temps, nous présenterons une description de cette entreprise, nous connaissons ses produits et étapes de production, puis nous aborderons les activités de distribution jusqu'à ce que nous arrivions à poser la problématique et proposer un modèle mathématique adaptées au besoin de l'entreprise.

#### **III.2- Présentation de l'entreprise :**

Le Groupe GIPLAIT/SPA est l'un des plus importants producteurs de laits et produits laitiers en Algérie, et l'unité de Tlemcen El Mansourah est rattachée à l'Office National de la Production du Lait et de ses Dérivés ce qui une unité industrielle et commerciale où elle produit et vend du lait et ses dérivés à ses clients. Dans la suite, nous aborderons l'historique, la fiche technique et la nature de l'activité qu'elle exerce afin de pouvoir atteindre ses objectifs.

##### **III.2.1- Historique :**

L'Office National du Lait et de ses Dérivés se soutenait mutuellement pour l'autogestion, et après le décret du 20 novembre 1969, son nom a été changé en ONALAIT Office National Algérien du Lait, et il a été divisé en trois composantes :

- Coletal (Alger)
- Clo (Oran)
- Clc (Constantine)

## **CHAPITRE III : Présentation de l'entreprise GIPLAIT El Mansourah**

---

Après la restructuration des institutions en l'an 1982, l'état a créé des bureaux régionaux répartis sur trois régions :

- ORLAC (l'office régional du lait est au centre).
- OROLAIT (office régional du lait de l'ouest).
- ORELAIT (office régional du Lait de l'est).

L'état algérien est venu en 1993 avec de nouvelles décisions issues du fonds international, qui ont imposé aux pays un nouvel ordre mondial, dont l'Algérie, qui a engagé ses entreprises en privatisation, parmi ces entreprises :

- Office national interprofessionnel du lait et des produits laitiers (ONIL) à Boufarik, Alger.
- Groupe industriel de production de lait et de ses dérivés (GIPLAIT) situé à Hussein Dey, Alger.

En 1997, les entreprises laitières et laitières ont entamé un nouveau processus. De là, le groupe industriel pour la production de lait et de produits laitiers a été créé, supervisé par un directeur général principal sous la supervision du ministère de l'agriculture et du développement rural, et ils ont donné aux unités de production une nouvelle série appelée filiales, parmi lesquelles l'unité de Tlemcen El Mansourah.

### **III.2.2- Fiche technique de l'entreprise :**

Raison sociale : E P E Spa Laiterie EL Mansourah Tlemcen

Statut juridique : Société par actions

Capital social : 448 540 000 DA

Siège social : Zone semi industrielle Abou Tachefine Tlemcen

Numéro du registre de commerce : 13/00-0262135 B98

Numéro d'identification fiscal : 099813026213508

Comptes bancaires : B.A.D.R Banque Agence N° 513



◆ 00300 513 101 648 300 001

◆ 00300 513 300 301 300 082

N° de Téléphone : 00 213 43 38 91 75

N° De FAX : 00 213 43 38 93 71

N° De Mobile : 00 213 6 61 22 01 16

COURRIEL : [mansourahgiplait@gmail.com](mailto:mansourahgiplait@gmail.com)

### ❖ Localisation de l'entreprise :

Cet établissement est situé dans la zone semi-industrielle Abou Tachefine Tlemcen et sa superficie totale est estimée à environ 29 700 m<sup>2</sup> dont la superficie bâtie est 7 821.92 m<sup>2</sup>, elle est bordée au nord par la route principale entrant dans la ville de Tlemcen, au sud par Cheteoan, à l'ouest par la Société de Construction (LTPE), et à l'est par El Kaudia. Il contient également le bâtiment de production (Figure III-1), qui comprend l'atelier de préparation du lait, l'atelier de remplissage des sacs de lait, l'atelier de nettoyage et un autre atelier de fabrication de yaourt, en plus d'un grand bâtiment représentant le siège administratif de cet établissement, ainsi qu'un bâtiment pour le stockage de la poudre de lait et des matières d'emballages.

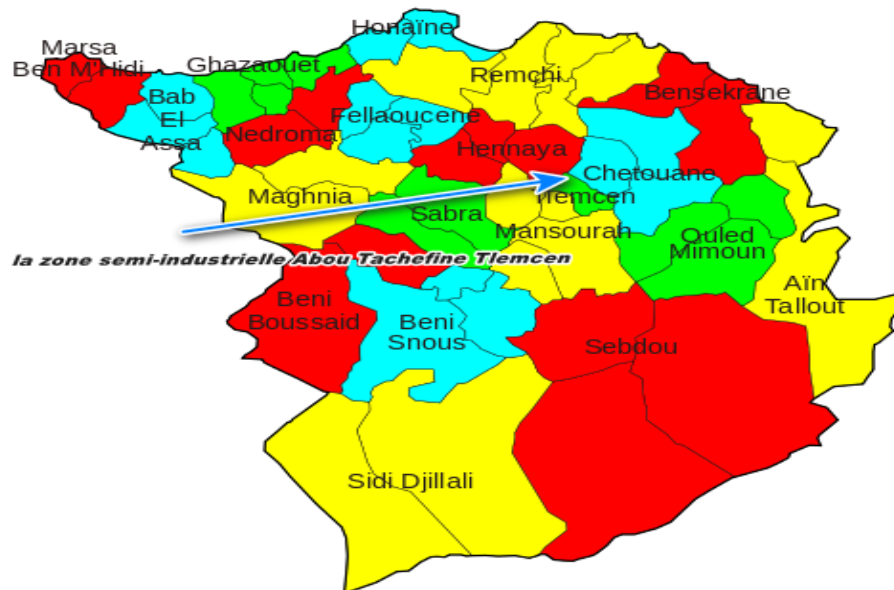


Figure III-1 : localisation de l'entreprise dans la wilaya de Tlemcen

### III.2.3- Structure organisationnelle

La structure organisationnelle de l'entreprise est considérée parmi les facteurs qui conduisent au bon déroulement de ses activités. C'est la principale référence pour la gestion, à travers laquelle les différentes activités sont contrôlées. Il se compose de directions et départements indiqués dans la Figure III-2 suivante :

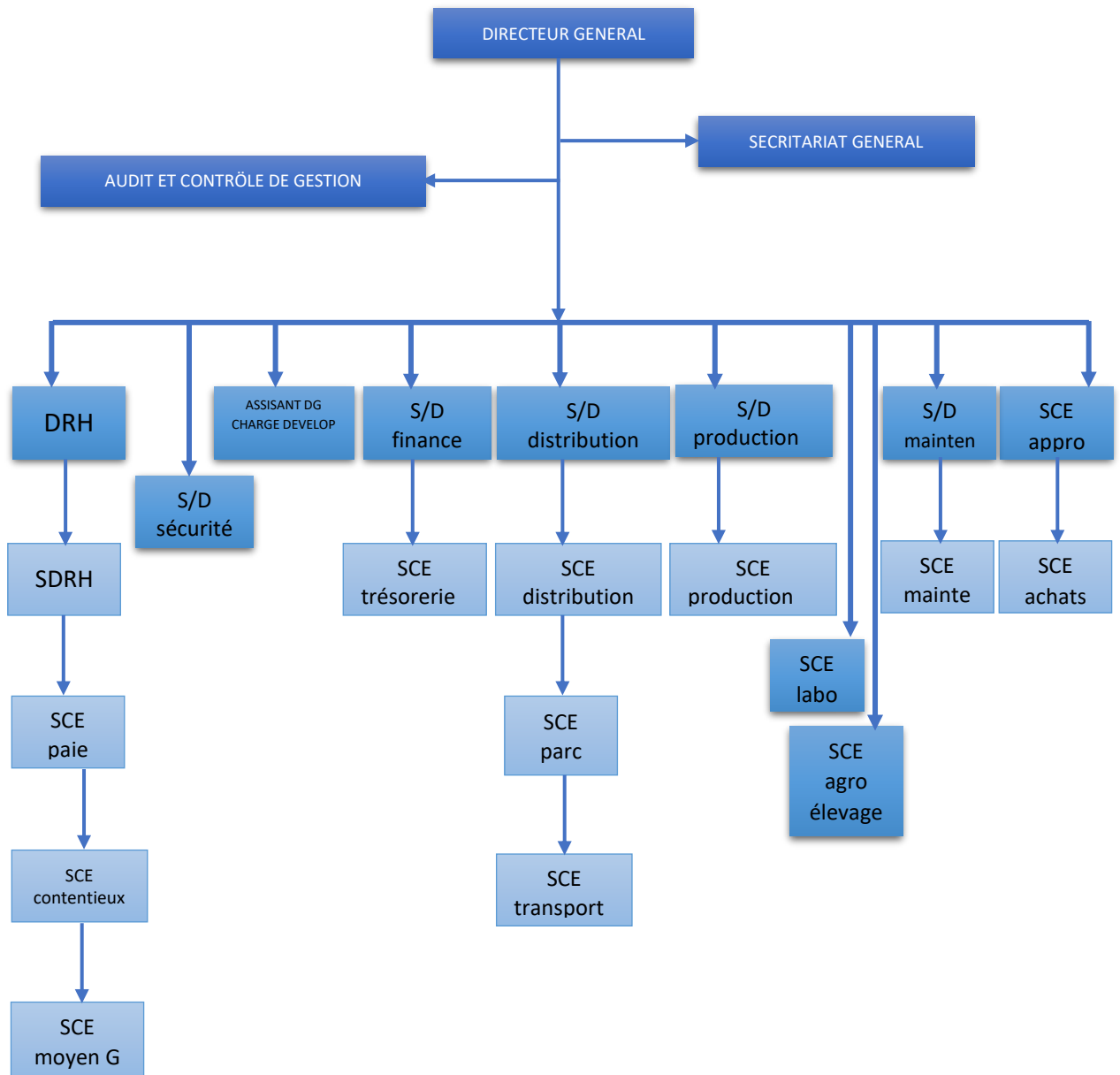


Figure III-2 : L'organigramme de l'entreprise

Nous notons que l'organisation interne de l'entreprise suit la base fonctionnelle, de sorte qu'une direction a été affectée à chaque poste, et elle est subdivisée de chaque direction en plusieurs départements affiliés à lui. Chaque direction est supervisée par un chef qui exécute des tâches spécifiques, et le directeur général est également responsable de la supervision directe de tous les intérêts de l'entreprise. On peut distinguer les services administratifs et les bureaux directement rattachés au directeur, et le critère de différenciation entre eux est la nature de la relation entre eux et le directeur. Où chaque département ou sous-département a un rôle à jouer comme suit :

#### **1) Responsabilités de la direction supérieure de la laiterie :**

Ces départements ont été directement liés au directeur en raison de la nature et de l'importance de leurs tâches.

- a. **Le président directeur général :** Il est chargé de gérer, d'organiser et de conclure des affaires avec les fournisseurs et les clients de l'établissement. Il a le pouvoir de décision. Il a également pour tâche la coordination entre la sous-unité et l'établissement de tutelle et la coordination entre les différents départements laitiers.
- b. **Le secrétariat :** affilié au directeur général et enregistre le courrier entrant et sortant, organise les rendez-vous et les réceptions, imprime la correspondance émise par la direction générale.
- c. **Audit de contrôle administratif :** Cette section est considérée comme l'auditeur interne de l'établissement, dont la tâche est de veiller au respect des conditions de travail convenues.
- d. **Direction des Ressources Humains :** c'est l'ensemble des pratiques en œuvre pour administrer, mobiliser et développer les ressources humaines impliquées dans l'activité de l'entreprise.

La gestion des ressources humaines intervient à tous les stades de la vie des collaborateurs dans l'entreprise, dont leur entrée et leur départ. Elle se décline ainsi en e multiples taches : définition des postes, recrutement, gestion des carrières, formation, gestion de la paie et rémunérations, évaluation des

performances communication , les conditions de travail,selection,et équité(justice distributive, interactive,etc).

**e. Bureau de Contrôle et de Gestion :** Ce bureau a pour l'objectif de suivre les quantités et les montants collectés au sein de l'établissement, le contrôle interne étant un outil de suivi des mécanismes de gestion au sein de l'entreprise et ses missions consistent à :

- Suivi de la comptabilité au sein de l'organisation.
- Surveiller les normes de consommation et de production.
- Suivi des mécanismes de gestion.
- Préserver les ressources de l'établissement.
- Suivi et application des règles de gestion pour chaque département.

**f. Sécurité et Prévention :** Ce bureau est directement rattaché au directeur, dont la tâche est de protéger l'entreprise en interne en termes de fautes professionnelles, ainsi que la prévention, notamment contre les incendies, les vols et la circulation des moyens de transport et de le protéger contre divers dangers.

#### 2) Fonctions de ses départements :

Il y a huit départements administratifs, et nous aborderons brièvement chaque section.

**a. Département des achats et des approvisionnements :** cet intérêt est l'un des intérêts les plus importants au sein de l'entreprise, car il entretient une relation étroite avec la direction des magasins en ce qui concerne leur approvisionnement en matériaux utilisés dans les processus de production (matériel automatique, la poudre de lait, polyéthylène etc.).

**b. Service de maintenance :** Ce service est en relation directe avec les processus de production et de distribution, car il entretient les moyens de production pour assurer la continuité du travail et l'entretien des moyens de transport des marchandises.

- c. **Laboratoire et Contrôle Qualité** : Cellule en charge du contrôle qualité permanent en termes de qualité et de conformité aux spécifications, durant toutes les opérations, depuis la réception de la matière première jusqu'au produit fini en passant par les étapes fondamentales du processus de production. Se divise en deux services ; physico-chimique et microbiologique.
- d. **La Direction de la Distribution et de la Vente** : Elle est composée du sous-directeur de la distribution et de la vente, et le service commercial et le service facturation lui sont intégrés, car il s'agit de conclure les marchés des produits laitiers et de suivre les conditions de leur écoulement sur le marché.
- e. **Direction de la Production** : composée du sous-directeur de la production, et regroupe les services installation et nettoyage, et ce service s'occupe :
  - ✓ Le suivi quotidien des produits avec introduction de quelques modifications élémentaires si nécessaire.
  - ✓ Le maintien du flux permanent des moyens de la production, améliorer la production et la productivité.
  - ✓ Étudier la possibilité d'introduire de nouveaux produits Ainsi que prendre des décisions liées au processus de production pour s'assurer que les spécifications requises et les quantités spécifiées répondent aux besoins des consommateurs.
- f. **Direction de l'agriculture et de l'élevage** : supervisé par le sous-directeur de l'agriculture et de l'élevage. Ce département s'occupe de la collecte du lait de vache.
- g. **La Direction des Finances et de la Comptabilité** : La Direction de la Comptabilité Générale et l'Intérêt Financier en sont rattachées, et elle est considérée comme le pilier principal de l'institution en raison du rôle effectif qu'elle joue dans le processus de financement des différentes opérations de production. Il effectue toutes les opérations financières et comptables, en plus de l'établissement du budget, de la gestion et du contrôle des comptes, et est également concerné par le processus d'inventaire annuel.

Pratiquement, on peut dire qu'il existe une grande cohérence entre la structure organisationnelle de l'entreprise, de sorte que cette organisation favorise une communication efficace entre les différents services et directions, et aide à définir les responsabilités, et contribue ainsi à l'atteinte ses objectifs. Nous notons également que bien que les activités de la logistique soient appliquées au sein de l'établissement, mais nous notons qu'il y a une absence de gestion de la chaîne logistique dans la structure organisationnelle et cela est dû à l'absence d'une compréhension de la logistique et des chaînes logistique dans les établissements algériens en général et la laiterie EL Mansourah en particulier. Cela a conduit à un certain manque de coordination entre ces activités.

### **III.3- L'approche de travail de l'entreprise :**

GIPLAIT Al Mansourah est une entreprise à activité économique et commerciale, contribuant de manière significative au développement économique et répondant largement aux exigences des consommateurs, El Mansourah GIPLAIT combine plusieurs fonctions d'achat, de production et de vente. La laiterie GIPLAIT se préoccupe également de la qualité et de la sécurité du lait et des produits laitiers, car elle prend soin de la sécurité, de la santé des consommateurs et de la fidélisation de la clientèle. elle a donc mis en place un laboratoire de contrôle qualité à toutes les étapes de la chaîne production, en commençant par tester les matières premières issues de la poudre de lait et du lait cru de vache ainsi que l'eau, et leur conformité aux spécifications des normes internationales jusqu'à la réalisation d'un contrôle des sorties finales en effectuant des tests sur des échantillons des unités produites et en testant leur disponibilité sur les spécifications et caractéristiques requises pour être disponibles dans les produits finaux. Ces contrôles comprennent une analyse physico-chimique et une analyse bactériologique, pour cela, il a embauché des cadres nationaux qualifiés dans ce domaine pour produire des produits selon les spécifications requises et pour s'assurer que les processus de production se déroulent conformément au plan et sous contrôle total. À cette fin, l'entreprise est travaillée à la mise en œuvre du système de sécurité alimentaire, ou système d'analyse des risques critiques HACCP.

#### **III.3.1- Les produits de l'entreprise :**

Les objectifs de la laiterie résident dans la production de lait et de ses dérivés pour répondre aux besoins du marché au niveau de la wilaya et de la wilaya voisine d'Oran. Il

### **CHAPITRE III : Présentation de l'entreprise GIPLAIT El Mansourah**

---

a une stratégie d'appui aux éleveurs locaux de vaches qui contractent avec des laiteries afin de réduire la dépendance extérieure de l'état et importer de la poudre de lait.

L'entreprise GIPLAIT Mansourah produisent du lait et ses dérivés qui sont :

- ✓ Le lait pasteuriser conditionner (LPC) de 80000 à 90000 litres par jour, composé des sous-produits suivants :
  - Poudre de laits 0% matière grâce.
  - Poudre de laits 26% matière grâce.
- ✓ Lait de vache frais : moyenne 15000 litres par jour.
- ✓ Lben : 5000 litres par jour, et il se compose de :
  - Lait de vache.
  - Des ferments spécial pout lben.
- ✓ Beurre : par Kg selon la demande.
- ✓ La crème fraîche deux gammes :
  - 500 pots (350g) par semaine.
  - 3000 pots (160g) par semaine.
- ✓ Petit suisse : 8000 assiettes par semaine.
- ✓ Dans le cadre de l'échange de bénéfices et de l'expansion de son activité, la laiterie achète également des produits qu'elle ne produit pas à d'autres laiteries nationales comme le fromage et le yaourt pour les revendre afin d'étendre son activité

#### **III.3.2- Les activités de commercialisation et de distribution :**

Après avoir posé le diagnostic interne de l'entreprise, nous diagnostiquerons ses activités logistiques afin de pouvoir enfin mettre en évidence les risques les plus importants auxquels est confrontée la chaîne logistique laitière, et montrer comment gérer

ces risques à travers des décisions prises par des ingénieurs spécialisés dans ce domaine, avec des propositions pratiques de mesures de gestion des risques pour la chaîne logistique des entreprises.

Comme nous avons dit précédemment nous rencontrait un manque d'absence de gestion de la chaîne logistique dans la structure organisationnelle de l'entreprise, mais les différentes activités de commercialisation et de distribution seront analysées ci-dessous, malgré le peu d'informations dont nous disposons car elles ne nous ont pas été informés par les responsables de service.

**Service à la clientèle :** D'après notre entretien personnel avec les gérants, il a été constaté que la laitière s'efforce de fournir ses produits au client au bon moment et au bon endroit au bon coût, mais qu'elle ne tient pas compte de leurs demandes pour satisfaire leurs exigences, et dépendent encore de la politique de vente personnelle basée sur des hommes non formés. Cela affectera la compétitivité de l'entreprise, en particulier avec l'ouverture économique et avec la présence de concurrents privés qui fournissent des services plus efficaces et de qualité au client.

**Service de transport :** C'est un service très important dans le succès de toutes les entreprises économiques privées. Les produits laitiers Mansoura sont des produits sensibles et sont gravement affectés par la qualité du transport, et parce que le service de transport joue un rôle actif dans l'échange et la distribution des produits et le degré d'interdépendance qu'il atteint entre l'entreprise et ses clients et marchés, et laiterie El Mansourah comme d'autres entreprises, ils comptent sur ce travail pour répondre aux besoins de production de matières premières, ou pour commercialiser leurs produits finaux, cela se fait de deux manières :

- Par des moyens spéciaux de l'entreprise afin qu'il livre ses produits à ses clients avec lesquels elle a des contrats tels que les établissements militaires.
- Pour le reste des clients, les produits sont livrés par leurs propres camions frigorifiques.

**Service de distribution :** La distribution reste l'élément déterminant pour la disponibilité du produit sur le marché. Par conséquent, la laiterie GIPLAIT El Mansourah est devenue cherchant à écouler ses produits et à satisfaire les besoins et les exigences du marché selon deux modes de distribution ; à savoir, la distribution directe sur la base d'une



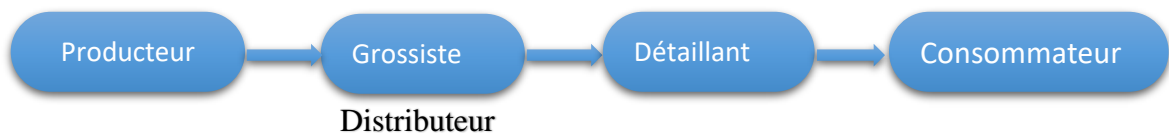
convention (contrat) entre l'institution productrice et certaines établissements, et la distribution indirecte basée sur les intermédiaires.

- ❖ **Distribution directe :** La distribution directe est principalement représentée dans la distribution du lait et de ses dérivés et la redistribution de certains produits (revente) tels que certains types de yaourt et de fromage directement aux institutions avec lesquelles ils ont des conventions et des contrats tels que le secteur militaire de défense national MDN (Figure III-3), et les points de vente affiliés.



*Figure III-3 : la distribution directe*

- ❖ **Distribution indirecte :** En plus de la distribution directe, l'entreprise dépend dans la commercialiser de ses produits de la distribution indirecte, car il distribue ses produits sur le marché par les intermédiaire commerciaux (grossistes et détaillants), et l'entreprise utilise deux types de canaux de distribution, comme il est indiqué dans la **Figure III-4 : la distribution indirecte** Figure III-4 ci-dessous :



*Figure III-4 : la distribution indirecte*

Ce qu'il faut noter en ce qui concerne la vente du lait, il existe des territoires spéciaux pour chaque unité du groupe GIPLAIT qui ne peuvent pas être traversés. Quant aux sous-produits et les dériver laitiers, toutes les unités sont libres de les commercialiser n'importe où.

### III.4- Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'entreprise GIPLAIT El Mansourah où nous avons effectués notre stage de fin d'études. Nous avons ensuite détaillé l'organigramme de l'entreprise et exposons les coordination entre les différent département avant passer

### **CHAPITRE III : Présentation de l'entreprise GIPLAIT El Mansourah**

---

au approches de travail de l'entreprise et ses produit. En s'intéressant particulièrement au secteur de commercial et le service de distribution plus précisément, dans laquelle s'est déroulé notre stage. La mission du service de distribution consiste principalement à élaborer pour chaque camion les tournées de distribution du lait. Pour crée un programmes de distribution, le service utilise une approche intuitive qui dépend uniquement de l'expérience employé. Dans ce sens, notre objectif est guidé par cette formation à la fin de l'étude, qui est une nouvelle approche proposée consiste à modéliser le cycle de distribution laitière tout en respectant les exigences de l'entreprise et ses clients. Afin d'obtenir des solutions efficaces à ce problème, nous utilisons des méthodes de solution basées sur la programmation linéaire et les métaheuristiques.

**CHAPITRE IV :**  
**Améliorer la distribution à**  
**GIPLAIT EI Mansourah**

**CHAPITRE IV : Améliorer la distribution à GIPLAIT El Mansourah**

**IV.1- Introduction :**

La validation des modèle mathématique du problème tournées de véhicule annoncer dans le chapitre 2 nécessite une application réelle à une étude de cas. Selon la description des activités d'entreprise dans le chapitre 3 pendant la gestion de l'entreprise, au sein de l'administration commerciale et du département des transports et de la distribution en particulier. Nous pouvons fournir un modèle mathématique qui s'adapte aux besoins de l'entreprise.

Dans ce chapitre, nous appliquons le cas réel de l'amélioration des cycles de distribution après avoir exposé des données et expliqué comment les activités de livraison sont gérées pour GIPLAIT El Mansourah. Enfin, nous présentons et interprétons les résultats en démontrant les améliorations apportées par chaque méthode.

**IV.2- Description des activités de distribution de l'entreprise :**

L'entreprise GIPLAIT commercialise ses produits, comme nous l'avons mentionné précédemment, par la distribution directe et indirecte. En ce qui concerne la distribution indirecte, l'entreprise ne se préoccupe pas de préciser le parcours du distributeur et son travail se limite à préciser la zone de distribution pour chaque distributeur, et dans ce cas ils sont considérés comme des grossistes. Quant à la distribution directe, c'est l'une des tâches du service transport de l'entreprise, où elle distribue ses produits aux ses propres points de vente, qui sont des points spécifiques ainsi que les établissements avec lesquelles elle a des contrats et des conventions, qui sont des institutions du militaires de défense national.

La laitière GIPLAIT est engagée dans des contrats qu'elle associe à plusieurs institutions militaires réparties sur plusieurs zones géographiques de wilaya de Tlemcen, ainsi que les zones désertiques à la frontière de Tlemcen de wilaya de Naâma et El Bayadh. Cela c'est la tâche principale du service de distribution où nous avons pu identifier les enjeux logistiques au sein de l'entreprise, ce qui nécessite une meilleure gestion au sein du processus de distribution. Comme le nombre total de points de distribution au moment de collecte les données atteint 51 clients répartis en deux parties, à savoir les régions nord et sud, et chaque région a un calendrier spécifique pour chacun

d'eux pendant les jours ouvrables de la semaine. Où l'entreprise s'occupe la région du nord le dimanche et le lundi, tandis que la région sud est attribuée le mardi et le mercredi.

Notre demande vise à améliorer les cycles de distribution pour les clients représentés dans les institutions militaires, et le processus de distribution est effectué par des camions frigorifiques des capacités différentes.

### IV.3- Données du cas étudié :

#### IV.3.1- Les sites de livraison :

1. La région nord compte 23 points de distribution :

*Tlemcen C1, Tlemcen C2, Tlemcen C3, Zenata C1, Koudia, Zenata C2, Beni Saf, Ghazouet C1, Ghazouet C2, Maghnia (centre), Bab El Assa, Sidi Medjahed (Beni Snous), Beni Snous, Sidi Machhour, Sidi Djilali, El Gour, Sebdou C1, Sidi Yahia, Sebdou C2, Sabra, Ouled Mimoune, Dar Echikh, Bel Hadji Bousif.*

Nous avons localisé ces sites sur logiciel google earth pro open source et nous donne la Figure IV-1 qui représente la répartition des sites de livraison avec le point de départ GIPLAIT.

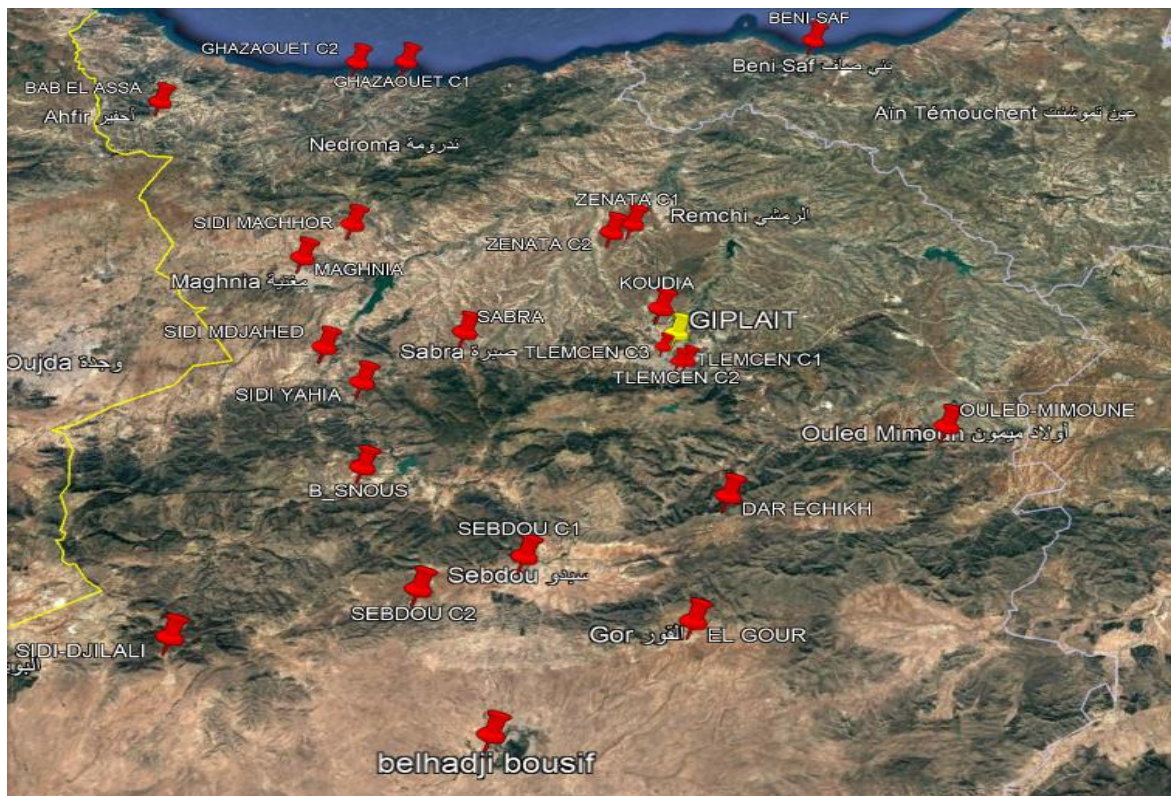
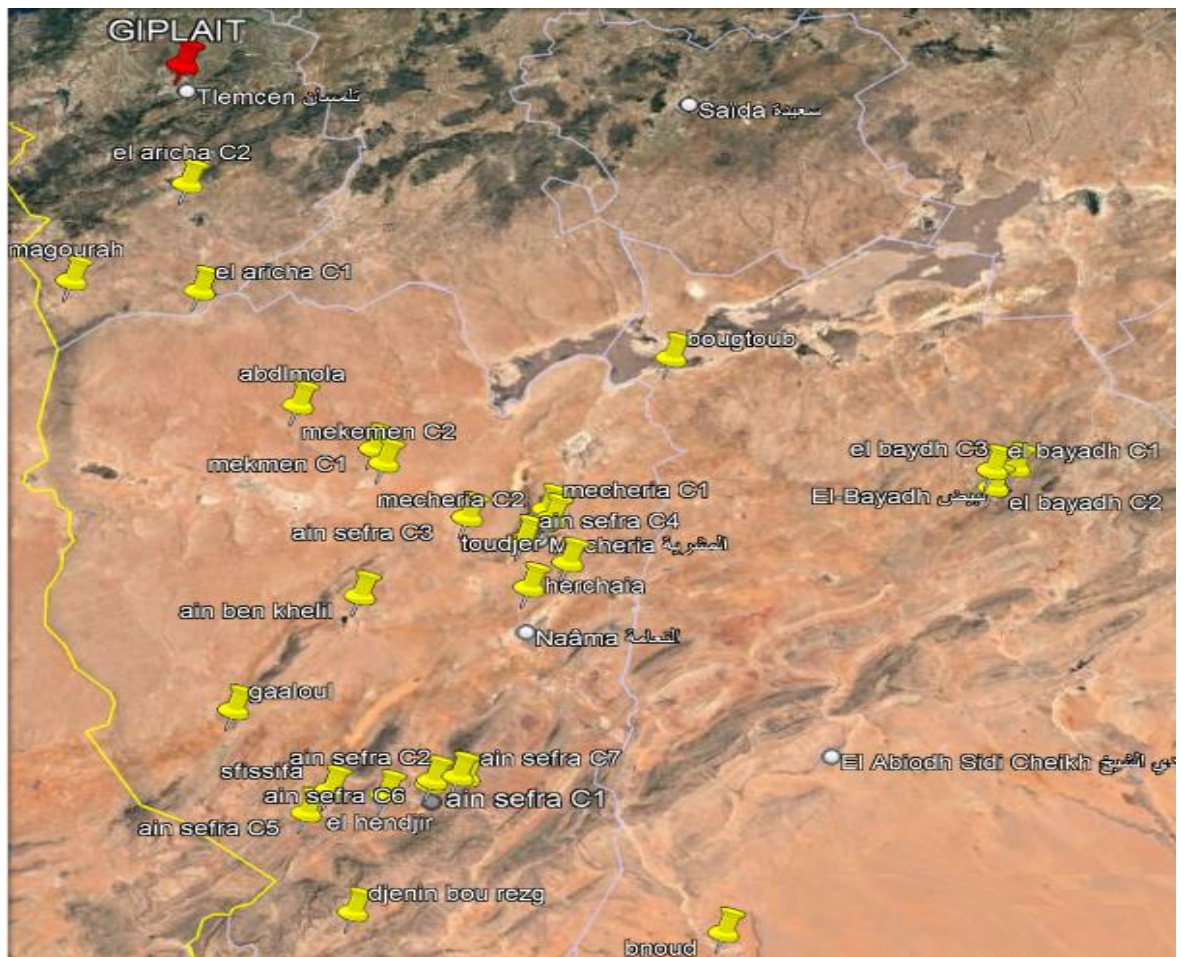


Figure IV-1 : Sites de distribution dans la région nord

2. La région de sud contient 28 points de distribution répartis dans le sud de wilaya de Tlemcen, se s'étend de daïra El Aricha à l'extrême sud de wilaya de Naama et el Bayadh, et ces villes sont les suivantes :

*Ain Sefra C1, Sfissifa, Ain Sefra C2, Ain Sefra C3, Ain Ben Khelil, El hendjir, Herchaia, Ain Sefra C4, Ain Sefra C5, Gaaloul, Djenin Bou Rezg, Ain Sefra C6, Ain Sefra C7, Mechria C1, Mechria C2, Mechria C3, El bayadh C1, Bougtoub, El bayadh C2, Bnoud, El bayadh C3, Mekmen C1, El Arichah C1, Magourah, Mekemen C2, Toudjer, Abdlmola, El Arichah C2.*

Nous avons localisé ces sites sur logiciel google earth pro open source et nous donne la Figure IV-2 qui représente la répartition des sites de livraison au sud avec le point de départ GIPLAIT.



**Figure IV-2 :** Sites de distribution dans la région de sud

**IV.3.2- Les demandes moyennes :**

Chaque semaine tous les unités ont une demande des produits on quantité et nous avons transformé en masse par kilogramme, et ces demande représenter dans le Tableau IV-1 et Tableau IV-2 au moyenne du mois de janvier et de février de cette année. Les demandes n’enregistrent aucun changement significatif à l’exception du mois sacré du Ramadan, un cas particulier. Par conséquent, nos données sont valables pendant toute l’année.

➤ Les demandes de nord :

GIPLAIT	<i>Tlemcen C1</i>	<i>Tlemcen C2</i>	<i>Tlemcen C3</i>	<i>Zenata C1</i>	<i>Koudia</i>	<i>Zenata C2</i>	<i>Beni Saf</i>
0	120,226	353,17	1477,287	947,961	554,14	578,021	443,78
<i>Ghazouet C1</i>	<i>Ghazouet C2</i>	<i>Maghnia</i>	<i>Bab El Assa</i>	<i>Sidi Medjahed</i>	<i>Beni Snous</i>	<i>Sidi Machhour</i>	<i>Sidi Djilali</i>
598,656	507,187	652,875	484,125	640,45	772,634	225,069	536,009
<i>El Gour</i>	<i>Sebdou C1</i>	<i>Sidi Yahia</i>	<i>Sebdou C2</i>	<i>Sabra</i>	<i>Ouled Mimoune</i>	<i>Dar Echikh</i>	<i>Bel Hadji Boussif</i>
656,595	512,12	919,312	564,731	974,234	432,562	422,922	191,097

**Tableau IV-1 :** Demandes de la région du Nord

➤ Les demandes du sud :

GIPLAIT	<i>Ain Sefra C1</i>	<i>Sfissifa</i>	<i>Ain Sefra C2</i>	<i>Ain Sefra C3</i>	<i>Ain Ben Khelil</i>	<i>El hendjir</i>
0	683,864	461,577	436,794	607,705	651,626	443,983
<i>Herchaia</i>	<i>Ain Sefra C4</i>	<i>Ain Sefra C5</i>	<i>Gaaloul</i>	<i>Djenin Bou Rezg</i>	<i>Ain Sefra C6</i>	<i>Ain Sefra C7</i>
396,935	495,353	680,625	240,15	776,625	11,5	387,192
<i>Mechria C1</i>	<i>Mechria C2</i>	<i>Mechria C3</i>	<i>El bayadh C1</i>	<i>Bougtoub</i>	<i>El bayadh C2</i>	<i>Bnoud</i>
2116,344	946,825	117,863	1972,969	588,605	677,422	344,502
<i>El bayadh C3</i>	<i>Mekmen C1</i>	<i>El Arichah C1</i>	<i>Magourah</i>	<i>Mekemen C2</i>	<i>Toudjer</i>	<i>Abdilmola</i>
14	384,599	453,032	588,389	627,125	459,936	588,711
<i>El Arichah C2</i>						
368,162						

**Tableau IV-2 :** Demandes de la région du Sud

**IV.3.3- Matrices des distances et temps de voyage :**

Nous avons deux matrices de distance pour les deux différentes régions (sud & nord) qui représentent les distances entre les sites de livraisons. Nous avons utilisé *Bing Maps API* gratuits pour extraire les matrices de distance ; le nord 24x24 distances et le sud 29x29 distances représenter dans le Tableau IV-3 et Tableau IV-4, même chose pour les maitrise de temps de trajet dans le Tableau IV-5 et Tableau IV-6.

Villes	GIPLAIT	Tlemcen C1	Tlemcen C2	Tlemcen C3	Zenata C1	Koudia	Zenata C2	Beni Saf	Ghazouet C1	Ghazouet C2	Maghnia	Bab El Assa	Sidi Medjahed	Beni Snous	Sidi Machhour	Sidi Djilali	El Gour	Sebdou C1	Sidi Yahia	Sebdou C2	Sabra	Ouled Mimoune	Dar Echikh	Bel_Hadji_Boussif
GIPLAIT	0	4	4	2	21	5	18	62	67	67	50	85	61	44	47	78	59	42	50	53	31	36	65	61
Tlemcen C1	4	0	1	4	24	8	21	66	70	71	48	89	48	41	51	75	56	39	50	50	31	32	62	59
Tlemcen C2	4	1	0	4	24	8	21	66	70	70	47	88	47	40	50	74	55	38	49	49	30	33	62	58
Tlemcen C3	2	4	3	0	23	7	20	64	69	69	47	87	47	40	49	74	55	38	49	49	30	36	62	58
Zenata C1	21	25	24	22	0	17	5	48	53	53	49	86	60	63	46	97	78	61	65	72	31	54	84	80
Koudia	5	8	7	5	22	0	19	63	68	68	51	86	62	46	48	80	61	44	53	55	34	37	68	64
Zenata C2	20	23	22	20	3	15	0	50	51	51	47	84	58	61	44	95	76	59	64	70	29	52	82	79
Beni Saf	62	66	65	63	48	58	54	0	85	85	82	119	93	104	79	138	119	102	99	113	75	95	125	121
Ghazouet C1	67	71	70	68	53	63	51	87	0	5	60	36	69	95	45	113	124	107	74	118	68	100	130	126
Ghazouet C2	67	71	70	68	54	63	51	87	5	0	55	31	63	89	42	107	124	107	69	118	68	100	130	126
Maghnia	52	48	48	47	52	47	49	85	56	55	0	46	12	38	16	72	79	62	17	72	19	84	85	81
Bab El Assa	86	89	88	86	87	81	84	120	36	31	45	0	54	80	48	98	142	125	60	136	63	118	148	145
Sidi Medjahed	60	48	48	47	60	55	57	93	64	63	12	54	0	28	25	62	69	52	8	63	19	93	75	71
Beni Snous	42	41	40	40	63	47	60	105	90	89	38	80	28	0	51	43	47	30	21	41	41	73	54	50
Sidi Machhour	45	49	48	46	46	40	43	80	45	42	16	48	25	51	0	75	102	85	30	96	33	78	108	104
Sidi Djilali	75	75	74	74	97	81	94	146	113	107	71	98	62	43	75	0	61	36	64	29	88	81	62	36
El Gour	56	56	55	55	78	62	75	119	124	124	78	142	69	47	104	61	0	20	62	31	54	51	32	27
Sebdou C1	39	39	38	38	61	45	58	102	107	107	62	125	52	30	87	36	20	0	45	11	37	45	26	20
Sidi Yahia	51	50	49	49	66	61	63	99	70	69	17	60	8	21	30	64	62	45	0	56	20	87	68	64
Sebdou C2	50	50	49	49	72	56	69	113	118	118	65	136	55	33	98	29	31	11	48	0	48	56	37	29
Sabra	32	30	30	30	31	34	28	75	68	68	19	63	19	40	33	89	54	37	20	48	0	66	61	57
Ouled Mimoune	37	32	33	37	54	38	51	95	100	100	83	118	94	73	80	81	51	46	87	56	66	0	33	65
Dar Echikh	63	62	62	62	84	68	81	126	130	131	85	149	75	54	111	62	32	27	68	37	61	33	0	46
Bel_Hadji_Boussif	59	58	58	58	80	64	77	122	127	127	81	145	71	50	107	36	27	20	64	30	57	65	46	0

Tableau IV-3 : matrice de distance de région Nord



Villes	GIPLAIT	Ain Sefra C1	Sfissifa	Ain Sefra C2	Ain Sefra C3	Ain_B_Khelil	El hendjir	Herchaia	Ain Sefra C4	Ain Sefra C5	Gaaloul	Djenin_B.Rezg	Ain Sefra C6	Ain Sefra C7	Mechria C1	Mechria C2	Mechria C3	El bayadh C1	Bougroub	El bayadh C2	Bnou	El bayadh C3	Mekmen C1	El Arichah C1	Magourah	Mekemen C2	Toudjer	Abdlmola	El Arichah C2
GIPLAIT	0	313	339	320	199	235	322	233	217	346	285	395	313	321	233	232	229	364	266	378	430	370	172	90	102	171	233	139	53
Ain Sefra C1	303	0	34	15	106	110	17	92	89	41	93	90	8	16	99	97	95	217	164	222	176	223	140	216	262	134	92	166	252
Sfissifa	336	34	0	41	139	144	22	126	122	13	59	116	31	42	132	131	128	244	198	249	202	249	174	250	295	168	125	199	286
Ain Sefra C2	317	14	42	0	120	124	25	107	103	49	101	77	10	3	113	112	109	205	178	210	163	210	154	230	276	149	106	180	267
Ain Sefra C3	197	113	139	120	0	56	123	34	18	147	120	195	113	121	34	32	30	196	99	201	231	201	34	110	156	29	33	60	147
Ain_Ben_Khelil	233	117	143	124	56	0	127	67	51	151	87	199	117	125	67	66	63	229	132	234	264	235	70	146	192	65	66	96	183
El hendjir	320	17	22	25	123	127	0	110	106	29	80	100	15	26	116	114	112	227	181	232	186	233	157	233	279	152	109	183	269
Herchaia	241	79	106	86	44	56	89	0	27	113	164	161	79	87	37	35	33	198	102	203	233	204	78	154	200	73	30	104	190
Ain Sefra C4	217	96	123	103	20	54	106	17	0	130	140	178	96	104	17	15	13	179	82	184	214	185	55	131	176	49	16	80	167
Ain Sefra C5	343	41	13	48	146	151	29	133	130	0	66	123	39	49	139	138	136	251	205	256	209	257	181	257	302	175	132	207	293
Gaaloul	283	92	59	100	120	87	80	154	138	66	0	175	90	101	154	152	150	302	219	308	261	308	120	196	242	115	153	146	232
Djenin_B.Rezg	392	90	117	77	195	199	100	182	178	124	176	0	85	78	188	187	184	272	254	277	162	278	229	305	351	224	181	255	342
Ain Sefra C6	310	7	31	10	113	117	15	100	96	39	90	85	0	11	106	105	102	213	171	218	171	219	147	223	269	142	99	173	260
Ain Sefra C7	318	15	43	3	121	125	26	108	104	50	101	78	11	0	114	112	110	206	179	211	164	211	155	231	277	150	107	181	268
Mechria C1	230	107	133	114	33	67	117	27	16	140	153	189	107	115	0	9	9	163	64	176	225	169	68	143	189	62	27	93	180
Mechria C2	229	105	132	112	32	65	115	26	15	139	152	188	105	113	9	0	3	168	70	182	223	174	66	142	188	61	25	92	178
Mechria C3	227	103	129	110	30	63	113	24	13	137	150	185	103	111	10	4	0	169	71	182	221	175	64	140	186	58	23	90	176
El bayadh C1	365	217	245	205	196	229	228	191	179	252	303	272	213	206	163	169	169	0	99	7	203	6	230	306	352	225	190	256	274
Bougroub	266	172	199	179	99	132	182	93	82	206	219	255	172	180	65	70	70	99	0	112	286	105	133	209	255	128	92	159	175
El bayadh C2	378	222	250	210	201	234	233	196	184	257	308	277	218	211	176	182	190	7	112	0	208	12	235	311	357	230	195	261	348
Bnou	428	176	203	163	231	265	187	226	214	210	262	162	172	164	224	223	220	203	286	208	0	209	266	342	387	260	225	291	378
El bayadh C3	378	230	258	218	209	242	241	204	192	265	316	285	226	219	176	182	182	14	112	20	216	0	243	319	365	238	203	269	287
Mekmen C1	169	147	174	155	34	70	157	68	52	181	120	230	148	155	68	67	64	230	133	235	265	236	0	83	128	6	67	36	119
El Arichah C1	88	223	250	230	110	146	233	144	128	257	196	305	223	231	144	142	140	306	209	311	341	311	83	0	46	81	143	50	37
Magourah	100	269	295	276	156	192	279	190	174	303	241	351	269	277	190	188	186	352	255	357	387	357	128	46	0	127	189	96	57
Mekemen C2	168	142	168	149	29	65	152	63	47	176	114	224	142	150	63	61	59	225	128	230	260	230	6	81	127	0	62	31	118
Toudjer	231	100	126	107	34	67	110	20	17	133	154	182	100	108	27	25	23	188	92	193	223	194	68	144	190	62	0	94	180
Abdlmola	137	173	199	180	60	96	183	94	78	207	146	255	173	181	94	92	90	256	159	261	291	261	33	50	96	31	93	0	87
El Arichah C2	51	260	286	267	147	182	270	181	165	293	232	342	260	268	180	179	176	273	175	347	377	279	119	37	57	118	180	87	0

Tableau IV-4 : matrice de distance de région Sud

Villes	GIPLAIT	Tlemcen C1	Tlemcen C2	Tlemcen C3	Zenata C1	Koudia	Zenata C2	Beni Saf	Ghazouet C1	Ghazouet C2	Maghnia	Bab El Assa	Sidi Medjahed	Beni Snous	Sidi Machhour	Sidi Djilali	El Gour	Sebdou C1	Sidi Yahia	Sebdou C2	Sabra	Ouled Mimoune	Dar Echikh	Bel_Hadji_Boussif
GIPLAIT	0	10	9	7	24	7	20	58	62	60	45	72	56	52	42	84	65	44	61	60	35	41	74	62
Tlemcen C1	10	0	3	11	31	14	27	65	69	68	53	79	61	50	49	81	62	42	63	57	38	38	71	59
Tlemcen C2	9	3	0	11	31	14	27	65	69	67	51	79	58	47	49	79	60	39	61	55	35	41	69	57
Tlemcen C3	7	11	10	0	28	11	24	62	66	64	49	76	57	49	46	81	62	41	59	57	34	45	71	59
Zenata C1	25	32	31	27	0	19	8	47	49	47	48	78	59	71	45	103	83	63	66	79	38	60	93	81
Koudia	6	14	12	8	24	0	20	59	63	61	46	73	57	53	43	84	65	44	61	60	36	41	74	62
Zenata C2	22	29	28	24	4	16	0	48	46	45	45	76	57	68	42	100	81	60	64	76	35	57	90	78
Beni Saf	59	66	65	61	48	53	51	0	78	76	77	108	89	105	74	137	118	97	96	113	74	94	127	115
Ghazouet C1	62	70	68	64	49	56	45	78	0	10	68	48	79	106	57	122	121	100	86	116	67	97	130	118
Ghazouet C2	61	69	67	63	48	55	44	77	11	0	58	38	69	97	52	112	120	99	76	115	66	96	129	117
Maghnia	43	52	51	48	47	36	43	76	70	60	0	53	16	43	23	78	90	70	23	85	18	77	100	88
Bab El Assa	72	79	78	74	78	65	74	107	50	40	52	0	63	90	57	106	130	110	70	126	66	107	140	128
Sidi Medjahed	54	60	59	56	59	48	55	88	82	71	16	64	0	31	34	65	78	57	10	73	26	89	87	75
Beni Snous	52	50	49	50	71	54	67	106	109	99	44	92	31	0	62	46	54	33	24	49	49	74	63	51
Sidi Machhour	42	49	48	44	48	35	44	77	57	53	23	58	34	61	0	83	100	80	41	96	37	76	110	98
Sidi Djilali	85	82	81	82	104	87	100	139	122	112	75	105	64	45	81	0	63	42	69	33	90	87	76	38
El Gour	63	61	60	61	82	65	78	117	120	119	90	130	78	54	100	63	0	25	70	41	75	52	41	30
Sebdou C1	45	42	41	42	64	47	60	98	102	100	72	112	59	36	82	41	26	0	52	17	56	47	36	19
Sidi Yahia	61	62	61	59	66	55	62	95	89	78	24	71	11	24	41	70	71	51	0	67	28	92	81	69
Sebdou C2	61	58	57	58	79	63	75	114	117	116	83	128	71	47	98	33	42	17	63	0	72	63	51	32
Sabra	37	38	37	34	36	38	32	74	67	65	18	66	26	49	36	91	76	55	28	71	0	71	85	73
Ouled Mimoune	41	38	41	43	58	42	54	93	96	95	80	107	91	75	77	86	54	46	91	62	70	0	38	64
Dar Echikh	72	69	68	69	91	74	87	125	129	127	99	139	86	62	109	74	41	34	78	50	83	38	0	52
Bel_Hadji_Boussif	62	59	58	59	81	64	77	115	119	117	89	129	76	52	99	38	30	18	68	33	73	64	53	0

Tableau IV-5 : matrice de temps de voyage de la région Nord

Villes	GIPLAIT	Ain Sefra C1	Sfissifa	Ain Sefra C2	Ain Sefra C3	Ain_B.Khelil	El hendjir	Herchaia	Ain Sefra C4	Ain Sefra C5	Gaaloul	Djenin_B.Rezg	Ain Sefra C6	Ain Sefra C7	Mechria C1	Mechria C2	Mechria C3	El bayadh C1	Bougroub	El bayadh C2	Bnou	El bayadh C3	Mekmen C1	El Arichah C1	Magourah	Mekemen C2	Toudjer	Abdlmola	El Arichah C2
GIPLAIT	0	281	314	287	159	204	298	184	174	332	253	344	283	289	188	186	182	282	205	290	355	291	144	82	115	138	195	116	55
Ain Sefra C1	239	0	41	14	80	102	24	70	71	59	103	71	9	16	79	76	73	165	127	168	195	174	110	161	211	101	80	123	186
Sfissifa	281	42	0	50	122	144	29	112	113	28	64	107	42	52	121	118	115	201	169	204	231	210	152	203	253	143	122	165	228
Ain Sefra C2	252	12	47	0	93	114	31	83	83	65	109	62	12	5	91	89	85	157	139	159	186	166	122	174	223	113	92	135	198
Ain Sefra C3	159	122	156	128	0	59	139	25	15	173	119	185	124	130	29	27	23	146	77	148	196	155	29	81	130	20	36	43	106
Ain_Ben_Khelil	206	140	174	146	59	0	157	68	58	191	93	203	142	148	72	70	66	189	120	191	239	198	76	128	177	67	79	89	152
El hendjir	264	24	27	32	105	126	0	95	95	45	89	89	24	34	103	100	97	184	151	186	213	193	134	185	235	125	104	147	210
Herchaia	191	97	131	103	32	65	114	0	22	148	152	160	99	105	30	28	25	147	78	149	197	155	61	113	163	53	32	75	138
Ain Sefra C4	176	113	146	119	17	60	129	16	0	164	136	176	114	121	20	17	14	137	68	139	187	146	46	98	147	37	26	60	122
Ain Sefra C5	297	58	28	66	138	160	45	128	128	0	84	122	58	67	136	134	131	217	184	220	246	226	167	219	268	159	137	181	244
Gaaloul	254	103	64	111	119	93	90	144	135	83	0	167	103	112	148	146	143	262	196	265	291	271	125	176	226	116	155	138	201
Djenin_B.Rezg	308	69	104	61	149	171	87	139	139	122	166	0	69	62	147	145	142	206	195	208	205	215	178	230	279	170	148	192	255
Ain Sefra C6	248	8	41	13	89	110	24	79	79	59	103	69	0	14	87	85	81	164	135	167	193	173	118	170	219	109	88	132	194
Ain Sefra C7	254	14	49	5	95	116	32	85	85	67	111	64	14	0	93	90	87	159	141	161	188	168	124	176	225	115	94	137	200
Mechria C1	187	120	154	127	28	72	137	23	18	172	148	183	122	128	0	9	9	128	51	136	196	137	58	109	159	49	34	71	134
Mechria C2	185	119	152	125	26	70	135	21	16	170	146	181	120	126	9	0	6	133	56	141	194	142	56	107	157	47	32	69	132
Mechria C3	183	116	150	122	24	68	133	19	14	167	143	179	118	124	10	7	0	134	57	142	191	143	53	105	154	44	30	67	130
El bayadh C1	284	165	200	157	147	191	183	143	137	218	262	208	165	159	128	134	133	0	80	12	183	11	176	228	277	167	154	190	256
Bougroub	207	169	203	175	77	121	186	72	67	220	196	232	171	177	51	57	56	79	0	87	240	88	106	158	207	98	83	120	179
El bayadh C2	291	165	200	157	147	190	183	143	137	218	262	208	165	159	135	141	139	13	87	0	183	14	176	228	277	167	154	190	252
Bnou	355	194	229	186	196	240	212	192	186	247	291	207	194	187	194	192	189	181	240	183	0	190	225	277	327	217	203	239	302
El bayadh C3	299	181	216	173	163	206	199	159	153	234	278	224	181	174	144	149	149	20	95	24	199	0	192	244	293	183	170	205	271
Mekmen C1	144	152	186	158	30	77	169	55	45	203	124	215	154	160	59	57	53	176	107	178	226	185	0	66	115	9	66	31	90
El Arichah C1	83	203	236	209	81	126	219	106	96	254	175	266	204	211	110	107	104	227	158	229	277	236	66	0	53	60	116	38	29
Magourah	116	252	285	258	129	175	268	154	145	303	224	314	253	259	158	156	153	275	206	278	326	284	115	51	0	109	165	87	66
Mekemen C2	138	143	176	149	20	66	159	46	36	194	115	206	144	150	50	47	44	166	98	169	217	175	9	60	110	0	56	22	85
Toudjer	195	123	156	129	36	79	139	26	26	174	155	186	124	131	34	31	28	150	82	152	200	159	65	116	166	56	0	78	141
Abdlmola	116	165	198	171	43	88	182	68	58	216	137	228	167	173	72	69	66	189	120	191	239	198	28	38	88	22	78	0	63
El Arichah C2	54	228	262	235	106	152	245	131	122	280	201	291	230	236	135	133	130	254	177	255	302	263	91	29	66	86	142	63	0

Tableau IV-6 : matrice de temps de voyage de la région Sud

L'objectif de la génération des matrices des temps de voyage est dû à l'une des exigences de l'entreprise dans sa relation avec les délais de livraison des produits, car les institutions militaires sont engagées sur le facteur temps, et leurs heures de travail se terminent à 16H, elles ferment donc leur portes. Alors GIPLAIT devait respecter les délais de livraison en fixant des fenêtres de temps pour chaque tournée.

Étant donné que 7 heures du matin est la date de début des premières livraisons et midi la dernière, nous pouvons sélectionner les fenêtres de temps jusqu'à 8 heures au maximum, et 4 heures en cas de dernière livraison. À ce moment-là, nous pouvons définir une fenêtre de temps de 4h pour la région de nord en cas de retarder l'horaire de chargement des camions dans l'usine jusqu'à midi. Quant à la région sud, elle a besoin de plus de temps en raison du temps de trajet important, mais nous avons essayé de le limiter à 8 heures. En traitant un problème de tournée de véhicule, nous convertirons toutes les unités en minute.

### IV.3.4- Les camions de transport :

L'entreprise possède un parc de camions dont certains sont destinés à l'importation de produits ou pour des points de vente civil, Mais des camions pour MDN sont représentés dans le Tableau IV-7 ci-dessous :

Désignation		Marque	Capacité	Observation
Camions frigorifiques	1	HYUNDAI HD 35	1.6 TONNES	Moyen Etat
	2	HYUNDAI HD 35	1.6 TONNES	Moyen Etat
	3	HYUNDAI HD 35	1.6 TONNES	Moyen Etat
	4	HYUNDAI HD 65	2.5 TONNES	NEUF
	5	HYUNDAI HD 65	2.5 TONNES	NEUF
	6	HYUNDAI HD 72	3.5 TONNES	Moyen Etat
	7	MITSUBISHI	4.5 TONNES	NEUF
	8	MITSUBISHI	4.5 TONNES	NEUF
	9	HYUNDAI HD 78	4.5 TONNES	NEUF
	10	HYUNDAI HD 78	4.5 TONNES	NEUF
	11	HYUNDAI HD 120	6 TONNES	Moyen Etat
	12	HYUNDAI HD 120	7 TONNES	NEUF

*Tableau IV-7 : Camions d'entreprise*

**IV.3.5- Tournées existants agréés par GIPLAIT :**

Les tournées actuelles qu'elles sont programmées par le service de transport sont illustrées dans le Tableau IV-8 et Tableau IV-9 :

➤ Région de nord

<b>Camion</b>	<b>Circuit</b>				<b>Distance KM</b>
<b>Camion n°1</b>	<i>Zenata C1</i>	<i>Koudia</i>	<i>Zenata C2</i>	<i>Beni Saf</i>	170
<b>Camion n°2</b>	<i>Tlemcen C1</i>	<i>Tlemcen C2</i>	<i>Tlemcen C3</i>		11
<b>Camion n°3</b>	<i>Sidi Djilali</i>	<i>Sebdou C1</i>	<i>Sidi Yahia</i>		226
<b>Camion n°4</b>	<i>El Gour</i>	<i>Bel Hadji Boussif</i>	<i>Sebdou C2</i>		165
<b>Camion n°5</b>	<i>Sabra</i>	<i>Sidi Medjahed</i>	<i>Beni Snous</i>		138
<b>Camion n°6</b>	<i>Maghnia</i>	<i>Sidi Machhour</i>	<i>Bab El Assa</i>		196
<b>Camion n°7</b>	<i>Dar Echikh</i>	<i>Ouled Mimoune</i>			137
<b>Camion n°8</b>	<i>Ghazouet C1</i>	<i>Ghazouet C1</i>			139
<b>SOMME</b>					<b>1182</b>

*Tableau IV-8 : les tournées de distribution agréées par l'entreprise dans le nord*

➤ Région de sud

<b>Camion</b>	<b>Circuit</b>				<b>Distances KM</b>
<b>Camion n°1</b>	<i>Ain Sefra C1</i>	<i>Ain_Ben_Khelil</i>	<i>El hendjir</i>	<i>Gaaloul</i>	734
	<i>Ain Sefra C2</i>	<i>Sfissifa</i>	<i>Ain Sefra C7</i>		
<b>Camion n°2</b>	<i>El Arichah C2</i>	<i>Abdlmola</i>	<i>Mekmen C1</i>	<i>El Arichah C1</i>	635
	<i>Magourah</i>	<i>Ain Sefra C3</i>			
<b>Camion n°3</b>	<i>El bayadh C1</i>	<i>El bayadh C2</i>	<i>El bayadh C3</i>	<i>Bougtoub</i>	700
<b>Camion n°4</b>	<i>Mechria C1</i>	<i>Mechria C2</i>	<i>Mechria C3</i>	<i>Herchaia</i>	511
<b>Camion n°5</b>	<i>Bnoud</i>	<i>Toudjer</i>	<i>Ain Sefra C4</i>		951
<b>Camion n°6</b>	<i>Ain Sefra C5</i>	<i>Mekemen C2</i>	<i>Djenin_B.Rezg</i>		809
<b>SOMME</b>					<b>4340</b>

*Tableau IV-9 : les tournées de distribution agréées par l'entreprise dans le sud*

### IV.4- Approche de résolution :

Le problème de tournée de véhicule étudié dans ce cas pratique nécessite le respect de certaines conditions :

- ✓ Tous les clients ne doivent être visités qu'une seule fois.
- ✓ Chaque véhicule ne doit faire qu'une seule tournée à la fois. Son parcours commence et se termine au niveau de l'usine, c'est-à-dire le point de départ et le point final lui-même.
- ✓ La charge totale du véhicule pendant le circuit ne doit pas dépasser sa capacité.
- ✓ La tournée de chaque véhicule doit être respecter la durée maximal pour chaque région.
- ✓ Un véhicule reste en arrêt au niveau du client pendant le temps nécessaire au déchargement des produits.

#### IV.4.1- Programme linéaire :

Le programme linéaire est adapté pour résoudre les problèmes mathématiques qui consistent à optimiser (maximiser ou minimiser) une fonction linéaire de plusieurs variables qui sont reliées par des relations linéaires appelées contraintes.

##### IV.4.1.1- Modèle mathématique

A partir du problème décrit dans ce chapitre et sur la base des données fournies nous donnons le modèle mathématique représenté comme suit :

##### Paramètre

- $N$  : le nombre des clients.
- $C$  : le nombre des camions.
- $n=1 \dots N$  : ensemble des sites de livraison (clients) dont l'usine c'est le client 1.
- $K = \{1 \dots C\}$  : ensemble des camions.
- $dis_{ij}, \forall (i, j) \in n * n$  : la distance entre client  $i$  et  $j$ .

- $d_j$  : demande de client j ( $d_1=0$ ).
- $cap_k, k \in K$  : capacité de camion c.
- $t_{ij}^k$  : temps de trajet effectuer par camion k pour aller du client i vers client j.
- $tc_i$  : temps de déchargement au niveau de chaque client.

**Variables de décisions :**

- $x_{ij}^k = \begin{cases} 1 & \text{si } i, j \text{ est parcouru par le véhicule } k \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}; \forall i, j \in n * n \forall k \in K$
- $z_k = \begin{cases} 1 & \text{si le camion } k \text{ est selectionée} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}; \forall k \in K$
- $T_k$  : temps total de la tournée de camion k
- $u_i^k$  : l'ordre de site i visiter par camion k

**Fonction objectif**

$$\text{Minimiser } \sum_{k \in K} \sum_{i \in X} \sum_{j \in X} x_{ij}^k \times dis_{ij} \quad (15)$$

**Contraintes**

$$\sum_{k \in K} \sum_{i \in n \setminus \{j\}} x_{ij}^k = 1, \forall j \in n \setminus \{1\} \quad (16)$$

$$x_{ij}^k \leq z_k; \forall i, j \in n * n \forall k \in K \quad (17)$$

$$\sum_{j \in n} x_{1j}^k = z_k; \forall k \in K \quad (18)$$

$$\sum_{j \in n \setminus \{i\}} x_{ij}^k = \sum_{p \in n} x_{pi}^k; \forall i \in n \forall k \in K \quad (19)$$

$$\sum_{i \in n} \sum_{j \in n \setminus \{1\}} d_j \times x_{ij}^k \leq z_k \times cap_k, \forall k \in K \quad (20)$$

$$\sum_{i \in n} \sum_{j \in n \setminus \{1\}} d_j \times x_{ij}^k \geq 0.7 \times z_k \times cap_k, \forall k \in K \quad (21)$$

$$u_i^k - u_j^k \leq (-N) \times x_{ij}^k + N - 1; \forall i \in n \forall j \in n \setminus \{1\} \forall k \in K \quad (22)$$

$$\sum_{i \in n} \sum_{j \in n \setminus \{1\}} t_{ij} \times x_{ij}^k + \sum_{i \in n} \sum_{j \in n \setminus \{1\}} tc_i \times x_{ij}^k = T_k \quad (23)$$

$$\sum_{k \in K} z_k \leq w \quad (24)$$

$$x_{ij}^k \in \{0, 1\}; \forall i, j \in n \forall k \in K \quad (25)$$

$$z_k \in \{0, 1\}; \forall k \in K \quad (26)$$

#### IV.4.1.2- Explication du modèle mathématique

- ◆ La fonction objectif (15) présenter dans ce modèle mathématique est de minimiser la distance total parcourue par la flotte de véhicules.
- ◆ La contrainte (16) exige que chaque site ne visite qu'une seule fois.
- ◆ La contrainte (17) assure que, quel que soit le site, il doit être servi par un seul camion.
- ◆ La contrainte (18) représente la limite de tournées des véhicules, c'est-à-dire que la tournée de tous les camion se termine par le point de départ (l'usine).
- ◆ La contrainte (19) indique la continuité de la route, c'est-à-dire tout véhicule visitant un client doit partir pour visiter un autre.
- ◆ Les contraintes (20) et (21) sont des limitations de la capacité que doit être respectés pour n'importe quelle véhicule, telle que l'équation (20) c'est la capacité maximal du camion qui ne peut pas être la dépassée, mais la contrainte (21) est le remplissage minimum pour la capacité du camion afin que ce dernier ne parte pas avec une charge partiellement vide. C'est une solution pour réduire le nombre des camion.
- ◆ Pour annuler les sous-tours nous avons utilisé la contrainte (22).



- ◆ Afin de connaître le temps de chaque tournées on a ajouté l'équation (23) qui affiche le temps totale effectuée par chaque camion pendant sa mission de livraison.
- ◆ Avant de terminer, nous avons demandé le nombre de camions que nous voulons utiliser pour certain programme. Il est représenté par le nombre(w) dans la contrainte (24).
- ◆ Enfin les contraintes (25) et (26) sont pour les variables binaire.

### IV.4.2- Modèle clustering :

Notre cas d'application comporte grand nombre points et cela nous retarde dans le traitement du problème et sa résolution. Nous utiliserons donc le modèle clustering.

Le modèle clustering permet de partager l'ensemble de points en plusieurs groupes selon la minimisation des distances. Nous diviserons chaque région en deux groupes en fonction de distance, et nous obtiendrons deux zones dans chaque région (Nord zone 1, Nord zone 2, Sud zone 1, Sud zone 2) et chaque zone contient un ensemble de points convergents.

#### IV.4.2.1- Modèle mathématique du modèle clustering :

##### Paramètre

- $N$  : le nombre des clients.
- $n=1 \dots N$  : ensemble des sites de livraison (clients) dont l'usine c'est le client 1.
- $dis_{ij}, \forall (i, j) \in n * n$  : la distance entre site  $i$  et  $j$ .

##### Variables de décisions

- $y_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{si le trajet entre } i, j \text{ est sélectionné} \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}; \forall i, j \in n * n$
- $z_j = \begin{cases} 1 & \text{si l'ensemble des sites sont regrouper dans le groupe } j \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}; \forall j \in n * n$

$z_i$  : représente les groupes des sites regrouper.

##### Fonction objectif

$$\text{Minimiser } \sum_{i \in n \setminus \{1\}} \sum_{j \in n} y_{ij} \times dis_{ij} + \sum_{j \in n} dis_{ij} \times z_j \quad (27)$$

### Contraintes

$$y_{ij} \leq z_j ; \forall i, j \in n * n \quad (28)$$

$$\sum_{j \in n} y_{ij} = 1 ; \forall i \in n \quad (29)$$

$$\sum_{j \in n} z_j = 2 \quad (30)$$

#### IV.4.2.2- Explication du modèle mathématique du modèle clustering :

- La fonction objectif (27) permet de diviser l'ensemble des site en plusieurs groupe selon la minimisation des distances.
- La contrainte (28) assure que le trajet entre i et j est ajouté à un groupe qui existe.
- La contrainte (29) garantie que chaque site est sélectionné une seul fois.
- La contrainte (30) représente le nombre des groupes que nous voulons générer.

#### IV.4.3- CPLEX Optimization Studio :

La résolution de ce problème se fera par le solveur CPLEX qui est un outil informatique d'optimisation commercialisé par IBM. Il associe un environnement de développement intégré (Integrated Development Environment - IDE) nommé Cplex Studio IDE et un langage de modélisation OPL (Optimization Programming Language) (Toussaint, 2016).

Un projet OPL est constitué de 5 types de fichiers :

- Un fichier projet (. project)
- Un fichier de modèle (.mod)
- Un fichier facultatif de données (.dat)
- Un fichiers facultatif de paramètres (.ops)
- Un fichier de configuration d'exécution (. oplproject)

Notre programme est saisi dans CPLEX comme suit dans la Figure IV-3:

```

int vv=...;
int vc=...;

range v=1..vv;
range c=1..vc;

float d[v]=...;
int cap[c]=...;
int dis[v][v]=...;
int t[v][v]=...;
int tc[v]=...;

dvar boolean x[c][v][v];
dvar boolean z[c];
dvar int+ u[c][v];
dvar int+ T[c];

//la fonction objectif
minimize (sum(i in v, j in v, k in c)x[k][i][j]*(dis[i][j]));

//contraintes
subject to{

//contrainte de chaque site est visité par une seul camion
forall(k in c,i in v,j in v)
x[k][i][j]<=z[k];

// limite de tournnées de véhicule
forall (k in c)
sum (j in v: j != 1) x[k][j][1]== z[k];

// chaque site est visité une seul fois
forall (j in v: j !=1)
sum (i in v : i != j, k in c) x[k][i][j]==1;

// la continuité d'une route
forall (i in v, k in c)
sum (j in v : j!= i ) x[k][i][j] == sum (p in v ) x[k][p][i];

// contrainte de capacité
forall (k in c)
sum (j in v: j !=1, i in v ) d[j]*x[k][i][j]<= z[k]*cap[k];

forall (k in c)
sum (j in v: j !=1, i in v ) d[j]*x[k][i][j]>= 0.7* z[k]*cap[k];

//contrainte de temps
forall(k in c)
sum(i in v,j in v:j!= 1)t[i][j]*x[k][i][j]+sum(i in v, j in v:j!=1)tc[i]*x[k][i][j] ==T[k]

forall(k in c) T[k]<= 420;

// nombre de camion
sum(k in c)z[k]==2;

// contrainte de sub-tours
forall (i in v,j in v:j!= 1, k in c) u[k][i]-u[k][j]<=(-vv)*x[k][i][j]+ vv-1;
}

```

Figure IV-3 : Notre programme CPLEX pour l'un des cas étudiés

**IV.4.4- Le recuit simulé (Simulated Annealing) :**

Le recuit simulé est un issue des méthodes approchées. La présentation et le codage de l'algorithme est inspirer du travail de projet de fin d'étude de ILLOUL Youcef (ILLOUL, et al., 2020), le déroulement de l'algorithme ce donne comme suit :

**1) Initialisation**

Génération de la solution initial  $S_0$ .

Choisir une température initial élevée  $T$ .

Tant que le système n'est pas gelé lorsque la température est devenue très basse le processus sera répété et par la suite la solution ne peut pas plus évoluer.

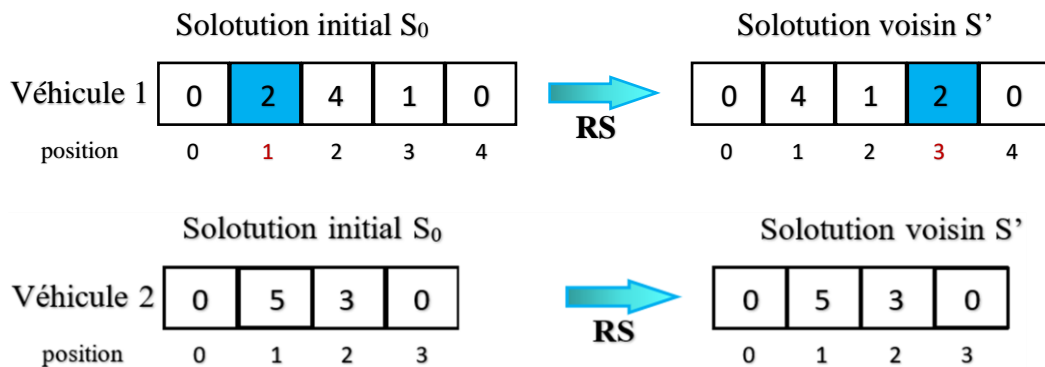
**2) Le mouvement élémentaire**

La transition de la solution actuelle vers une nouvelle solution par un mouvement élémentaire sera générée une solution voisine aléatoire  $S'$  à partir de la solution initiale  $S_0$ .

Un mouvement élémentaire représente un changement d'un nœud entre la position de départ dans la route qui indique le nœud à déplacer à la position d'arriver au destination qui indique où le nœud sera déplacé.

Il y a deux type de changement ; déplacement d'un nœud dans le même véhicule (Intra-Véhicule) et le déplacement d'un nœud entre deux véhicules différents (Inter-Véhicule). Afin de clarifier les choses, nous avons créé les Figure IV-4 et Figure IV-5 :

**Intra-Véhicule :**



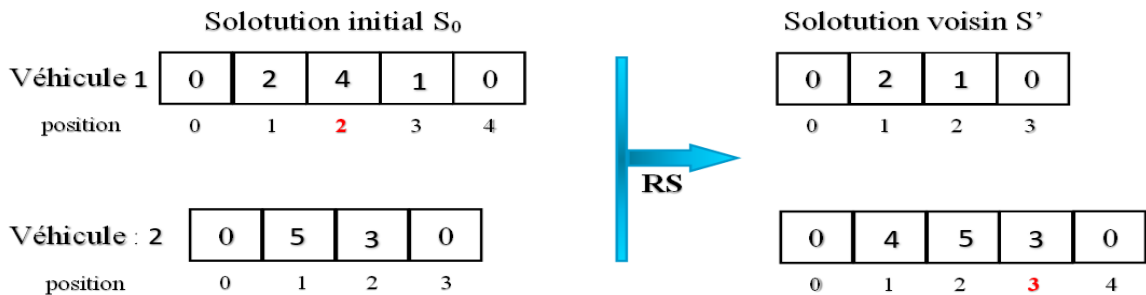
**Figure IV-4 :** déplacement d'un nœud dans le même véhicule

La solution  $S'$  obtenue est comme suit (le nœud 0 étant l'usine) :

Véhicule 1 : 0 → 4 → 1 → 2 → 0

Véhicule 2 : 0 → 5 → 3 → 0

**Inter-Véhicule :**



**Figure IV-5 :** déplacement d'un nœud entre deux véhicules différents

La solution  $S'$  obtenue est comme suit (le nœud 0 étant l'usine) :

Véhicule n : 0 → 2 → 8 → 0

Véhicule m : 0 → 1 → 4 → 6 → 0

**3) La comparaison**

Après la création de nouvelle solution  $S'$ , on va faire une comparaison [ $\Delta f := f(S' - S_0)$ ], si cette nouvelle solution est meilleure que la précédente [ $\Delta f > 0$ ] Elle sera acceptée comme solution initiale de la prochaine itération. Sinon, la nouvelle solution n'est pas nécessairement rejetée, et peut être acceptée avec la probabilité de Boltzmann exprimée par la fonction exponentielle de  $(\Delta f)/T$ , où  $T$  est la température actuelle. Si la nouvelle solution voisine est rejetée, nous allons garder la solution  $S_0$  initiale pour la prochaine itération.

**4) Satisfaction de l'équilibre**

Dès que la température est abaissée d'un certain degrés, déterminés par le coefficient de refroidissement  $\alpha$  avec  $\alpha < 1$ . La température initiale de la prochaine itération est remplacée par la nouvelle température  $T$  qui est égale à  $(T \text{ initiale} * \alpha)$ . La température continue de baisser à mesure que le nombre de répétitions augmente.

**5) Critère d'arrêt**

Le processus sera répété, jusqu'à satisfaction du critère d'arrêt qui dépend de la température  $T$  actuelle atteignant la température  $T$  finale soit respectée, sinon nous revenons à l'étape 2. Où le nombre d'itérations maximal atteint le cas où le système a été refroidi

### 6) Fin

Afficher la meilleure solution trouvée

### Paramètres du RS

Température initiale = 7 000 ;

Paramètre de refroidissement = 0.92 ;

Nombre d'itération à chaque température = 150 ;

## IV.5- Présentation des résultats :

D'après les données et les approches de résolution décrit ci-dessus nous avons rencontré 3 scénarios pour trouver des résultats d'amélioration de distribution pour chaque région ;

- Scénario 1 : Les résultats de chaque région complète.
- Scénario 2 : Les résultats à l'aide du modèle clustering (chaque région est divisée en deux zones).
- Scénario 3 : Les résultats à base du métaheuristique (recuit simulé).

### IV.5.1- Région de Nord :

#### IV.5.1.1- Scénario 1 :

Dans le premier scénario, nous allons configurer le programme pour tous les données de la région du nord, où nous avons numéroté les sites sachant que le point de départ GIPLAIT prend le numéro 1, et le CPLEX nous a donné les résultats suivants :

- La valeur de la fonction objectif c'est 810 KM.

```
solution (time limit exceeded) with objective 810
Quality Incumbent solution:
MILP objective 8,1000000000e+02
```

- Les camions sélectionnés pour la mission de distribution sont 5 camions.

```
z = [0 0 0 0 0 1 1 1 1 1 0 0];
```

camion:	6	7	8	9	10
capacité:	3500	4500	4500	4500	4500

- Les tournées sélectionnées pour chaque camion :

## CHAPITRE IV : Améliorer la distribution à GIPLAIT El Mansourah

- ✓ Camion C6 : (1) GIPLAIT→(2) Tlemcen C1→(22) Ouled Mimoune→(23) Dar Echikh→(17) El Gour→(24) Bel\_Hadji\_Boussif→(1) GIPLAIT
- ✓ Camion C7 : (1) GIPLAIT→(5) Zenata C1→(8) Beni Saf →(6) Koudia →(1) GIPLAIT
- ✓ Camion C8 : (1) GIPLAIT→(7) Zenata C2→(9) Ghazouet C1→(10) Ghazouet C2→(12) Bab El Assa →(11) Maghnia →(15) Sidi Machhour →(1) GIPLAIT
- ✓ Camion C9 : (1) GIPLAIT→(21) Sabra →(13) Sidi Medjahed →(19) Sidi Yahia →(1) GIPLAIT
- ✓ Camion C10 : (1) GIPLAIT→(4) Tlemcen C3→(3) TlemcenC2→(18) Sebdou C1→(20) Sebdou C2→(16) Sidi Djilali →(14) Beni Snous→(1) GIPLAIT

c (taille 12)	v (taille 24)	v (taille 24)	Valeur
6	24	1	1
6	23	17	1
6	22	23	1
6	17	24	1
6	2	22	1
6	1	2	1
7	8	6	1
7	6	1	1
7	5	8	1
7	1	5	1
8	15	1	1
8	12	11	1
8	11	15	1
8	10	12	1
8	9	10	1
8	7	9	1
8	1	7	1
9	21	13	1
9	19	1	1
9	13	19	1
9	1	21	1
10	20	16	1
10	18	20	1
10	16	14	1
10	14	1	1
10	3	18	1
10	4	3	1
10	1	4	1

- Le temps de voyage pour chaque tournée :

232min = 3H :52min pour camion 6.

169min = 2H :49min pour camion 7.

279min = 4H :39min pour camion 8.

116min = 1H :56min pour camion 9.

218min = 3H :38min pour camion 10.

$T = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 232 \ 169 \ 279 \ 116 \ 218 \ 0 \ 0];$

**IV.5.1.2- Scénario 2 :**

A ce scénario, nous ajoutons le modèle clustering pour faciliter la tâche au solveur CPLEX et donner une résultats dans courte durée.

Nous divisons la région de nord en deux zones à l'aide programme mathématique du clustering sous le solveur CPLEX, et nous arrivons à obtenir le nord zone 1 avec 14 sites de distribution et pour le nord zone 2 c'est 9 sites de distribution. Ils sont numérotés à partir de 2 et 1 qui est le point de départ GIPLAIT ;

On a utilisé le même programme de région complète pour résoudre les problème les deux zones et nous avons obtenus les résultats suivants :

**IV.5.1.2.1- Nord zone 1 :**

- La valeur de la fonction objectif c'est 459 KM.

solution (optimal) with objective 459  
 Quality Incumbent solution:  
 MILP objective 4,5900000000e+02

- Les camions sélectionnés pour la mission de distribution sont 3 camions

$z = [0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0];$

camion:	6	5	4
capacité	3500	2500	2500

- Les tournées sélectionné pour chaque camion
  - ✓ Camion C4 : (1) GIPLAIT→(4) Tlemcen C3→(3) Tlemcen C2→(15) Ouled Mimoune →(2) Tlemcen C1→(1) GIPLAIT
  - ✓ Camion C5 : (1) GIPLAIT→(9) Ghazouet C1→(10) Ghazouet C2→(12) Bab El Assa →(11) Maghnia→(13) Sidi Machhour→ (1) GIPLAIT
  - ✓ Camion C6 : (1) GIPLAIT→(14) Sabra→(7) Zenata C2→(5) Zenata C1→(8) Beni\_Saf →(6) Koudia→(1) GIPLAIT



c (taille 12)	v (taille 15)	(taille 15)	Valeur
4	15	2	1
4	4	3	1
4	3	15	1
4	2	1	1
4	1	4	1
5	13	1	1
5	12	11	1
5	11	13	1
5	10	12	1
5	9	10	1
5	1	9	1
6	14	7	1
6	8	6	1
6	7	5	1
6	6	1	1
6	5	8	1
6	1	14	1

- Le temps de voyage pour chaque tournée :

177min = 2H :57min pour camion 4.

285min = 4H :45min pour camion 5.

271min = 4H :31min pour camion 6.

$$T = [0 \ 0 \ 0 \ 177 \ 285 \ 271 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0];$$

#### IV.5.1.2.2- Nord zone 2 :

- La valeur de la fonction objectif c'est 392 KM.

solution (optimal) with objective 392  
 Quality Incumbent solution:  
 MILP objective 3,9200000000e+02

- Les camions sélectionnés pour la mission de distribution sont 2 camions

$$z = [1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0];$$

camion	9	1
capacité	4500	1600

- Les tournées sélectionné pour chaque camion

✓ Camion C1 : (1) GIPLAIT → (10) Bel\_Hadji\_Boussif → (10) Ghazouet C2 → (5) El Gour → (9) Dar Echikh → (1) GIPLAIT

- ✓ Camion C9 : (1) GIPLAIT → (7) Sidi Yahia → (2) Sidi Medjahed → (3) Beni Snous → (4) Sidi Djilali → (8) Sebdou C2 → (6) Sebdou C1 → (1) GIPLAIT

c (taille 12)	v (taille 10)	v (taille 10)	Valeur
1	10	5	1
1	9	1	1
1	5	9	1
1	1	10	1
9	8	6	1
9	7	2	1
9	6	1	1
9	4	8	1
9	3	4	1
9	2	3	1
9	1	7	1

- Le temps de voyage pour chaque tournée :

180min = 3H pour camion 1.

290min = 4H :50min pour camion 9.

$$T = [180 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 290 \ 0 \ 0 \ 0];$$

#### IV.5.1.3- Scénario 3 :

Après les résultats données par le solveur CPLEX nous passons au métaheuristique, nous utilisons le recuit simulé pour résoudre VRP de toute la région du nord, où nous avons numéroté les sites sachant que le point de départ GIPLAIT prend le numéro 0, et nous trouvons ces résultats :

#### Solution After Simulated Annealing

- ✓ Camion C1 : (0) GIPLAIT → (15) Sidi Djilali → (23) Bel\_Hadji\_Boussif → (16) El Gour → (0) GIPLAIT
- ✓ Camion C3 : (0) GIPLAIT → (7) Beni Saf → (5) Koudia → (0) GIPLAIT
- ✓ Camion C6 : (0) GIPLAIT → (6) Zenata C2 → (4) Zenata C1 → (8) Ghazouet C1 → (9) Ghazouet C2 → (11) Bab El Assa → (0) GIPLAIT
- ✓ Camion C7 : (0) GIPLAIT → (20) Sabra → (10) Maghnia → (14) Sidi Machhour → (12) Sidi Medjahed → (18) Sidi Yahia → (13) Beni Snous → (0) GIPLAIT

✓ Camion C8 : (0) GIPLAIT→(2) TlemcenC2→(1) Tlemcen C1→(21) Ouled Mimoune →(22) Dar Echikh →(19) Sebdou C2→(17) Sebdou C1→(3) Tlemcen C3→ (0) GIPLAIT

**Solution Distance 838.0**

**Opération effectuée en : 2.964 secondes.**

### IV.5.1.4- Analyse et interprétations les résultats du nord :

Les résultats montrent que la solution optimale obtenue avec le solveur CPLEX utilise 5 véhicules pour une distance parcourue de 810 KM, La deuxième approche basée sur le clustering nous a donné le même nombre de véhicules avec une distance de 851 KM (459 KM pour la zone 1 et 392 KM pour la zone 2), cette augmentation de la distance est dû au fait que l'approche utilisée est séquentielle et non optimale. L'algorithme du recuit simulé nous a donné une solution utilisant le même nombre de véhicules avec une distance total parcourue de 838 KM en 3 secondes d'exécution, ce qui représente une augmentation de 3% par rapport à la solution optimale. Ceci montre l'efficacité de l'approche métaheuristique qui peut être utilisé en cas d'augmentation de la taille du problème. Ces solutions améliorent la stratégie de distribution actuelle qui utilise 8 camions avec une distance totale de 1182.

### IV.5.2- Région de Sud :

#### IV.5.2.1- Scénario 1 :

Dans le premier scénario, on a configuré le programme pour tous les données du région du sud sous le solveur CPLEX mais nous n'avons pas atteindre notre objectif, il occupe trop de temps sans trouver la solution optimal. Si nous avons limité le temps de traitement, nous trouverons une solution avec un écart d'erreur de 20%, ce qui est un très grand intervalle qui dépasse la tolérance de distance.

#### IV.5.2.2- Scénario 2 :

Nous ajoutons le modèle clustering à ce scénario comme la première région pour faciliter la tâche au solveur CPLEX, donner une résultats dans une courte durée et pour compenser l'échec du premier scénario.

## CHAPITRE IV : Améliorer la distribution à GIPLAIT El Mansourah

Nous divisons la région de sud en deux zones à l'aide programme mathématique du clustering sous le solveur CPLEX, et nous arrivons à obtenir le sud zone 1 avec 18 sites de distribution et pour le sud zone 2 c'est 10 sites de distribution. Sur CPLEX nous avons numéroté les sites, avec le point de l'usine qui a le numéro 1

On a utilisé le même programme de région de sud complète pour résoudre les problème des deux zones et nous avons obtenus les résultats suivants :

### IV.5.2.2.1- Sud zone 1 :

- La valeur de la fonction objectif c'est 1684 KM.

```
solution (time limit exceeded) with objective 1772
Quality Incumbent solution:
MILP objective 1,7720000000e+03
```

- Les camions sélectionnés pour la mission de distribution sont 3 camions

$z = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1];$

camion:	10	11	12
capacité:	4500	6000	7000

- Les tournées sélectionné pour chaque camion

- ✓ Camion C10 : (1) GIPLAIT → (15) Magourah → (14) El Arichah C1 → (13) Mekmen C1 → (18) Abdlmola → (19) El Arichah C2 → (1) GIPLAIT
- ✓ Camion C11 : (1) GIPLAIT → (2) Ain Sefra C3 → (7) Mechria C2 → (8) Mechria C3 → (17) Toudjer → (4) Herchaia → (3) Ain\_Ben\_Khelil → (1) GIPLAIT
- ✓ Camion C12 : (1) GIPLAIT → (16) Mekemen C2 → (5) Ain Sefra C4 → (6) Mechria C1 → (10) Bougtoub → (9) El bayadh C1 → (11) El bayadh C2 → (12) El bayadh C3 → (1) GIPLAIT

c (taille 12)	v (taille 19)	v (taille 19)	Valeur
10	19	1	1
10	18	19	1
10	15	14	1
10	14	13	1
10	13	18	1
10	1	15	1
11	17	4	1
11	8	17	1
11	7	8	1
11	4	3	1
11	3	1	1
11	2	7	1
11	1	2	1
12	16	5	1
12	12	1	1
12	11	12	1
12	10	9	1
12	9	11	1
12	6	10	1
12	5	6	1
12	1	16	1

- Le temps de voyage pour chaque tournée :

435 min = 7H :15min pour camion 10.

449 min = 7H :28min pour camion 11.

487 min = 8H :7min pour camion 12.

$T = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 435 \ 449 \ 487];$

**IV.5.2.2.2- Sud zone 2 :**

- La valeur de la fonction objectif c'est 1684 KM.

solution (optimal) with objective 1684  
 Quality Incumbent solution:  
 MILP objective 1,6840000000e+03

- Les camions sélectionnés pour la mission de distribution sont 2 camions

$z = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0];$

camion:	6	5
capacité	3500	2500

- Les tournées sélectionné pour chaque camion

✓ Camion C5 : (1) GIPLAIT→(11) Bnoud →(8) Djenin\_B\_Rezg →(10) Ain Sefra  
 C7→(4) Ain Sefra C2→(9) Ain Sefra C6→ (1) GIPLAIT

✓ Camion C6 : (1) GIPLAIT→(2) Ain Sefra C1→(5) El hendjir →(3) Sfissifa →(6)  
 Ain Sefra C5→(7) Gaaloul → (1) GIPLAIT

c (taille 12)	v (taille 11)	v (taille 11)	Valeur
6	7	1	1
6	6	7	1
6	5	3	1
6	3	6	1
6	2	5	1
6	1	2	1
5	11	8	1
5	10	4	1
5	9	1	1
5	8	10	1
5	4	9	1
5	1	11	1

- Le temps de voyage pour chaque tournée :

738 min = 12H :18min pour camion 5.

508 min = 8H :28min pour camion 6.

$T = [0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 738 \ 508 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0];$

### IV.5.2.3- Scénario 3 :

Après l'échec de scénario 1 pour résoudre le problème VRP pour toute la région de sud, et les résultats donnés au scénario 2 avec modèle clustering par le solveur CPLEX, nous passons au métaheuristique, nous utilisons le recuit simulé pour résoudre VRP de toute la région de sud qui sont numéroté à partir de 0 qui est le point de départ GIPLAIT. Alors le recuit simulé a nous donné ces résultats :

#### Solution After Simulated Annealing

- ✓ Camion C3 : (0) GIPLAIT → (20) Bnouid → (25) Mekemen C2 → (0) GIPLAIT
- ✓ Camion C4 : (0) GIPLAIT → (27) Abdlmola → (11) Djenin Bou Rezg → (13) Ain Sefra C7 → (1) Ain Sefra C1 → (0) GIPLAIT
- ✓ Camion C7 : (0) GIPLAIT → (14) Mechria C1 → (3) Ain Sefra C2 → (12) Ain Sefra C6 → (6) El hendjir → (9) Ain Sefra C5 → (2) Sfissifa → (10) Gaaloul → (0) GIPLAIT
- ✓ Camion C8 : (0) GIPLAIT → (24) Magourah → (23) El Arichah C1 → (8) Ain Sefra C4 → (15) Mechria C2 → (16) Mechria C3 → (26) Toudjer → (7) Herchaia → (5) Ain Ben Khelil → (22) Mekmen C1 → (0) GIPLAIT
- ✓ Camion C9 : (0) GIPLAIT → (28) El Arichah C2 → (18) Bougtoub → (17) El bayadh C1 → (21) El bayadh C3 → (19) El bayadh C2 → (4) Ain Sefra C3 → (0) GIPLAIT

**Solution Distance** 3787.0

**Opération effectuée en** : 2.153 secondes.

### IV.5.2.4- Analyse et interprétations les résultats de sud :

Pour la région sud, L'utilisation du solveur CPLEX ne nous a pas permis d'obtenir de solution optimale en un temps polynomial. De ce fait, nous avons eu recours à la deuxième approche basée sur le clustering qui a utilisé 5 véhicules avec une distance de

3368 KM (1684 KM pour la zone 1 et 1684 KM pour la zone 2). Notons que cette solution est satisfaisante vue le caractère séquentiel de l'approche utilisée. L'algorithme du recuit simulé nous a donné une solution utilisant le même nombre de véhicules avec une distance total parcourue de 3787 KM en 2 secondes d'exécution, ce qui représente une augmentation de 10% par rapport à la solution obtenue initialement. Ceci montre l'efficacité de l'approche métaheuristique qui peut être utilisé en cas d'augmentation de la taille du problème. Ces solutions améliorent la stratégie de distribution actuelle pour la région sud qui utilise 6 camions avec une distance totale de 4340.

### **IV.6- Conclusion :**

Dans ce chapitre, nous décrivons les activités de diffusion au sein de la société GIPLAIT El Mansourah, dans lequel nous exposons toutes les données réelles nécessaires à la résolution du problème de recherche. Nous présentons ensuite une application concrète dans l'industrie pour résoudre les problèmes de distribution et les tournées de véhicules. Il ressort clairement de la présentation des résultats que ces itinéraires produisent des résultats nettement meilleurs que les itinéraires empruntés actuellement par l'entreprise et qu'ils peuvent apporter des améliorations significatives en termes de distance totale parcourue et de nombre de camions utilisés. La résolution de problèmes avec le solveur CPLEX est limitée, si en dépassant cette limite, CPLEX ne donne plus de résultats. Pour cela, nous choisissons d'implémenter l'algorithme de recuit simulé.

## Conclusion Générale

---

Le travail élaboré dans ce projet fin d'étude porte essentiellement sur les problèmes des tournées de véhicules qui permettent la modélisation de nombreux phénomènes de la logistique et de l'économie.

Une bonne compréhension du concept de la logistique et l'importance de la logistique de distribution conduit à une gestion rationnelle et ordonnée des ressources, et améliore ainsi la rentabilité des entreprises et leur économie.

L'objectif visé au départ de ce mémoire était la construction d'une approche de résolution du VRP après une présentation d'une généralisation sur la logistique suivi par un état de l'art du VRP et de ses approches de résolution.

Les deux premiers chapitres sont entièrement personnalisés pour les définitions de la logistique et de la gestion de la chaîne logistique, ainsi que la logistique de distribution dans le secteur alimentaire, suivis d'une présentation d'état de l'art du VRP et de ses méthodes de résolution. Deux types de méthodes de résolution des problèmes NP-difficile, tel que le VRP, ont été abordées : les méthodes exactes qui assurent une résolution optimale, mais pour les petits problèmes de cas, et les approches méta-heuristiques qui fournissent des solutions concrètes à un moment raisonnable aux problèmes dans tous les cas.

Dans ce travail, nous appliquons les approches de résolution des problèmes tournées de véhicule en cas pratique pour GIPLAIT El Mansourah pour sa mission de distribution, après avoir révélé toutes les données réelles nécessaires pour résoudre la situation pratique, nous avons analysé et interprété les résultats obtenus par les deux méthodes mentionnées ; la méthode exactes et approchées.

Le modèle d'optimisation qui a été réalisé et mis en œuvre sous CPLEX nous a donné de bons résultats, mais certains scénarios nous ont rencontrés des difficultés. Cependant, il est encore incomplet et a des limites. Une fois que la taille du système devient plus grande ou que d'autres contraintes entrent en jeu, les choses se compliquent et CPLEX ne nous donnera plus de solutions. Pour pallier ce problème majeur, nous avons choisi d'implémenter une métaheuristique où nous avons programmé un algorithme recuit simulé.



## Bibliographie :

[En ligne] // packhelp. - 27 02 2022. - <https://packhelp.fr/supply-chain-management-optimisation/>.

[En ligne] // Marketbook. - 13 03 2022. - <https://www.marketbook.qc.ca/listings/trucks/for-sale/list/category/238/heavy-duty-trucks-tank-trucks-milk>.

[En ligne] // GIS AND SCIENCE. - 10 03 2022. - <https://gisandscience.com/2011/09/28/minimizing-transportation-costs-with-location-allocation-analysis-an-application-to-recycling/>.

[En ligne] // Algerian bovines. - 13 03 2022. - <http://www.abovines.com/index.php/materiel/25-bidons-a-lait>.

**Adem SOUABNI et Abd Eraouf BELHOUL** L'algorithme Séquentielle (Réduit Simulé+ Algorithme 2-Opt Pour La Résolution Du Problème De Routage De Véhicules avec Capacité (PRVC). [Rapport] : mémoire master / Université DE Mohamed El Bachir El Ibrahim B-B-A. - 2021.

**AKLI Meriem** Problème de tournées de véhicule avec contraintes de fenêtre de temps [Rapport] : Thèse de Magister / UNIVERSITE DE MOULOUD MAMMERI. - TIZI OUZOU : [s.n.], 2013.

**Bakkouri Alae El** De la logistique au supply chain logistique : une revue de la littérature [Revue]. - Agadir : Article in Journal of Business Studies, 2021. - N°1 : Vol. 2.

**BENANTAR Abdelaziz** Optimisation pour des problèmes industriels de tournées de véhicules : Vers une transition énergétique [Rapport] : thèse de doctorat / service informatique ; l'université du Havre-Normandie. - 2017.

**Berro Alain** Optimisation Multi objectif et Stratégie d'évolution en Environnement Dynamique [Rapport] : thèse de Doctorat / Université des sciences sociales Toulouse. - 2001.

**Bianchi Leonora** Notes on Dynamic Vehicle Routing [Revue]. - [s.l.] : IDSIA, 2000. - 01 : Vol. 05. - the state of art.

**C.Demeur** Marketing [Livre]. - Paris : 5ème édition, 2005.

**Chi-Dung TA(2004)** Démarche de traçabilité globale, Logistique & Management [Revue] // Logistique & Management. - 09 11 2004. - 24 : Vol. Vol. 12. - pp. 35-40.

**Christophe Duhamel** Un cadre formel pour les méthodes par amélioration itérative : Application à deux problèmes d'optimisation dans les réseaux [Rapport] : Thèse de doctorat / Université Blaise Pascal. - Clermont-Ferrand II : [s.n.], 2001.

**Collette Yann et Siarry Patrick** Optimisation Multiobjectif [Livre]. - Paris : EYROLLES, 2002.

**DAYAN Armend** le manuel de la distribution [Livre]. - [s.l.] : Ed.Organisation, 1987.

**Desrochers M, Lenstraa J.K et Savelsbergh M.W.P** A classification scheme for vehicle routing and scheduling problems [Revue] // European Journal of Operational Research. - North-Holland : [s.n.], 1990. - 322-332 : Vol. 46.

**Dubois kotler&** Marketing Management [Livre]. - Paris : publi-Union, 2000. - p. 497.

- Eglese R, Li LYOL et Fu Z** A new tabu search heuristic for the open vehicle routing problem [Revue]. - China : Journal of the Operational Research Society, 2004. - 56 : Vol. 3.
- Eksioglu Burak, Volkan Vural Arif et Reisman Arnold** The vehicle routing problem: A taxonomic review [Revue] // Computers & Industrial Engineering. - 2009.
- Fabbe-Costes Nathalie** Le rôle transformatif des SIC et TIC sur les interfaces multi-acteurs de la distribution et de la logistique [Revue] // HAL. - France : Vuibert, 2021. - Il s'agit du Chapitre 9 de l'ouvrage, pp.171–194.. - 2-7117-7996-3.
- FAO** [En ligne] // Passerelle sur la production laitière et les produits laitiers. - 2022. - <https://www.fao.org/dairy-production-products/fr/>.
- Fouad Maliki** résolution d'un problème stochastique de choix des fournisseurs et location des centre des distribution [Rapport]. - Tlemcen : [s.n.], 2013.
- FRANCOIS Julien** Planification des chaînes logistiques : [Rapport] : thèse de doctorat / productique ; L'UNIVERSITE BORDEAUX 1. - 2007.
- GALASSO François** Aide à la planification dans les chaînes logistiques en présence de demande [Rapport] : thèse de doctorat / Systèmes industriels ; L'INSTITUT NATIONAL POLYTECHNIQUE DE TOULOUSE. - 2007.
- Gendreau Michel, Laporte Gilbert et Séguin René** Stochastic vehicle routing [Revue]. - [s.l.] : European Journal of Operational Research, 1996. - 3-12 : Vol. 88.
- GOUIZA Fairouz et BENABDELHAFID Abdellatif** Modélisation et évaluation des performances de la chaîne de transport intermodal de porte à porte, [Rapport] : These / l'université du Havre. - Normandie : [s.n.], 2016. - p. 34.
- GROUPE GCL cabinet de conseil en logistique.** [En ligne] // [www.gclgroup.com](http://www.gclgroup.com). - 22 02 2022. - <https://www.faq-logistique.com/GCL-Logiguide-Vol08Num01-Gestion-Chaine-Logistique.htm>.
- Haiyan HOUSROOM** Une approche génétique pour la résolution du problème VRPTW dynamique [Rapport] : Thèse de doctorat / Université d'Artois. - 2005.
- ILLOUL Youcef et BRAHAMI Mustapha Anwar** Optimisation des coûts de collecte du lait pour l'entreprise Danone [Rapport] : Projet de fin d'étude d'ingénieur / Management industriel et logistique ; ESSA Tlemcen . - Tlemcen : [s.n.], 2020.
- K.H Tan [et al.]** Heuristique methodes for vehicule routing problem with time windows [Revue] // ELSEVIER. - [s.l.] : Deoartement of Electrical and Computer Engineering National University of singapore, 2000. - 3 : Vol. 15.
- KALLEL Omar** L'impact des relations contractuelles entre donneurs d'ordres et soustraitants [Rapport] : Thèse dedoctorat / Informatique et Génie Industriel (INSA Toulouse), Informatique de gestion (ISG de Tunis) ; L'Institut National des Sciences Appliquées de Toulouse (INSA Toulouse) et l'Institut Supérieur de Gestion de Tunis (ISG Tunis. - 2012.
- Laporte Gilbert [et al.]** Classical and modern heuristics for the vehicle routing problem [Revue]. - [s.l.] : Intl. Trans. in Op. Res, 2000. - 285-300 : Vol. 7.
- LE MOIGINE Rémy** Supply chain management Achat, production, logistique, transport, vente [Livre]. - Malakoff : Dunod, 2017. - 2e.

**Marshall L Fisher et Jaikumar Ramchandran** A Decomposition Algorithm for Large-Scale Vehicle Routing [Livre] / éd. Philadelphia Pa. - [s.l.] : Wharton School, Univ. of Pennsylvania, 1978.

**Médan Pierre et Gratacap Anne** LOGISTIQUE ET SUPPLY CHAIN MANAGEMENT [Livre]. - Paris : DUNOD, 2008. - ISBN 978-2-10-049113-1.

**Messaoud LAZEREG Kousseila BELLIL** LA FILIÈRE LAIT ALGÉRIENNE FACE AUX CONSÉQUENCES DE LA PANDÉMIE DE LA COVID-19 [Revue]. - [s.l.] : Les Cahiers du Cread , 17/07/2020. - Vol. - Vol. 36 - n° 03 - 2020.

**Pimor Yves et Fender Michel** LOGISTIQUE:Production • Distribution • Soutien [Livre]. - Paris : Dunod, 2008. - 5e.

**REGO César et ROUCAIROL Catherine** Le Probleme de tournées de vehicules : etude et resolution approchée [Rapport] : rapport de recherche / Unité de recherche INRIA. - Le chesnay Cedex : [s.n.], 1994.

**ROUGGANI Khalid et GOURIRE Majda** LA COORDINATION EN MATIERE DE FLUX LOGISTIQUES ET LA PERFORMANCE DES ACTEURS D'UNE CHAÎNE LOGISTIQUE : QUELLE PLACE POUR LES TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET DE LA COMMUNICATION (T.I.C) ? [Revue]. - [s.l.] : Université HASSAN I – Settat.

**Toussaint Hélène** Une introduction à OPL et Cplex Studio IDE [Rapport]. - 2016.

**Trojet Mariem, LOPEZ pierre et ZGHAL ALI** Planification d'une chaîne logistique: approche par satisfaction de contraintes dynamiques [Rapport] : Thèse de doctorat / INSA de Toulouse. - Toulouse : Génie Industriel, 2014.

**Wikipedia** [En ligne]. - 2020. - 13 04 2022. - [https://fr.wikipedia.org/wiki/Fonction\\_objectif](https://fr.wikipedia.org/wiki/Fonction_objectif).

## Résumé

Maitriser les coûts logistiques, optimiser les délais et favoriser la qualité sont parmi les critères à respecter pour réussir sa stratégie logistique. Ce projet porte sur l'étude de problèmes réels de transport et de distribution. Il s'agit plus précisément de problème d'optimisation des tournées de véhicules, Comme solution qui fait face à cette insuffisance logistique, ce travail cherche à générer un programme linéaire visant à optimiser la distribution de produits laitiers était développé et résolu avec le solveur CPLEX et le recuit simulé.

**Mots clés :** la logistique, problème de tournées de véhicule, logistiques distribution, VRP, distribution de lait.

## Abstract

Controlling logistics costs, optimizing lead times, and promoting quality are among the criteria to be respected to achieve a successful logistics strategy. This project focuses on the study of real problems of transport and distribution. More precisely, it is about the problem of optimization of the vehicle rounds, as a solution that faces this logistic deficiency, this work seeks to generate a linear program to optimize the distribution of dairy products was developed and solved with the solver CPLEX and simulated annealing.

**Keywords :** logistics, vehicle tour problem, distribution logistics, VRP, milk distribution.

## ملخص:

يعد التحكم في تكاليف الخدمات اللوجستية وتحسين المواعيد النهائية وتعزيز الجودة من بين المعايير التي يجب الوفاء بها للنجاح في استراتيجيتك اللوجستية. يركز هذا المشروع على دراسة مشاكل النقل والتوزيع الحقيقية. وبشكل أكثر تحديداً، مشكلة تحسين طرق المركبات، كحل يواجه هذا القصور اللوجستي. يسعى هذا العمل إلى إنشاء برنامج خطي لتحسين توزيع منتجات الألبان تم تطويره وحله باستخدام برنامج CPLEX وخوارزمية recuit simulé.

**الكلمات المفتاحية:** الخدمات اللوجستية، مشكلة جولة المركبة، الخدمات اللوجستية للتوزيع، VRP

توزيع الحليب.