

**République Algérienne Démocratique et Populaire**  
**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**  
Université Abou-BekrBelkaïd - Tlemcen

**La conception d'une chaîne logistique pour la distribution  
des produits pharmaceutique  
Application sur la ville de Tlemcen**

Par HADJILA Zakariya et MANSOURI Ismail

Département de génie électrique et électronique

Faculté de technologie

Mémoire présenté

en vue de l'obtention du grade de Master

En génie industriel

Option productique

**Jury**

Pr. GHOMRI latéfa

Présidente

Pr. KHEDIM-OUIS Amaria

Examinatrice

Pr. MALIKI Fouâd

Examineur

Pr. HOUBAD yamina

Examinatrice

Pr. DIB-MERABENT Zahira

Encadreur

Mai 2016

© HADJILA ; MANSOURI, 2016

## Résumé

Ce travail est consacré, principalement à une étude pour la conception d'une chaîne logistique directe pour la distribution des produits pharmaceutiques au niveau de la ville de Tlemcen (Algérie). Ce réseau est constitué des pharmacies et les entrepôts de produits pharmaceutique).

La première étape de ce travail est de définir les différents amas de clients (ensemble de pharmacies) en utilisant le modèle CCCP (capacitated centered clustering problem). Cette méthode consiste à regrouper les clients les plus proches en distance (minimiser les distances entre les pharmacies et le centre de gravité des amas) où chaque amas est limité par la capacité d'un véhicule de distribution, nous avons utilisé logiciel Autocad 2014 pour positionner les pharmacies.

Dans la deuxième étape, nous traitons le problème de localisation/allocation, le modèle déterministe en utilisant le modèle CPLP (capacitated plant location problem) cette méthode consiste simultanément à localiser des CRC (clients resource center) et à leur allouer les amas de clients. L'objectif est de minimiser le nombre de CRC ouverts (les entrepôts ouverts) et la distance entre les clients (pharmacies) et les CRC en respectant la capacité des CRC et la capacité du véhicule de transport.

Enfin nous allons planifier des tournées des véhicules à l'aide du modèle TSP (Traveling Salesman Problem) partant des différents entrepôts pour visiter un ensemble de clients  $n$  de l'amas et de revenir au point de départ.

Nous utilisons le logiciel d'optimisation LINGO 10 pour la résolution du problème qui a été décomposé en 3 sous problèmes et la résolution sera séquentielle l'un par rapport à autre.

**Mots-clés** : chaîne logistique, la distribution, produits pharmaceutiques, optimisation, localisation, allocation, le modèle CCCP, le modèle CPLP, le modèle TSP

## **Abstract**

This work is devoted mainly to a study for the concept of a supply chain for the distribution and storage of pharmaceutical products of the city of Tlemcen( Algeria ) . This network consists of , the pharmacies (consumer), the center CRC (clients resource center).

The first stage of this work is to define the different customers (all pharmacies), using the CCCP model (capacitated centered clustering problem) .this method is to group customers closest distance (minimizing distances between pharmacies and the center of gravity), where each warehouse is limited by the capacity of a distribution vehicle, we use AutoCAD 2014 software for positioning pharmacies.

In the second step, we treat the problem of location / allocation, the deterministic model using the CPLP model (capacitated plant location problem) this method is to simultaneously locate CRC and allocate their clients (pharmacies). The goal is to minimize the number CRC opened and the distance between customers (pharmacies) and CRC respecting the ability of the CRC and the capacity of the transport vehicle.

Finally we will schedule the tours of the vehicles using the TSP model (Traveling Salesman Problem) starting from different warehouses to visit a set of clients  $n$  and return to the starting point.

We used optimization software LINGO 10 for solving the problem that has been broken into 3 problems and the resolution will be sequentially with respecting the time.

**Keywords** : supplychain,distribution,warehouse, optimisation,localisation, location-allocation, CCCP model,the CPLP model,TSP model

# Table des matières

Résumé.....	ii
Abstract.....	iii
Table des matières.....	iv
Liste des tableaux.....	vii
Liste des figures.....	vii
Liste des sigles.....	viii
Liste des abréviations.....	viii
Remerciements.....	iii
Introduction.....	1
Chapitre 1 : généralités et définitions.....	3
1.1    Introduction.....	3
1.2    Aperçu sur l’historique de la logistique.....	3
1.2.1    Définition de la chaine logistique.....	4
1.2.2    Définition de la chaine logistique inverse.....	5
1.2.3    Définition de la chaine logistique verte.....	6
1.3    Les fonctions de la chaine logistique.....	7
1.3.1    La gestion des commandes.....	7
1.3.2    L’approvisionnement.....	7
1.3.3    La production.....	8
1.3.4    Le stockage.....	8
1.3.5    La vente.....	9
1.4    Conception des chaines logistiques.....	9
1.4.1    Décisions stratégique.....	11
1.4.2    Décisions tactiques.....	11
1.4.3    Décisions opérationnelles.....	11
1.5    Classes de base de chaine logistique.....	12

1.5.1	Les fournisseurs .....	12
1.5.2	Usines.....	12
1.5.3	Les centres de distribution .....	12
1.5.4	Clients .....	13
1.5.5	Le transport .....	13
1.5.6	Liaison d'information .....	14
1.5.7	L'Entreprise .....	14
1.6	La gestion de la chaine logistique.....	14
1.7	Conclusion .....	16
Chapitre 2 Les méthodes de résolution.....		17
2.1	Introduction.....	17
2.2	Définition de location problem .....	17
2.3	Définition de Allocationproblem .....	18
2.4	Définition de vehiculeroutingproblem.....	18
2.5	Définition de Location-Allocation problem.....	19
2.6	Classification de Location-Allocation problem .....	20
2.6.1	Classification sur la demande de clients .....	20
2.6.2	Classification sur le nombre d'installations .....	20
2.6.3	Classification sur l'espace ou les emplacements physiques.....	21
2.6.4	Classifications en fonction des objectifs de localisation.....	21
2.7	Les méthodes de résolution.....	22
2.7.1	Approches exact.....	22
2.7.2	Analyse des données .....	23
2.7.3	Simulation .....	24
2.7.4	Analyse multicritères .....	24
2.7.5	Heuristique.....	24
2.7.6	Métaheuristique.....	24
2.7.8	HybridApproachesou la combinaison de ce qui précède.....	25
2.8	Conclusion .....	25
Chapitre 3 État de l'art et définition de problématique.....		26

3.1 Introduction.....	26
3.2 État de l’art.....	26
3.3 Présentation de problème.....	28
3.4 Conclusion.....	31
Chapitre 4 la résolution de problème.....	32
4.1 Introduction.....	32
4.2 CapacitatedCentredClusteringProbleme.....	32
4.2.1 Modèle mathématique du problème 1.....	33
4.2.2 Les paramètres du sous problème 1.....	36
4.2.3 Résultat et discussion.....	38
4.2.4 Conclusion.....	39
4.3 Problème de localisation/allocation.....	40
4.3.1 Introduction.....	40
4.3.2 Modèle de localisation/allocation.....	40
4.3.3 Les paramètres de sous problème 3.....	41
4.3.4 La formation mathématique de ce sous-problème 2.....	41
4.3.5 Résultats et discussion.....	42
4.4 Problème de transport.....	44
4.4.1 Introduction.....	44
4.4.2 Problème de voyageur de commerce (TSP).....	44
4.4.3 Formulation du modèle.....	45
4.4.4 Les paramètres du sous-problème 3.....	45
4.4.5 Conclusion.....	49
Conclusion générale.....	50
Bibliographie.....	i

## Liste des tableaux

Tableau1 : les coordonnées $x_i, y_i$ des clients.....	35
Tableau 2 : les résultats de sous problème 1 (cccp).....	38
Tableau 3 : les résultats de sous problème 2.....	42

## Liste des figures

Figure 1 : représentation d'une chaîne logistique (Lee et Billington, 1993).....	5
Figure 2 : représentation d'une chaîne logistique inverse.....	6
Figure3 : Les différents fonctions et niveaux de décisions dans une chaîne logistique.....	10
Figure 4 : pyramide des niveaux de décisions.....	11
Figure5 : une partition de la ville de TLEMCN.....	30
Figure 6 : exemple d'amas des clients.....	33
Figure 7 : les résultats de sous problème 1 (les amas des clients + les centre de gravité).....	39
Figure 8 : l'emplacement de CRC1 (l'entrepôt1).....	43
Figure 9 : l'emplacement de CRC2 (l'entrepôt 2).....	43
Figure10 : les résultats de sous problème 2 (Les CRC).....	44
Figure 11 : la tourné de véhicule de l'amas 2.....	46
Figure 12 : la tourné de véhicule de l'amas 3.....	46
Figure 13 : la tourné de véhicule de l'amas 4.....	47
Figure 14 : la tourné de véhicule de l'amas 5.....	47
Figure 15 : la tourné de véhicule de l'amas 6.....	48
Figure 16 : la tourné de véhicule de l'amas 7.....	48

## **Liste des sigles**

CCCP : capacitatedcenteredclusteringproblem

CRC: client resource center (les entrepôts pharmaceutique)

CPLP: capacitated plant location problem

TSP : Traveling SalesmanProblem

## **Liste des abréviations**

Art. : Article

Etc. : Et cætera

*Vous et ma famille et mes amis*

## Introduction

Actuellement, après la chute de prix du pétrole qui représente 97 pourcent de l'économie de l'Algérie, il est le temps d'acquérir des décisions stratégiques, en particulier en ce qui concerne le secteur de la santé, et pour cette raison, Nous avons choisi La conception d'une chaîne logistique pour la distribution des produits pharmaceutique parce qu'il a un grand impact sur nos vies, même les statistiques montrent que La consommation de médicaments continuera sans doute à augmenter plus rapidement et probablement avec une tendance plus accentuée vers la hausse. [30]

Les entrepôts pharmaceutiques mal placés peuvent entraîner des coûts excessifs et un service dégradé, même si elle a une excellente gestion, Les décisions de la localisation peuvent être les plus stratégiques pour la réalisation d'une chaîne logistique efficace. Le Transport et l'inventaire peuvent souvent être modifiés sur un délai relativement court en réponse aux changements dans la disponibilité des matières premières, les coûts de main-d'œuvre, les prix des composants, les coûts de transport, les coûts de possession des stocks, des taux de change et des codes fiscaux. Le partage de l'information sont relativement flexibles et peuvent être modifiées en réponse à des changements dans les stratégies et les alliances d'entreprises.

Nous avons rassemblé toutes les informations pour réaliser une chaîne de distribution des produits pharmaceutique dans la ville de Tlemcen, et on a repartit nos travaille en trois chapitres :

Le chapitre 1 est consacré aux définitions et aux concepts de chaîne logistique, ainsi aux facteurs de motivation pour La conception d'une chaîne logistique et ensuite Nous décrivons les différents niveaux de décisions stratégiques liées à la gestion de la chaîne logistique.

Le chapitre 2 est pour les définitions des problèmes Location-Allocation et la tournée de véhicule avec une brève explication de leur classification et les modèles utilisés pour résoudre ce genre de problèmes.

Le chapitre 3 est dédié principalement à la présentation de notre état de l'art sur l'optimisation des fonctions liées à la localisation et positionnement des entrepôts de distribution nous terminons le chapitre par la description du problème et l'environnement de notre travail.

Le chapitre 4, ce chapitre va être reparti en trois sous chapitre dans le premier nous regroupons les clients (pharmacies) les plus proches en distance en utilisant le modèle CCCP (capacitated centred clustering problem). Cette étape nous permet de définir les différents amas de clients pour les différentes pharmacies de la ville de Tlemcen. Pour cela, nous avons positionnés les pharmacies de la ville de Tlemcen en utilisant le logiciel AutoCAD. Dans le deuxième sous chapitre On cherche à prendre des décisions de localisation de ces entrepôts qui seront le point de départ de la distribution des produits pharmaceutique aux clients Par la suite, on passe à l'affectation des entrepôts localisé aux amas des clients.

Enfin dans le troisième sous problème nous allons planifier des tournées des véhicules partant des différents entrepôts pour visiter un ensemble de clients  $n$  de l'amas et de revenir au point de départ en ne visitant chaque client qu'une seule fois.

Nous terminons notre mémoire par une conclusion et nous discutons de quelques perspectives de recherche future.

# Chapitre 1 : généralités et définitions

## 1.1 Introduction

A l'heure où les gains de productivité sont recherchés à tous les échelons de l'entreprise, la planification et l'optimisation de tournée des véhicules deviennent un véritable atout, tant pour les professionnels du transport que pour les industriels. En effet, afin de minimiser les coûts de transport, les entreprises visent à perfectionner leur système logistique.

Autrefois, tous les modèles et techniques misent en œuvre dans la résolution des problèmes logistiques étaient directement liés à l'évolution informatique, tandis qu'aujourd'hui, à l'aide d'un simple calculateur de moyenne capacité, on peut résoudre en très peu de temps ces problèmes.

La programmation mathématique est une technique très ancienne utilisée dans la résolution des problèmes issus de la logistique, une nouvelle méthode est apparue avec la révolution technologique, elle consiste à résoudre ces problèmes en utilisant des algorithmes de recherche fournissant de bonnes solutions [1].

Dans ce chapitre, nous commencerons par définir les chaînes logistiques, nous parlerons ensuite sur 3 types de la chaîne logistique : traditionnelle, inverse et la chaîne logistique verte. Nous nous intéressons aussi aux quelques types et fonctions de la chaîne logistique. À la fin de cette partie nous dégageons quelques structures et bases de la chaîne logistique.

## 1.2 Aperçu sur l'histoire de la logistique

La notion de chaîne logistique inclut le terme « logistique » qui vient d'un mot grec qui signifie l'art du raisonnement et du calcul (Pons, 1996). La logistique est apparue en premier lieu dans un contexte militaire qui concernait tout ce qui est nécessaire (physiquement) à l'application sur le terrain des décisions stratégiques et tactiques. Certains remontent même jusqu'au temps d'Alexandre le Grand (Engles, 1978) et ils mettent en évidence le sens qu'il avait pour gérer la chaîne logistique de son armée. On peut dire qu'Alexandre le Grand était un

précurseur. Après la logistique militaire vint la logistique industrielle, celle-ci repose plus particulièrement sur les activités de soutien à la production. Elle est apparue à la fin de la seconde guerre mondiale, notamment avec la reconversion dans les entreprises des spécialistes militaires de la logistique. Le concept de logistique a évolué depuis, avec l'évolution du marché et des systèmes industriels. Aujourd'hui, le terme « logistique » recouvre des interprétations diverses, et certains pensent que le concept de la logistique est une problématique en soi (Moller, 1995). [2]

### **1.2.1 Définition de la chaîne logistique**

La chaîne logistique peut être considérée comme un ensemble d'activités en réseaux dont l'exécution est corrélée par les flux qu'elles échangent, visant à satisfaire au mieux les besoins exprimés par un ensemble de clients [5].

Une chaîne logistique peut être vue comme un réseau d'installations qui assure les fonctions d'approvisionnement en matières premières, de transformation de ces matières premières en composants puis en produits finis, et de distribution des produits finis vers le client [6].

Les activités menées au sein d'une chaîne logistique sont très diverses. Elles peuvent être structurées en fonction de la nature du flux sur lequel elles portent (Figure 1). Ainsi, nous distinguons :

- a) Les activités de transformation du flux physique qui regroupent aussi bien le processus de production que d'approvisionnement des composants et de livraison des produits. La production qualifie l'ensemble des activités de transformation physique des composants en sous-ensembles puis en produits finis; la rationalisation de ce processus représente un enjeu fort pour l'entreprise dans l'optique de maîtriser ses performances.
- b) Les fonctions d'approvisionnement et de livraison ont trait à l'organisation des transits de matières entre sites de production, l'approvisionnement s'intéressant à la partie amont de la chaîne et les livraisons considérant le problème au périmètre aval de la chaîne.
- c) Les activités de traitement et de transmission du flux d'information. Ce dernier est souvent considéré comme inverse au flux physique, allant de l'aval vers l'amont. L'information transmise peut être une simple commande, un carnet de commandes, voir des plans d'approvisionnement. De manière générale, la nature de l'information transmise est dépendante des modalités du partenariat qui lie les partenaires de la chaîne logistique [5]

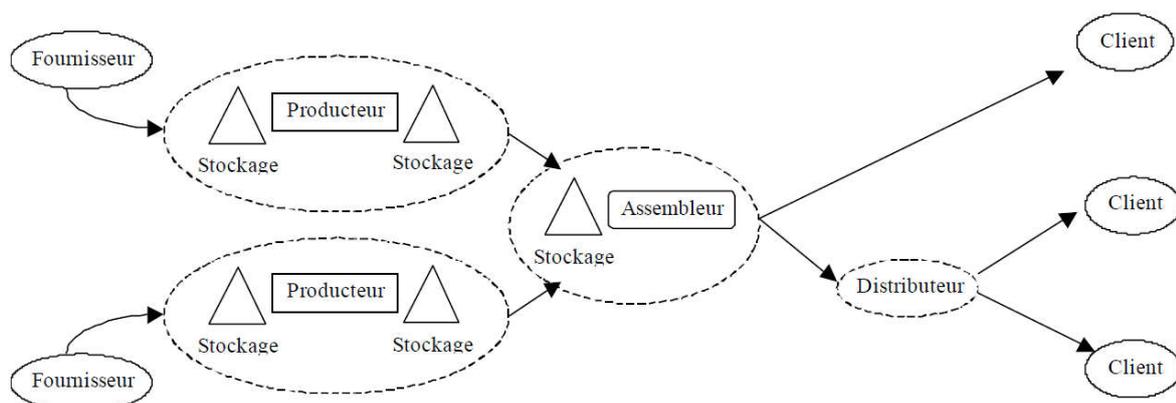


Figure 1. Représentation d'une chaîne logistique (Lee et Billington, 1993)

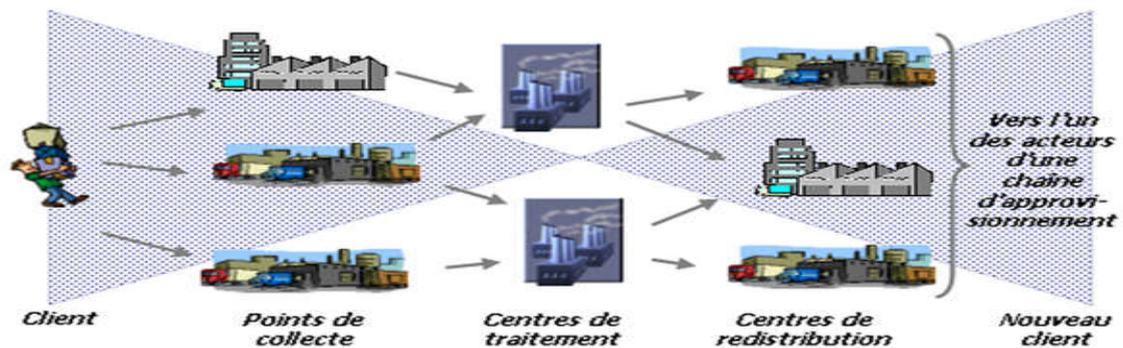
### 1.2.2 Définition de la chaîne logistique inverse

La logistique inverse peut être définie comme le mouvement des produits des consommateurs vers le producteur à travers une chaîne de distribution. Elle fait référence à la gestion de la chaîne logistique et des activités mises en œuvre pour réduire, gérer et disposer des déchets issus d'activités industrielles. Elle répond à la nécessité de retirer du service les produits après usage et de les traiter en les détruisant, en les transformant ou en les recyclant[7].

La logistique inverse est le processus de planification, de mise en place et de contrôle de la performance :

- ❖ de l'utilisation des matières premières ;
- ❖ des en-cours : stock, production, produits finis ;
- ❖ de la gestion de la chaîne d'information depuis le client vers le fournisseur afin de récupérer, créer ou disposer de la valeur quant aux produits vendus et les emballages associés, en minimisant l'impact sur l'environnement et l'utilisation des ressources mises en œuvre.[8]

La logistique inverse regroupe donc plusieurs activités comme la collecte des déchets, la localisation des points de recyclage/ entreposage, mais aussi la gestion des stocks et l'intégration des produits issus de la logistique inverse au niveau des industries dérivées, ou encore l'optimisation de la valorisation de la récupération [9].



**figure.2.** Représentation d'une chaîne logistique inverse

### 1.2.3 Définition de la chaîne logistique verte

La chaîne logistique verte se définit comme étant une démarche visant à réduire l'empreinte environnementale d'un produit, et ce, tout au long de son cycle de vie. Le niveau d'intérêt pour cette démarche devient de plus en plus important et les entreprises sont de plus en plus préoccupées par les questions environnementales. Cette préoccupation est motivée par les principaux facteurs suivants :

- ❖ La conformité aux réglementations gouvernementales qui deviennent de plus en plus strictes à l'égard de l'environnement;
- ❖ La hausse des coûts logistiques ;
- ❖ L'accès au marché qui devient restreint dans le cas où l'entreprise ne prend pas le virage vert;
- ❖ L'amélioration de l'image de l'entreprise et l'obtention d'un avantage concurrentiel[10].

Rodrigue et al. (2001) présentent la logistique verte (Green logistics) comme étant un système de distribution et de transport efficient ami de l'environnement. Wu et Dunn (1995) mentionnent que la logistique verte c'est plus que la logistique inverse car elle cherche à économiser les ressources, à éliminer des déchets et à améliorer la productivité. Hart (1997) va plus loin en ajoutant qu'elle doit avoir la plus petite empreinte sur l'environnement [11].

### **1.3 Les fonctions de la chaîne logistique**

La définition suivante de la chaîne logistique donnée par Ganeshan and Harisson (Ganeshan et Hrisson, 1995) donne un aperçu des fonctions de la chaîne logistique : « une chaîne logistique est le réseau des moyens de production et de distribution qui assurent les tâches d'approvisionnement en matières premières, la transformation de ces matières premières en produits semi finis et en produits finis, et la distribution de ces produits finis aux clients ». Plus généralement, les fonctions d'une chaîne logistique vont de l'achat des matières premières à la vente des produits finis en passant par la production, le stockage et la distribution[4].

#### **1.3.1 La gestion des commandes**

Cette activité concerne la navigation de commande du client par l'attribution d'inventaire grâce à l'allocation des stocks ,la cueillette, l'emballage, l'expédition, et le cycle de réapprovisionnement, L'objectif fondamental de performance est l'expédition de produits en basée sur délai de livraison, les quantités commandé ,et des spécifications sur la qualité.

#### **1.3.2 L'approvisionnement**

Il constitue la fonction la plus en amont de la chaîne logistique. Les matières et les composants approvisionnés constituent de 60% à 70% des coûts des produits fabriqués dans une majorité d'entreprises. Réduire les coûts d'approvisionnement contribue à réduire les coûts des produits finis, et ainsi à avoir plus de marges financières. Les délais de

livraison des fournisseurs et la fiabilité de la distribution influent plus que le temps de production sur le niveau de stock ainsi que la qualité de service de chaque fabriquant[12].

### **1.3.3 La production**

La fonction de production est au cœur de la chaîne logistique, il s'agit là des compétences que détient l'entreprise pour fabriquer, développer ou transformer les matières premières en produits ou services. Elle donne quelle capacité a la chaîne logistique pour produire et donne ainsi un indice sur sa réactivité aux demandes fluctuantes du marché. Si les usines ont été construites avec une grande capacité de production, parfois excessive, alors on peut être réactif à la demande en présence de quantités supplémentaire à faire, cet environnement a l'avantage d'être disponible pour des clients en cas de demandes urgentes, mais d'un autre coté une partie de la capacité de production peut rester inactive ce qui engendrent des coûts et dépenses en plus. D'un autre coté si la capacité de production est limitée, la chaîne logistique a du mal à être très réactive et donc peut perdre des parts du marché vu qu'elle n'est pas capable de répondre favorablement à certaines demandes. Il faut donc trouver un équilibre entre réactivité et coûts [4].

### **1.3.4 Le stockage**

Le stockage inclut toutes les quantités stockées tout au long du processus en commençant par le stock de matières premières, le stock des composants, le stocks des en-cours et finalement le stock des produits finis. Les stocks sont donc partagés entre les différents acteurs : les fournisseurs, les producteurs et les distributeurs. Ici aussi se pose la question de l'équilibre à trouver entre une meilleure réactivité et la réduction des coûts. Il est évident que plus on a de stocks, plus la chaîne logistique est réactive aux fluctuations des demandes sur le marché. Cependant, avoir des stocks engendre des coûts et des risques surtout dans le cas de produits périssables ou bien des produits dont la rapidité d'innovations est telle qu'une

nouvelle gamme du même produit mise sur le marché par un concurrent puisse rendre obsolètes les quantités de ce produit en stock et ainsi une perte importante. La gestion des stocks est l'une des clés de la réussite et l'optimisation de toute une chaîne logistique [12]

### **1.3.5 La vente**

La fonction transport intervient tout au long de la chaîne, le transport des matières premières, le transport des composants entre les usines, le transport des composants vers les centres d'entreposage ou vers les centres de distribution, ainsi que la livraison des produits finis aux clients. Le rapport entre la réactivité de la chaîne et son efficacité peut être aussi vu par le choix du mode de transport. Les modes de transport les plus rapides comme par exemple les avions, sont très coûteux, mais permettent de réagir très vite et ainsi de satisfaire les demandes non prévisibles. Les modes de transport par voies ferrées ou par camions sont plus efficaces du point de vue des coûts engendrés mais moins rapides. L'ensemble des partenaires peut choisir de combiner ces modes de transport et de les adapter à certaines situations selon l'importance de la demande et le gain total engendré. Les problèmes liés à la distribution et au transport peuvent être vus sous plusieurs angles. On peut chercher à trouver les meilleures routes possibles pour visiter les point de collecte et/ou de distribution (Vehicleroutingproblems, problèmes de tournées des véhicules), ou bien, comme dit plus haut, chercher les meilleurs modes de transports, ou bien les quantités des produits qui doivent être transportées aux clients tout en minimisant le coût global des transports et des stocks. En effet, selon les études (Hugos, 2003) les coûts de transport et distributions constituent le tiers des coûts opérationnels globaux d'une chaîne logistique, ce qui rend leur optimisation un défi majeur pour les entreprises [4].

## **1.4 Conception des chaînes logistiques**

La conception d'une chaîne logistique concerne généralement plusieurs phases allant de l'approvisionnement à la distribution. Pour l'activité d'approvisionnement, le décideur a besoin d'identifier les fournisseurs potentiels à choisir pour alimenter les différentes usines en matières premières, en composants et en produits semi-finis.

Pour l'activité de production, il doit déterminer les meilleures localisations de ses usines pour assurer les performances et la rentabilité des activités de production. Pour obtenir une chaîne

de la distribution efficace, le décideur doit déterminer le nombre et la localisation de ses différents centres de distribution. Une fois le choix des différents fournisseurs, usines et centres de distribution établie, il est indispensable de trouver la meilleure structure de connexion reliant ces sites. Ainsi, le décideur détermine les différentes connexions et moyens de transport (camion, train, avion et bateau) à utiliser pour assurer la connectivité des différents sites. Cette conception sera faite dans le respect des contraintes économiques, sociales et environnementales tout en minimisant les coûts, maximisant la satisfaction des clients, avec un minimum d'impact sur l'environnement (consommation du fuel lors du transport par exemple), etc.

L'objectif principal lors de la conception des chaînes logistiques est d'optimiser les investissements engagés pour les différents sites, de minimiser les coûts opérationnels de l'ensemble des activités de la chaîne et de maximiser la satisfaction des clients finaux sous des contraintes économiques, sociales et environnementales.

La conception d'une chaîne logistique nécessite la prise en compte d'un ensemble de décisions à travers les différents horizons de temps (court, moyen et long terme). Ces décisions peuvent être regroupées en trois niveaux : les décisions stratégiques, les décisions tactiques et les décisions opérationnelles[12].

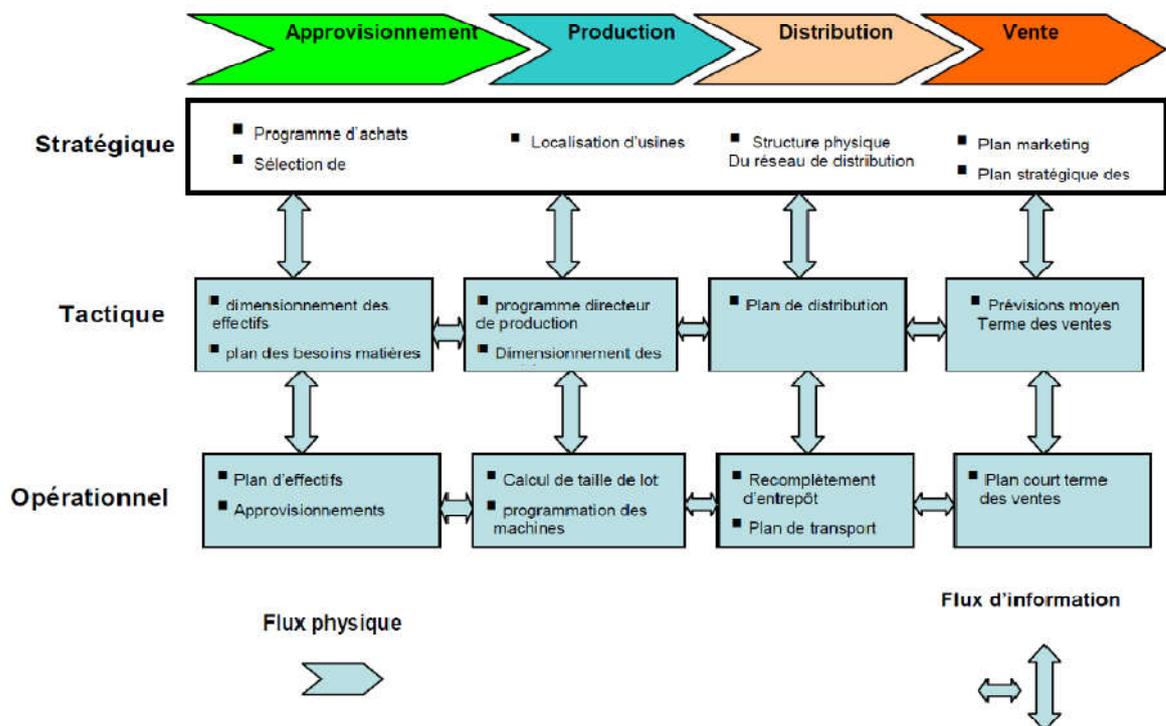


Figure3 : Les différents fonctions et niveaux de décisions dans une chaîne logistique

### 1.4.1 Décisions stratégiques

Les décisions stratégiques définissent la politique de l'entreprise sur le long terme, elles sont prises par la direction générale de l'entreprise et peuvent s'étaler sur des années, elles comprennent toute la structure de la chaîne logistique : le choix des fournisseurs, la localisation et aussi le mode de transport.

### 1.4.2 Décisions tactiques

Les décisions tactiques sont prises au niveau de l'usine par des cadres, elles couvrent les décisions d'allocations et la gestion des stocks, elles se réalisent en un temps moyens et elles dépendent des décisions stratégiques.

### 1.4.3 Décisions opérationnelles

Les décisions opérationnelles assurent la gestion des moyens et le fonctionnement quotidien de la chaîne logistique, elles sont prises au niveau de l'atelier par des responsables. Ses décisions prisent à court terme, assurent l'ordonnancement de la production et le transport.

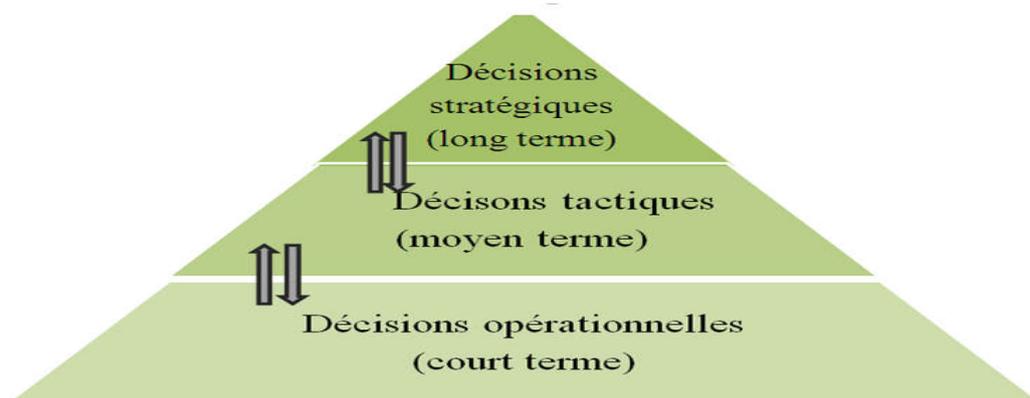


Figure 3. Pyramide des niveaux de décisions

## 1.5 Classes de base de chaine logistique

### 1.5.1 Les fournisseurs

Un fournisseur est une personne ou une entreprise qui soit fabrique, transforme, emballe, ou installe des produits contrôlés, soit exerce des activités d'importation ou de vente de ces produits.

Un fournisseur peut fournir plusieurs types de produit, qui peuvent être de différentes natures : des matières premières, des composants, des produits semi-finis et même des produits finis.

Les principaux attributs sont:[13]

- ❖ Prix d'achat unitaire hors taxe.
- ❖ Taux de la taxe douanière
- ❖ Pourcentage des produits ne respectant pas le cahier des charges
- ❖ Délai d'approvisionnement.

Quantité minimale acceptée par ordre.

### 1.5.2 Usines

Une usine est un bâtiment ou un ensemble de bâtiments où sont transformées des matières premières en énergie, ou bien où est produite de l'énergie

Les principaux attributs:[13]

- ❖ Fréquence de lancement de la production
- ❖ Capacité de production à chaque instant de lancement
- ❖ Taille minimale pour chaque lancement
- ❖ Délai de production
- ❖ Coût de production unitaire

Nomenclature du produit fini

### 1.5.3 Les centres de distribution

Entrepôt ayant pour objectif la distribution des produits aux clients.

Les attributs d'un centre de distribution sont:[13]

- ❖ Capacité de réception
- ❖ Capacité de stockage
- ❖ Capacité d'expédition
- ❖ Coût de stockage par unité de produit et par jour
- ❖ Coût unitaire pour un chargement/déchargement

#### **1.5.4 Clients**

Un client, au sens économique, désigne la personne ou l'entité qui prend la décision d'acheter un bien ou service, de façon occasionnelle ou habituelle, à un fournisseur.

Les principaux attributs d'un client sont:[13]

Demande moyenne

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

#### **1.5.5 Le transport**

Dans une chaîne logistique, les entités principales (fournisseurs, usines, centres de Distribution et clients finaux) sont reliées entre elles par des connexions impliquant différents modes de transport. Les principaux attributs :[13]

- ❖ Capacité maximale de transport
- ❖ Quantité minimale exigée pour initier le transport
- ❖ Délai de transport moyen
- ❖ Écart-type du délai de transport

- ❖ Coût de transport unitaire
- ❖ Coût de transport par départ ou envoi
- ❖ Consommation moyenne du fuel

### **1.5.6 Liaison d'information**

Les liaisons d'information sont utilisées pour connecter les sites entre eux, principalement en terme de passation d'ordres (d'achat, d'approvisionnement, de production...).

Les principaux attributs:[13].

- ❖ Expéditeur d'ordres
- ❖ Récepteur d'ordres

### **1.5.7 L'Entreprise**

Une entreprise est une organisation ou une unité institutionnelle, mue par un projet décliné en stratégie ou en politiques et plans d'action, dont le but est de produire et de fournir des biens ou des services à destination d'un ensemble de clients ou usagers.[13].

## **1.6 La gestion de la chaîne logistique**

Le terme « supply chain management » qui signifie gestion de la chaîne logistique, la version anglaise du terme est celle utilisée au niveau international, même dans les publications francophones, nous utilisons donc la version anglaise. Il est apparu dans les années 1980 et s'est largement répandu dans les années 1990. Avant, on utilisait les termes de « logistique » et de « gestion des opérations ». [4]

Dans un environnement logistique complexe émerge le besoin d'un outil pour appréhender et modéliser cette complexité et apporter une aide à la décision. En effet, les anciens outils de gestion de production, de planification et de pilotage des entreprises sont devenus insuffisants car dépassés par les demandes nouvelles et la réorganisation des entreprises en réseaux. En

effet, l'émergence de la chaîne logistique a fait naître des besoins en matière d'intégration des entreprises et de coordination des flux des matières, des flux d'informations et des flux financiers à des niveaux jamais atteints auparavant. C'est le supply chain management qui englobe les approches, les méthodes et les outils permettant de satisfaire ces besoins.

L'adoption de la démarche supply chain management apparaît comme un outil de performance pour l'entreprise, puisque son ambition affichée est de répondre au triple objectif d'amélioration des niveaux de services, de réduction des coûts et de création de valeur, en gérant les relations, tant en amont qu'en aval, avec les fournisseurs et les clients. La création de valeur qui est la finalité du supply chain management devient la résultante de l'optimisation d'un processus destiné à vendre plus en répondant davantage aux attentes des clients mais aussi à organiser au mieux le processus de production et de circulation des flux afin de réduire les coûts. Il est difficile d'identifier une définition unique et acceptée par tous du supply chain management, la démarche peut être envisagée comme une philosophie, une orientation et une logique de gestion, une vision de l'entreprise en réseau où la coordination parmi les acteurs garantit la baisse des coûts et augmente la qualité de service au consommateur final. Une des raisons de l'absence d'une définition universelle du supply chain management est l'origine et l'évolution multidisciplinaire de cette notion. Nous donnons dans ce qui suit les définitions les plus courantes. [31]

toutes les définitions conduit à une idée globale qui est le supply chain management est le processus qui intègre toutes les fonctions de la chaîne logistique, et avec une vision globale des choses, c'est-à-dire qu'il voit le tout comme une seule entité même s'il s'agit d'une organisation hétérogène juridiquement. L'intégration de toutes ces fonctions dans le même système permet de faire une optimisation tout au long de la chaîne, alors que, prises individuellement, les différentes fonctions de la chaîne logistique présentent des objectifs différents. Par exemple, pour avoir une meilleure qualité de service pour les clients il est nécessaire d'avoir un taux de stockage important, alors que pour réduire les coûts opérationnels on veut réduire les quantités en stock. L'optimisation simultanée de la qualité de service et les coûts opérationnels internes en trouvant un compromis est l'un des critères de mesure de l'efficacité d'un système de management de la supply chain.

## **1.7 Conclusion**

Dans ce chapitre on a vu une brève introduction sur la reconfiguration du réseau logistique  
Qui présente les différents concepts d'une chaîne logistique et de sa gestion.

Nous avons décrit les niveaux de décisions et les classes de base de chaîne logistique ce qui nous donne une idée globale comment fonctionne la chaîne logistique.

Le chapitre suivant va être dédié principalement à la présentation des problèmes d'optimisation qui est liée à notre travail

## **Chapitre 2 Les méthodes de résolution**

### **2.1 Introduction**

La distribution de produits aux clients de plusieurs dépôts logistiques mène au problème de l'optimisation du processus de livraison. Gestionnaires ou logistiques opérateurs sont confrontés au problème de la réduction des coûts de livraison, qui est, comment assurer les processus de prestation efficaces compte tenu de plusieurs facteurs tels que le coût et le temps de Voyage, et la distance de Voyage, et comment les intégrer totalement dans l'optimisation des coûts globaux pour la livraison des marchandises aux clients. Il est évident que ces problèmes sont multi objective dans la nature et donc des solutions de compromis doivent être trouvées.

La plupart des solutions des problèmes de localisation allocation et tourné de véhicule ont été approchés de la même façon que ceux utilisés pour les problèmes d'optimisation combinatoire. Si le nombre de dépôts logistiques et les clients sont de petite taille, les solutions optimales peuvent être trouvées en utilisant des approches de programmation exactes.

Si l'ampleur du problème est grande, alors les approches exactes ne sont pas assez pour fournir des solutions satisfaisantes dans des délais raisonnables. Par conséquent, de nouveaux types d'approches de solutions doivent être développés pour résoudre les grands problèmes.

### **2.2 Définition de problème de localisation**

Le problème de localisation de l'installation (location problem), également connu comme l'analyse de l'emplacement ou d'un problème k-centre, est une branche de la recherche opérationnelle et la géométrie algorithmique concernée avec le placement optimal des installations pour réduire au minimum les coûts de transport tout en tenant compte de facteurs comme éviter de placer des matières dangereuses près du logement, et les concurrents ' installations. Les techniques sont également valables pour une analyse de cluster.[16]

Le problème de la localisation simple est présenté par le problème de Weber, dans lequel une seule installation doit être placée, avec le seul critère d'optimisation est la minimisation de la somme pondérée des distances à partir d'un ensemble donné d'emplacements de points. Plus de problèmes complexes pris en compte dans cette discipline incluent la mise en place de plusieurs installations, des contraintes sur les emplacements des installations, et les critères d'optimisation plus complexes. [17]

### **2.3 Définition de problème de l'affectation**

Le problème d'affectation (allocation problem) est un problème classique de recherche opérationnelle et d'optimisation combinatoire. Informellement ce problème consiste à attribuer au mieux des clients à des installations. Chaque client peut servi par une unique installation pour un coût donné et chaque client doit être servi par un unique installation. Les affectations (c'est à dire les couples client-installation) ont toutes un coût défini. Le but étant de minimiser le coût total des affectations.

Plus formellement, l'objectif est de déterminer un couplage parfait de poids minimum (ou un couplage maximum) dans un graphe biparti valué. [17]

### **2.4 Définition de problème de tournée de véhicule**

Le problème de tournées de véhicules est une classe de problèmes de recherche opérationnelle et d'optimisation combinatoire. Il s'agit de déterminer les tournées d'une flotte de véhicules afin de livrer une liste de clients, ou de réaliser des tournées d'interventions (maintenance, réparation, contrôles) ou de visites (visites médicales, commerciales, etc.). Le but est de minimiser le coût de livraison des biens. Ce problème est une extension classique du problème du voyageur de commerce, et fait partie de la classe des problèmes NP-complet. [18]

Les algorithmes de calcul de tournées sont utilisés dans les moteurs des logiciels d'optimisation de tournées. Ces solutions sont utilisées par des entreprises qui souhaitent rationaliser leur flotte de véhicules, réduire leurs coûts ou encore optimiser l'occupation de leur personnel mobile.

La fonction d'optimisation de tournée peut aussi être intégrée dans des solutions de planification de ressources mobiles. Ces solutions ont pour vocation de planifier des tâches ou

missions avec ou sans prise de rendez-vous, et de les répartir entre les ressources en fonction de leurs contraintes (disponibilité, localisation, compétences requises, durées d'interventions, etc.)

Les entreprises concernées par l'optimisation de tournées peuvent appartenir aux secteurs d'activités suivants :[19]

- Livraison de biens à des entreprises ou à des particuliers : transporteurs, messageries (distribution de presse), grandes surfaces (livraison de marchandises des entrepôts aux magasins, livraison et installation d'équipement à domicile, etc.) ;
- Réparation et maintenance d'équipements de particuliers (électroménager, chaudières, informatique, etc.), d'équipements collectifs (ascenseurs, tapis roulants) ou d'entreprises (distributeurs automatiques, équipements industriels, informatique, etc.) ;
- Interventions d'expertises, de contrôle, d'audit (certification, prélèvements, etc.).
- Tournée d'affichage (publicitaire, campagne d'élection,...)

## **2.5 Définition de problème de localisation-affectation**

Le problème de localisation-allocation consiste à localiser un ensemble optimal d'installations pour satisfaire la demande des clients à un coût de transport minimal des installations aux clients (Love et al 1988, Ninlawan 2008). Ils ont été appliqués dans un certain nombre de domaines tels que l'emplacement des entrepôts, établissements de restauration rapide, les stations d'essence, les transformateurs électriques, les installations de soins de santé d'urgence, les usines de production, etc. [16]

## **2.6 Classification de problème**

Il y a quatre éléments qui caractérisent un problème location-allocation . Selon Revelle et Eiselt (2005), ils sont (1) les clients, qui sont présumés être déjà situés à des points ou sur les routes, (2) des installations qui seront situés, (3) un espace dans lequel les clients et les installations sont situées et (4) une métrique qui indique les distances ou les temps entre les clients et les installations. Sur la base des études menées par Scaparra et Scutella (2001), Revelle et Eiselt (2005), Revelle et al (2008), Azarmand et Neishabouri (2009), Beaumont (1981), Amour et Juel (1982), nous classons l'attribution de l'emplacement modèles dans les catégories principales suivantes: [20]

### **2.6.1 Classification sur la demande de clients**

Sur la base de la certitude de l'information disponible sur les exigences des clients, les modèles peuvent être classés comme déterministe ou stochastique. Si le nombre de clients, leurs emplacements et les demandes sont connues avec certitude, le modèle est appelé déterministe. Si les demandes des clients sont modélisés à l'aide des distributions de probabilité, les modèles sont appelés stochastiques.

### **2.6.2 Classification sur le nombre d'installations**

Les modèles localisation-allocation peuvent être classés en une seule installation ou multi-installation en fonction du nombre d'installations pour être situés. Dans le cas contraire, le nombre d'installations à placer ne peut pas être connu à l'avance. Dans ce cas, idée est de trouver le plus petit nombre d'installations de sorte que tous les points de demande sont couverts par une norme de la distance prédéfinie (également appelé comme emplacement ensemble modèle couvrant introduit par Toregas et al. (1971). Si les installations sont limitées par leurs capacités à servir les exigences des clients, les modèles sont appelés AVEC CAPACITE (capacitated) autrement appelé SANS CAPACITÉS (uncapacitated). Les modèles peuvent également être différenciées en types mono-services et multi-services, selon que les installations peuvent fournir seulement un ou plusieurs services. [20]

### **2.6.3 Classification sur l'espace ou les emplacements physiques**

Sur la base de la représentation de l'espace dans lequel les installations sont situées, l'attribution de l'emplacement, les modèles peuvent être classés en problèmes en plan (d-dimensionnel espace réel | d) et les problèmes de localisation de réseau dont chacun peut encore être sous-divisé en problèmes de localisation continus ou discrets. [18]

### **2.6.4 Classifications en fonction des objectifs de localisation**

Traditionnellement, l'emplacement des installations se fait de façon à ce que plus proche aux clients, plus la valeur de la fonction objective. Eiselt et Laporte (1995) appellent cet objectif de tomber dans la catégorie «pull». Ceci implique normalement maximiser les demandes servis (problème de capture), ce qui minimise la somme des coûts de transport (problème médian) ou réduire au minimum la plus grande distance client-installation (problème de centre). Contrairement aux installations où la proximité est souhaitable, il peut également être objectif «push» où le but est de «pousser» les installations indésirables aussi loin des clients que possible. Enfin, une troisième classe de l'objectif est la réalisation de l'équité. Dans ces modèles, les objectifs tentent de localiser les installations de telle manière que les distances client-à-installation sont aussi semblables les uns aux autres que possible. Cette égalisation donne lieu à l'expression "objectifs d'équilibrage". En d'autres termes, les distances des clients à l'établissement le plus proche peuvent être délimitées par une norme de distance généralement reconnue.

Revelle et al. (1970) ont proposé le secteur privé et la catégorie du secteur public pour les problèmes de localisation. Les problèmes du secteur privé cherchent des sites qui permettent d'optimiser une fonction de la valeur monétaire associée à l'emplacement. En revanche, les problèmes du secteur public cherchent des sites d'installations qui permettent d'optimiser l'accès de la population. De toute évidence, il y a beaucoup de nuances de gris entre les extrêmes du «privé» et «public». [20]

## **2.7 Les méthodes de résolution**

Après la description des problèmes de Localisation-Allocation et tourné de véhicule et , nous nous intéressons maintenant aux méthodes de résolutions de ces problèmes.

Les problèmes de Localisation-Allocation et tourné de véhicule étant des problèmes d'optimisation, il existe deux grandes familles de méthodes de résolutions : la méthode exacte, et les méthodes approchées. L'utilisation d'une méthode de l'une ou de l'autre de ces familles dépend de la taille du problème et de sa complexité. Les modèles mathématiques sont très utilisés pour la conception des chaînes logistiques et pour l'optimisation des coûts. Ils consistent à modéliser un système réel par un ensemble d'équations exprimant les contraintes et les objectifs. Contrairement aux modèles conceptuels qui eux aident seulement à la compréhension du système, les modèles mathématiques résolvent les problèmes d'optimisation. Une autre différence avec les modèles conceptuels est que l'utilisation des modèles mathématiques requiert des compétences spéciales dans les mathématiques et la recherche opérationnelle.

Le problème Localisation-Allocation a été proposée par Cooper (1963) et se propage à un réseau pondéré par Hakimi (1964). Le problème Location-Allocation réseau et de nombreux modèles ont été présentés par Badri (1999). De nombreuses approches (. Klose et Drexl 2005, Henrik et Robert 1982, Love et al 2008, Bischoff et Dächert, 2009) ont été développés au cours des années pour résoudre le problème de Location-Allocation qui peut être classé principalement en:

### **2.7.1 Approches exact**

Les approches exactes ou des approches de programmation mathématiques impliquent l'utilisation de techniques telles que la programmation linéaire, programmation en nombres entiers, optimisation multi objectif etc. pour arriver à des solutions Mathématiques optimales., les champs de calcul et d'affaires se réfèrent à la sélection du meilleur élément d'un ensemble d'alternatives disponibles comme l'optimisation ou la programmation informatique. Steuer et

al. (1986) simplifie le problème de la résolution de la minimisation ou la maximisation des fonctions réelles par des valeurs qui choisissent systématiquement dans un jeu autorisé et propose trois types d'optimisations: optimisation multi-objectifs, optimisation multi-modèle, et d'optimisation sans dimension. [16]

- a) L'optimisation multi-objectifs (ou programmation), également connu sous les multi-facteurs ou l'optimisation multi-attributs, est le processus d'optimisation simultanément deux ou plusieurs objectifs contradictoires soumises à certaines contraintes.
- b) Les problèmes d'optimisation multimodale possèdent de bonnes solutions multiples. Ils pourraient tous être globalement bon (même valeur de fonction de coût) ou il pourrait y avoir un mélange de solutions globalement bonnes et localement bonnes. Obtenir tous (ou au moins certains des) solutions multiples est l'objectif d'un optimiseur multimodale.
- c) Méthodes de résolution sans dimension étaient depuis longtemps limitée à la taille relativement réduite de problèmes.

### **2.7.2 Analyse des données**

Les techniques d'analyse des données effectuent l'inspection, le nettoyage, la transformation, des données de modélisation dans le but de mettre en évidence des informations utiles, ce qui suggère des conclusions, et de soutenir la prise de décision; L'analyse des données a multi-facettes et approches, qui englobe diverses techniques sous une variété de noms, dans l'économie, la science, et les domaines des sciences mathématiques.

Des exemples de techniques d'analyse de données sont l'analyse cluster, analyse des correspondances, analyse de régression, etc. Dans l'emplacement et la répartition des problèmes, l'analyse des données pourrait être utilisée dans la répartition des clients à la logistique des installations utilisant la distance en cluster. [20]

### **2.7.3 Simulation**

Les modèles de simulation est une méthodologie expérimentale et appliquée utilisée pour décrire le comportement, la construction des théories ou des hypothèses, et l'application de ces théories pour prédire le comportement futur des systèmes (Shannon 1975, Banks 1998). Il est l'utilisation de modèles mathématiques pour imiter une situation à plusieurs reprises afin d'estimer la probabilité de différents résultats possibles. Simulation a été appliquée dans de nombreux domaines tels que la science, l'ingénierie, les affaires et la gestion sociale. [16]

### **2.7.4 Analyse multicritères**

Le décision multicritère implique l'évaluation d'un ensemble de solutions de rechange à l'aide d'un ensemble prédéfini de critères par un comité des décideurs ou des experts. Dans la zone du problème d'allocation, les critères peuvent être un coût minimum, la distance et le temps de Voyage, etc., et les alternatives sont les emplacements potentiels à évaluer pour la sélection finale du site. [20]

### **2.7.5 Heuristique**

Heuristique méthodes donnent de bonnes solutions à un coût raisonnable et peuvent être utilisés pour fournir de bonnes solutions initiales dans d'autres méthodes d'optimisation (Anand et Knott, 1986). Une approche heuristique bien connue pour l'attribution de l'emplacement séquentiel est par Cooper (1964). [15]

### **2.7.6 Métaheuristique**

Une métaheuristique est une approche utilisée pour l'optimisation par itération dans le voisinage de l'espace de solution. Des exemples de métaheuristicques sont simulées recuit, recherche tabu, algorithmes génétiques, etc. Métaheuristicques ont été appliquées dans de nombreux domaines tels que la science, l'ingénierie, la logistique, la gestion et la défense. [20]

### **2.7.8 Hybrid Approaches ou la combinaison de ce qui précède**

Certains algorithmes hybrides ont été également proposés, tel que celui basé sur le recuit simulé et un procédé de descente aléatoire (Ernst et Krishnamoorthy 1999) et celle en utilisant la méthode de relaxation de Lagrange et d'un algorithme génétique (Gong et al., 1997). Brimberg et al. (2000) amélioré les algorithmes actuels et proposé la recherche de voisinage variable, ce qui est prouvé pour obtenir les meilleurs résultats lorsque le nombre d'installations pour localiser est vaste. [15]

## **2.8 Conclusion**

Dans ce chapitre on a vu une courte introduction sur les problèmes d'optimisation Location-Allocation et le tourné de véhicule qui ont le cœur de problème liée au la distribution des produits

Le chapitre suivant va être dédié principalement à l'état de l'art et la présentation de problématique

## **Chapitre 3 État de l'art et définition de problématique**

### **3.1 Introduction**

Dans ce chapitre nous présentons l'état de l'art des différents domaines de recherches qui touchent aux problèmes étudiés dans ce mémoire. Nous présentons les travaux concernant les chaînes logistiques et nous terminons par une présentation de la problématique. Bien sûr notre présentation n'est pas exhaustive, mais nous essayons de donner les notions nécessaires pour comprendre notre problématique.

### **3.2 État de l'art**

Pour concrétiser le concept de la chaîne logistique de distribution nous avons établi au préalable une littérature du domaine liée à la localisation et allocation des entrepôts de distribution:

[Erik Rolland and al 1996] dans ce papier, les auteurs ont présenté une solution heuristique pour les problèmes P-médian, puis ils ont comparé cette solution heuristique avec deux autres heuristiques : heuristique d'inter-change et heuristique hybride. L'algorithme proposé est basé sur deux opérations d'échange ADD et DROP.

[M. J. Canos and al 2001] les auteurs ont défini le problème classique de la localisation de P-médian comme étant celui de localisation des P installations afin de couvrir toute la commande demandée avec la minimisation du coût total du transport. Ils assument que ces coûts sont directement proportionnels à la distance couverte et à la quantité de produits transportés.

[Guy Aimé TANONKOU and al 2005] cet article est consacré à la conception d'un réseau logistique constitué de fournisseurs, de détaillants et de centres de distributions à localiser. Dans ce réseau, chaque détaillant fait une commande aléatoire pour un seul type de produit. Aussi, le temps de livraison entre le

fournisseur et les centre de distributions est aléatoire. Le problème consiste à sélectionner l'ouverture des centres de distribution afin de minimiser les coûts d'inventaire et sa sécurité du stock aux centres de distribution, les coûts de passation d'une commande, les coûts du transport dans le réseau et les coûts fixe de la localisation. Les auteurs ont trouvé que le problème est NP difficile et ont proposé l'approche de relaxation de Lagrangien pour résoudre ce problème.

[Guy Aimé TANONKOU and al 2006] les auteurs ont traité le problème de l'intégration des décisions de la localisation des sites et la sélection des fournisseurs pour un réseau de distribution. Dans cette étude, ils ont supposé que le détaillant va faire une demande aléatoire pour un seul type de produits et que le temps de livraison entre chaque fournisseur et chaque centre de distribution est constant et qu'aucun temps de livraison entre les centres de distribution (DCs) et les détaillants n'est toléré. Le problème consiste à sélectionner des fournisseurs, la localisation des centres de distributions et l'affectation des fournisseurs aux (DCs) et l'affectation des systèmes de management de la qualité microbiologique et la sécurité des produits.

[Zhou et al. (2002)] utilisent l'approche génétique de l'algorithme d'allocation équilibrée des clients à des dépôts logistiques. Zhou et al. (2003) présentent une approche génétique de l'algorithme de bi-critères répartition des clients aux entrepôts.

[Crainic et al. (1993)] applique l'algorithme de tabu pour l'emplacement et l'allocation multi-produits avec les exigences d'équilibrage

[Villegas et al (2006)] utilisent l'approche génétique de l'algorithme d'attribution de la logistique des dépôts aux clients.

[Silva et al. (2008)] appliquent les colonies de fourmis pour l'optimisation distribuée d'un système logistique et de ses fournisseurs.

### 3.3 Présentation de problème

Tous les articles sur l'état de secteur de la santé algérien montrent que nous devons optimiser la chaîne de la distribution des produits pharmaceutique.

Des statistiques montre que la production et l'importation des produits pharmaceutique représente plus de 4 milliards de dollars et « Ce chiffre sera, selon l'Institut mondial de la santé (IMS), revu à la hausse pour atteindre 5,7 milliards de dollars en 2018. » (Union Nationale des Opérateurs de la Pharmacie ).

Une mal gestion ...« Pénuries, ruptures de stocks, péremption de médicaments sont des sujets récurrents, sources de préoccupation des usagers comme des différents acteurs du système de santé algérien, des problèmes rapportés souvent par la presse et qui ne laissent pas indifférent. »Par Dr Brahim Brahmia (Economiste de la santé, consultant, enseignant, chercheur à la faculté des sciences économiques de gestion université Mentouri de Constantine).

Nombreux facteurs contribuent à l'augmentation de l'usage des médicaments telles que:

- l'accroissement démographique : la population algérienne qui compte de nos jours 35,5 millions d'habitants, a plus que triplé en moins de 50 ans ;
- l'augmentation de l'espérance de vie à la naissance : de 47 ans à l'indépendance, elle atteint actuellement 73 ans et rivalise avec celle de certains pays développés. L'indicateur de l'espérance de vie en bonne santé pour l'Algérie (62 ans en 2008) dépasse celui de la Fédération de Russie (60 ans), à la même année;
- le vieillissement de la population qui va accentuer la consommation médicale et engendrer un poids plus grand des maladies chroniques et celles dégénératives ; environ 8% des Algériens sont âgés de 60 ans et plus ;
- la dégradation de l'hygiène et la surcharge du milieu habité : un taux d'occupation par logement d'environ 7 personnes et plus de 2 par pièce ;
- l'amélioration du niveau de vie : les ménages consultent plus souvent avec l'élévation du

niveau des revenus : en moyenne 1,5 ordonnance par habitant et par an aujourd'hui ;

- la densification du réseau national des soins aussi bien dans sa composante publique que privée. A l'horizon 2025, l'infrastructure hospitalière devrait connaître un plus grand essor, d'après les projections du ministère de la Santé et de la Réforme hospitalière ;
- l'urbanisation rapide qui va rapprocher les demandeurs des infrastructures sanitaires, (médecine de ville et soins hospitaliers), susceptible d'accroître la consommation médicale avec une plus grande accessibilité aux soins ; en ce début de siècle, deux Algériens sur trois vivent dans des centres urbains ;
- la transition sanitaire en cours : les maladies chroniques et celles non transmissibles, combinées à la modification du mode de vie et au prolongement de la longévité exigent des soins coûteux et de longue durée, ce qui constitue un véritable défi aux organismes de financement et aux usagers.[30]

Après avoir lu ces articles, il était très clair que le secteur de la santé doit trouver des solutions stratégiques pour améliorer leur chaîne logistique, et pour cette raison on a décidé de faire la conception d'une chaîne logistique pour la distribution des produits pharmaceutique.

Dans un premier temps nous avons localisé les pharmacies de la ville de Tlemcen. Puis nous avons fait l'inventaire de l'ensemble des données.

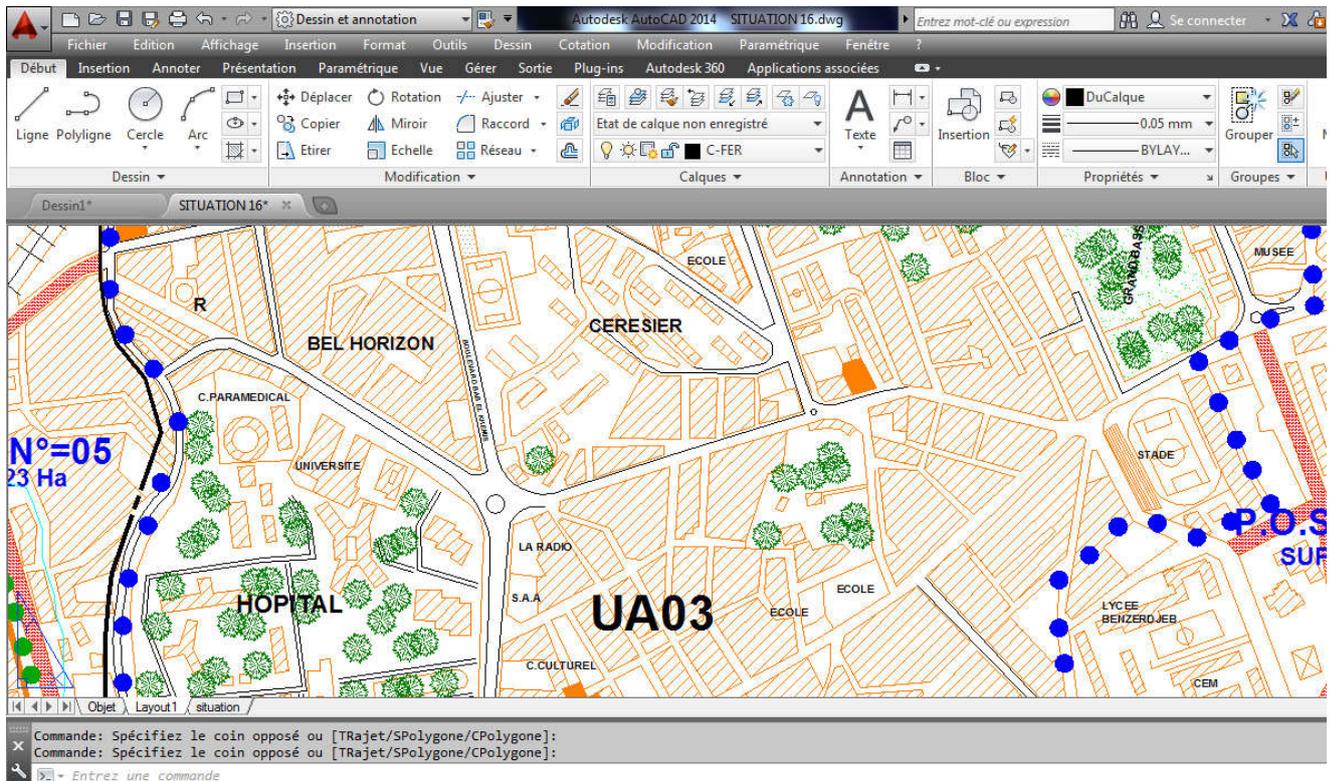


Figure5 : une partition de la ville de TLEMCN

Nous axerons notre sujet sur le problème de localisation, pour lequel on souhaite en règle générale optimiser la chaîne logistique de distribution des produits pharmaceutique. Nous nous ramenons à un problème de localisation d'entrepôt pharmaceutique.

Le problème de la localisation mène l'entreprise à se poser plusieurs questions :

1. Ou placer nos entrepôts ?
2. Quelle capacité donner à ces entrepôts ?
3. Quelle est la tournée de véhicule optimum?

Notre problème consiste à déterminer en premier lieu, les amas des clients (ensemble des pharmacies) sous les critères de minimisation des distances entre les clients et le centre de gravité des amas où chaque amas est limité par la capacité d'un véhicule de distribution . Une fois que, les zones des clients (pharmacies) sont définies, la deuxième

étape détermine le choix de localisation des dépôts pharmaceutique (CRC) et l'affectation les amas des clients aux CRC localisés, ensuite nous allons planifier des tournées des véhicules partant des différents entrepôts pour visiter un ensemble de clients n de l'amas et de revenir au point de départ.

La première étape de ce travail, consiste à regrouper les clients (pharmacies) les plus proches en distance en utilisant le modèle CCCP (capacitatedcenteredclusteringproblem).

Cette étape, nous permet de définir les différents amas de clients (ensemble des pharmacies) de la ville de Tlemcen. Pour ce faire, nous avons utilisé le logiciel Autocad 2014 pour positionner les clients de cette ville.

Dans la deuxième étape, nous traitons le problème de localisation/allocation des CRC par le modèle déterministe .Cette optimisation nous a permis de localiser les CRC est les affecté aux amas obtenues au modèle 1.

L'objectif est de minimiser le nombre de CRC ouverts et le coût de transport entre les amas et les CRC en respectant la capacitédesCRC.

Pour la dernière étape (problème 3), nous nous intéressons au problème de tournée de véhicule, pour cela, nous effectués ce problème à l'aide d'un modèle TSP.

Nous utilisons le logiciel d'optimisation LINGO 10 pour la résolution de ce problème.

### **3.4 Conclusion**

Puisque le problème est complexe, son étude ne peut pas être résolue en une seule étape.

Pour résoudre ce problème d'optimisation, nous l'avons partagé en trois sous-problèmes qui peuvent être résolus de manière séquentielle, en tenant compte de la dépendance entre eux.

## Chapitre 4 la résolution de problème

### 4.1 Introduction

Etant donné un réseau logistique composé d'un ensemble de clients, un ensemble des pharmacies ... on a un problème de localisation allocation, on distingue le terme localisation qui fait référence à la détermination des emplacements des sites qui peuvent être des sites de production ou de distribution ou de collecte de l'entreprise, et le terme allocation qui fait référence à l'affectation des activités aux sites de production ou des clients aux centres de distribution. Dans la version de base, ce problème de localisation-allocation s'exprime de la manière suivante [Florence Pirard 2005] : Minimiser la somme des coûts fixes liés aux installations et des coûts variables liés à la production et au transport

### 4.2 Capacitated Centred Clustering Problem

La localisation des sites (installations) est un problème majeur pour les décisions Stratégiques. Ce modèle est utilisé dans des nombreux domaines tels que les télécommunications, le transport et la distribution industrielle, les zones de collecte des ordures...etc

Le problème "capacitated centred clustering problem" (CCCP) est le problème p-médian qui est très connu. Le problème de CCCP consiste à partitionner un ensemble de  $n$  points en  $p$  groupes appelé amas, avec une capacité connue. Chaque amas est spécifié par un centre de gravité. L'objectif de (CCCP) est de minimiser la distance totale au sein de chaque groupe (amas), de telle sorte qu'une limite de capacité donnée à un amas ne soit pas dépassée.[6]

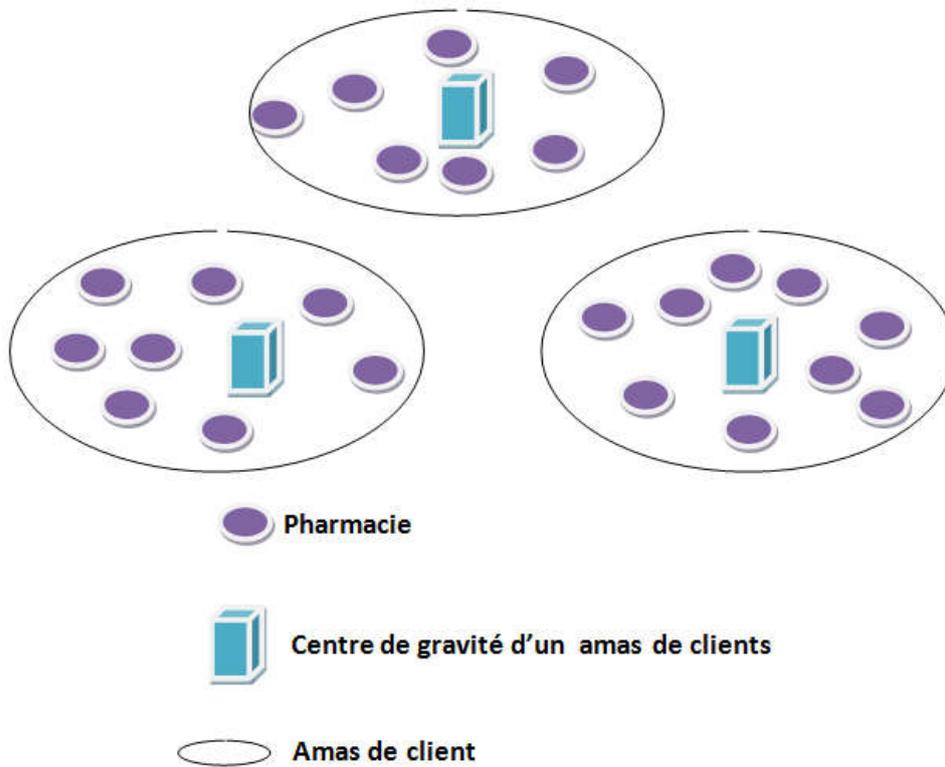


Figure 6 : exemple d'amas des clients

#### 4.2.1 Modèle mathématique du problème 1

Ce sous problème 1 permet de former l'ensemble des pharmacies dans la ville De Tlemcen appelées amas de clients.

Les entrées du premier sous-problème 1 sont les coordonnées (positions géographiques) des différents clients  $C(x_i, y_i)$ .

Pour marquer ces positions, nous avons utilisé logiciel AutoCAD 2014 nous avons positionné tous les pharmacies qui ont beaucoup des clients (voir le Tableaux 1).

Les pharmacies	(xi, yi)	(qi)	Les pharmacies	(xi, yi)	(qi)
F1	(130.1707, 183.89934)	6	F27	(131.91143, 184.27783)	9
F2	(130.515, 183.78267)	6	F28	(131.81033, 185.00156)	9
F3	(130.32644, 184.14569)	6	F29	(130.96504, 185.03657)	9
F4	(132.19757, 183.16508)	6	F30	(130.95868, 184.78869)	9
F5	(132.23493, 182.90004)	6	F31	(132.90015, 187.13917)	9
F6	(132.548, 183.01063)	7	F32	(134.26599, 187.6062)	9
F7	(132.83359, 183.41392)	7	F33	(133.24785, 186.82412)	9
F8	(132.01587, 183.99259)	7	F34	(132.40011, 183.58343)	10
F9	(132.07751, 184.27927)	7	F35	(133.2126, 183.84729)	10
F10	(133.41412, 184.09782)	7	F36	(133.211, 184.66902)	10
F11	(132.04693, 184.38979)	7	F37	(132.89988, 184.77703)	10
F12	(132.68392, 183.43202)	7	F38	(132.96129, 185.02861)	10
F13	(131.85053, 185.23949)	8	F39	(133.1293, 184.77746)	10
F14	(130.45174, 185.30173)	8	F40	(133.99142, 186.78653)	10

<b>F15</b>	<b>(131.84724, 188.61545)</b>	<b>8</b>	<b>F41</b>	<b>(134.84558, 188.15053)</b>	<b>10</b>
<b>F16</b>	<b>(135.11032, 188.27833)</b>	<b>8</b>	<b>F42</b>	<b>(134.49434, 188.48)</b>	<b>10</b>
<b>F17</b>	<b>(135.21887, 188.27047)</b>	<b>8</b>	<b>F43</b>	<b>(132.18083, 190.0145)</b>	<b>10</b>
<b>F18</b>	<b>(135.48537, 186.91351)</b>	<b>8</b>	<b>F44</b>	<b>(132.33443, 189.8525)</b>	<b>10</b>
<b>F19</b>	<b>(134.05591, 182.68945)</b>	<b>8</b>	<b>F45</b>	<b>(134.77133, 187.37004)</b>	<b>15</b>
<b>F20</b>	<b>(132.10517, 182.3633)</b>	<b>8</b>	<b>F46</b>	<b>(135.24482, 187.09723)</b>	<b>11</b>
<b>F21</b>	<b>(132.36499, 182.59345)</b>	<b>8</b>	<b>F47</b>	<b>(135.76893, 188.42003)</b>	<b>12</b>
<b>F22</b>	<b>(132.36499, 182.59345)</b>	<b>8</b>	<b>F48</b>	<b>(133.34162, 184.32723)</b>	<b>12</b>
<b>F23</b>	<b>(133.31778, 183.15916)</b>	<b>8</b>	<b>F49</b>	<b>(133.25449, 184.43976)</b>	<b>14</b>
<b>F24</b>	<b>(132.6335, 182.99537)</b>	<b>8</b>	<b>F50</b>	<b>(132.64347, 187.24798)</b>	<b>11</b>
<b>F25</b>	<b>(131.92955, 183.27817)</b>	<b>9</b>	<b>F51</b>	<b>(129.60212, 188.00593)</b>	<b>12</b>
<b>F26</b>	<b>(131.32996, 183.3054)</b>	<b>9</b>	<b>F52</b>	<b>(131.29387, 187.1239)</b>	<b>13</b>

Tableau 1 : les coordonnées  $x_i$ ,  $y_i$  des clients

### 4.2.2 Les paramètres du sous problème 1

- $i$  : indice des clients (pharmacie);  $i \in I$
- $j$  : indice des amas de clients;  $j \in J$
- $I = \{1, \dots, r\}$  pour les clients;
- $J = \{1, \dots, t\}$  pour les amas de clients;
- $x_i, y_i$  : Position géométrique de client  $i$ ;
- $x'_j, y'_j$  : Position géométrique de l'amas de clients  $j$ ;
- $n_j$  : nombre des clients affecté à l'amas de clients  $j$ ;
- $q_i$  : quantité de médicament demandé par le point  $i$  ;
- $Q_j$ : Capacité du véhicule du transport affecté vers l'amas de clients  $j$ ;

Les variables de décision:

$Y_{ij} = 1$ , si le client est affecté al amas de client  $j$

$= 0$ , sinon

La formulation mathématique de ce sous-problème 1 : [6]

$$\text{Min } Z_1 = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \| (\mathbf{x}_i - \mathbf{x}_j') + (\mathbf{y}_i - \mathbf{y}_j') \|^2 Y_{ij}$$

Les contraintes

$$\sum_{i \in I} Y_{ij} = 1, \forall j \in J \dots \dots \dots (1.1)$$

$$\sum_{i \in I} Y_{ij} = n_j, \forall j \in J \dots \dots \dots (1.2)$$

$$\sum_{i \in I} x_i Y_{ij} \leq n_j x_j', \forall j \in J \dots \dots \dots (1.3)$$

$$\sum_{i \in I} y_i Y_{ij} \leq n_j y_j', \forall j \in J \dots \dots \dots (1.4)$$

$$\sum_{i \in I} q_i Y_{ij} \leq Q_j \dots \dots \dots (1.5)$$

$$(x_i', y_i') \in t, n_i \in r, Y_{ij} \in \{0,1\}, \forall i \in I, \forall j \in J \dots \dots \dots (1.6)$$

- Contrainte (1.1) impose que chaque client est affecté à un seul amas de clients.
- Contrainte (1.2) donne le nombre de clients dans un amas de clients.
- Contrainte (1.3) et (1.4) donnent la localisation des centres de gravite de l'amas de clients.
- Contrainte (1.5) impose que la taille d'un amas de client ne dépasse pas la capacité du véhicule de transport
- contrainte (1.6) définit les bornes des variables de décisions.

Les entrées de problème 1 sont

1) les coordonnées (positions géographiques) des différents clients C (xi, yi) présentées Dansles tableaux Pour cela, nous avons utilisé la carte d'aménagement De la ville de Tlemcen avec le logiciel **AutoCAD 2014**.

2) les nombres des demandes :il représente le degré de la demande pour la pharmacie.

### 4.2.3 Résultat et discussion

Les résultats obtenus à partir de Z1 sont :

Amas j	y <sub>j</sub>	(X <sub>j</sub> ',y <sub>j</sub> ')	N <sub>j</sub>	Client j affecté a l'amas j	Q <sub>ij</sub>
<b>A1</b>	0	/	/	/	/
<b>A2</b>	1	(143.7713 ;187.37)	7	F16 F17 F32 F39 F45 F46 F49	75
<b>A3</b>	1	(132.2921 ;183.0052)	10	F4 F5 F35 F6 F20 F21 F22 F24 F25 F26	79
<b>A4</b>	1	(132.6554 ;183.7886)	10	F7 F8 F9 F23 F34 F36 F11 F12 F19 F27	80
<b>A5</b>	1	(132.8646 ;187.0071)	8	F15 F31 F33 F37 F38 F40 F50 F52	80
<b>A6</b>	1	( 131.1545;184.7797)	9	F1 F2 F3 F29 F13 F14 F28 F30 F48	73
<b>A7</b>	1	(134.439 ;188.3165)	8	F10 F18 F41 F42 F43 F44 F47 F51	80
<b>A8</b>	0	/	/	/	/

Tableau 2 : les résultats de sous problème 1 (cccp)

1-ouverture de 6 amas parmi 8.

2-on remarque la répartition des amas se fait d'une manière équilibré c'est-à-dire la taille des amas (quantité) est presque uniforme, ce qui donne l'avantage d'utiliser un seul type de véhicule.

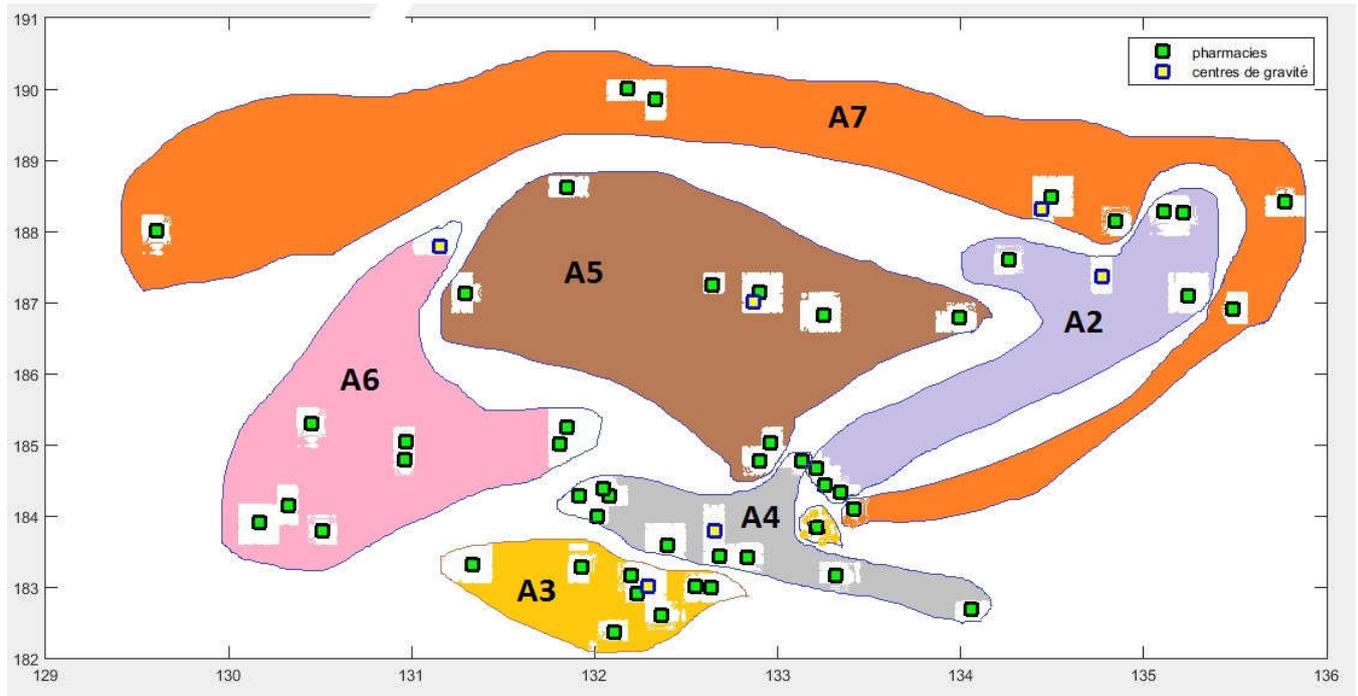


Figure 7 : les résultats de sous problème 1 (les amas des clients + les centre de gravité)

#### 4.2.4 Conclusion

Dans ce chapitre on a regroupé les pharmacies en amas de clients. Le

Modèle du problème 1, donne une décision importante, c'est d'ouvrir 6 amas de Clients parmi 8 amas candidats, cette décision, nous permet de gagner l'achat d'un Véhicule de distribution ainsi tous les frais d'une tournée de véhicule.

## **4.3 Problème de localisation/allocation**

### **4.3.1 Introduction**

Le facteur de réussite le plus important pour une organisation quel que soit secteur privé ou public c'est la localisation. Un bon emplacement (localisation) est toujours suivi d'un meilleur profit.

Comme son nom l'indique, La localisation-allocation est un problème double qui consiste simultanément à localiser des ressources et à leur allouer des points de demande.

L'objectif des modèles de localisation-allocation est d'optimiser le nombre et la localisation des points de vente ; l'allocation des consommateurs vers ces points de vente afin de déterminer la capacité d'offre des point de ventes.

Les principales questions à se poser pour le problème localisation-allocation en

Vue de minimiser les coûts résultants sont généralement :

- Combien de CRC faut-il ouvrir ?
- Où doit-on les placer ?
- Comment y affecter les clients ?

### **4.3.2 Modèle de localisation/allocation**

Pour résoudre ce sous-problème, nous avons utilisé le modèle CPLP (capacitated plant location problème).

L'objectif de ce sous-problème, la minimisation du coût suivant:

1. Coûts fixes total:

Coûts fixes totaux qui regroupent les coûts d'investissement à savoir cout de terrains, cout d'installation de CRC et etc.

2.La distance entre les amas des clients et les CRC candidats. (Ces distances sont calculées par le logiciel MATLAB 2015).

### 4.3.3 Les paramètres de sous problème 2

- $k$  : ensemble des CRC indexés par  $k$ ;  $k \in K$
- $x_k, y_k$  : Position géométrique de CRC;
- $x'_j, y'_j$  : Position géométrique de l'amas de clients  $j$ ;
- $Q_j$ : Capacité du véhicule du transport affecté vers l'amas de clients  $j$ ;
- $D_{jk}$ : Distance entre le centre de l'amas de client  $j$  et CRC  $k$  ;
- $FC_k$ : cout fixe globale  $k$
- $Q_k$ : Capacité de CRC  $k$

#### Les variables de décision

$Z_{jk} = 1$ , si l'amas de client  $j$  est servi par le CRC  $k$ ,

$= 0$ , sinon

$X_k = 1$ , si le CRC  $k$  est localisé,

$= 0$ , sinon

### 4.3.4 La formation mathématique de ce sous-problème 2

La formulation mathématique de ce sous-problème 2 est défini par la relations ci-dessous :

$$\text{Min } Z = \sum FC_k \times X_k + \sum \sum D_{(j,k)} \times Z_{(j,k)} \times Q_j$$

Les contraintes:

$$\sum Z_{jk} = 1 \dots \dots \dots (2,1)$$

$$\sum Q_{(i,j)} \geq 0 \dots \dots \dots (2,2)$$

$$\sum Q_{(i,j)} \leq Q_k \times X_k \quad \forall K \dots \dots \dots (2,3)$$

$$X_j \in \{0, 1\} \dots\dots\dots(2,4)$$

$$z_{kj} \in \{0, 1\} \dots\dots\dots(2,5)$$

- Contrainte (2.1) impose que chaque amas de clients est affecté à un seul CRC(k).
- Contrainte (2.3) assure que le volume distribué des amas j affecté au CRC(k) est inférieure ou égale à la capacité de CRC(k)
- Contraintes (2.4) et (2.5) déterminent la nature binaire des variables de décision.

### 4.3.5 Résultats et discussion

dépôt des produits pharmaceutiques	$X_j$	Amas attribué au CRC	$\sum Q_{ij}$
<b>CRC1</b>	1	A3 A4 A6	238
<b>CRC2</b>	1	A2 A5 A7	235
<b>CRC3</b>	0	/	
<b>CRC4</b>	0	/	

Tableau 3 : les résultats de sous problème 2

Nous observons que parmi les quatre centres de distribution proposé le CRC 1 est ouvert qui se situe a pasteur qui couvre les amas A3,A4,A6. on remarque bien qu'il est un endroit stratégique qui couvre le centre ville. Et le CRC 2 est aussi ouvert qui se situe a sidi said quicouvre les amas,A2,A5,A7.

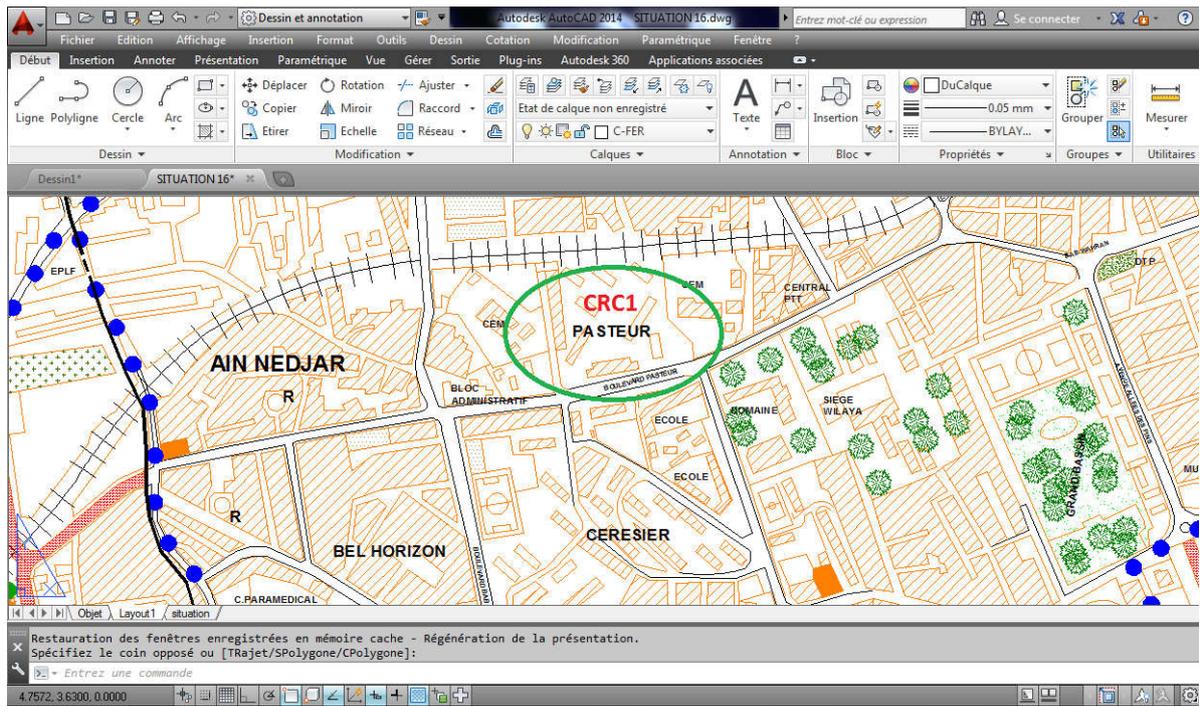


Figure 8 : l'emplacement de CRC1 (l'entrepôt1)

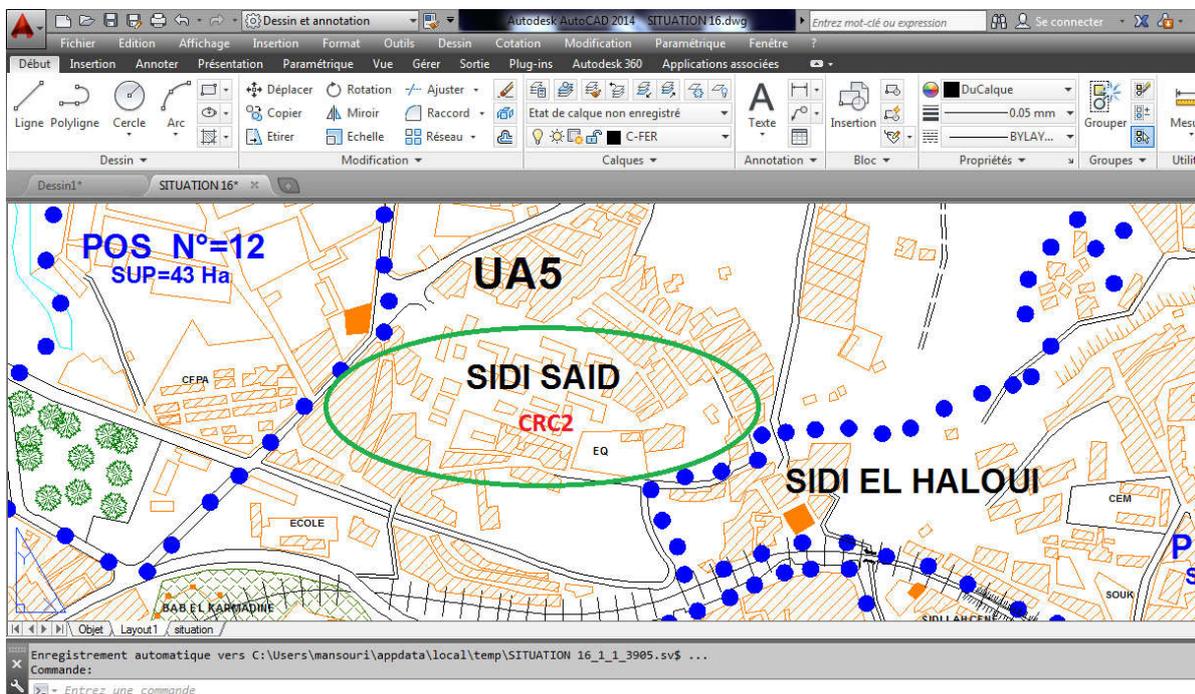


Figure 9 : l'emplacement de CRC2 (l'entrepôt 2)

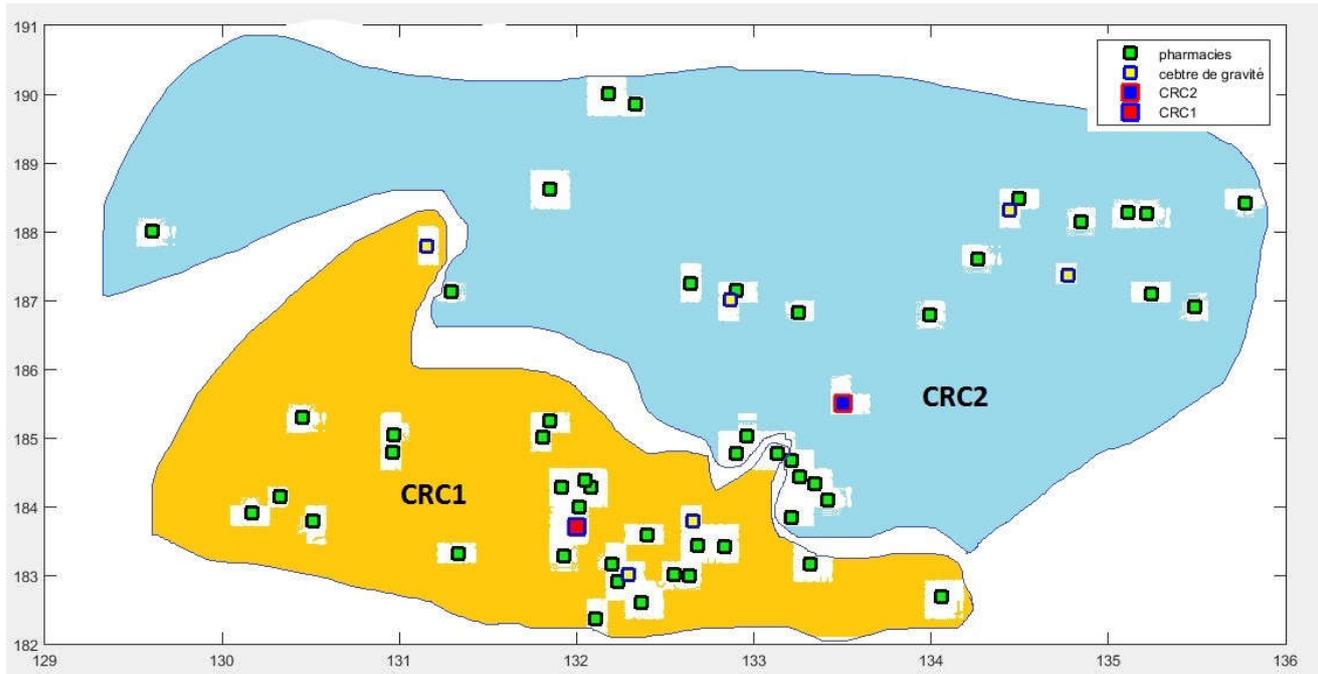


Figure10 : les résultats de sous problème 2 (Les CRC)

## 4.4 Problème de transport

### 4.4.1 Introduction

Les problèmes de tournées de véhicules sont très répandus en logistique. Les études en transport ont beaucoup évolué au cours des dernières décennies en existe une multitude de variantes dont plusieurs sont apparus dans la littérature et on fait l'objet d'étude intensive.

### 4.4.2 Problème de voyageur de commerce (TSP)

Le plus connu des problèmes de tournées (routing) est le Problème du Voyageur de Commerce (Traveling Salesman Problem ou TSP), c'est un problème d'optimisation combinatoire appartient à la catégorie NP-complet, c'est-à-dire, il est dans la classe de complexité NP (Non déterministe Polynomial) et ses domaines d'application sont très nombreuses : problème de logistique, de transport aussi bien de marchandises que de personnes, et plus encore des problèmes d'ordonnancements. Qui consiste à calculer une tournée d'un vendeur visitant un

ensemble de villes et retournant à la ville de départ. Ce vendeur doit visiter une et une seule fois chaque nœud (la tournée correspond à un cycle hamiltonien) dans un graphe non orienté complet et value. L'objectif pour le TSP est de minimiser la distance totale parcourue.

### 4.4.3 Formulation du modèle

Traveling Salesman Problem (TSP) consiste à trouver la plus courte tournée de véhicule permettant de visiter n clients de l'amas en partant de CRC et de revenir au point de départ en ne visitant chaque client qu'une seule fois.

### 4.4.4 Les paramètres du sous-problème 3

$D_{ii'}$  : Distance entre le client i et i' qui appartient aux mêmes amas j (calculé par le logiciel MATLAB 2015)

#### Les variables de décision

$Z_{ii'} = 1$  si le lien est utilisé entre le client i et le client i'  
 $= 0$  sinon

La formulation mathématique de ce sous-problème 3 est définie par les relations ci-dessus :

$$\text{Min } Z_3 = \sum_i \sum_{i'} D_{ii'} * Z_{ii'} \dots \dots \dots (3)$$

$$\sum_{i'} Z_{ii'} = 1, \quad i' = 1, 2, \dots, r, \quad i' \neq i \dots \dots \dots (3.1)$$

$$\sum_{i=1}^i Z_{ii'} = 1, \quad i = 1, 2, \dots, r, \quad i' \neq i \dots \dots \dots (3.2)$$

$i=1$  les contraintes (3.1) et (3.2) imposent au moins d'un lien en amont et lien en aval d'un client.

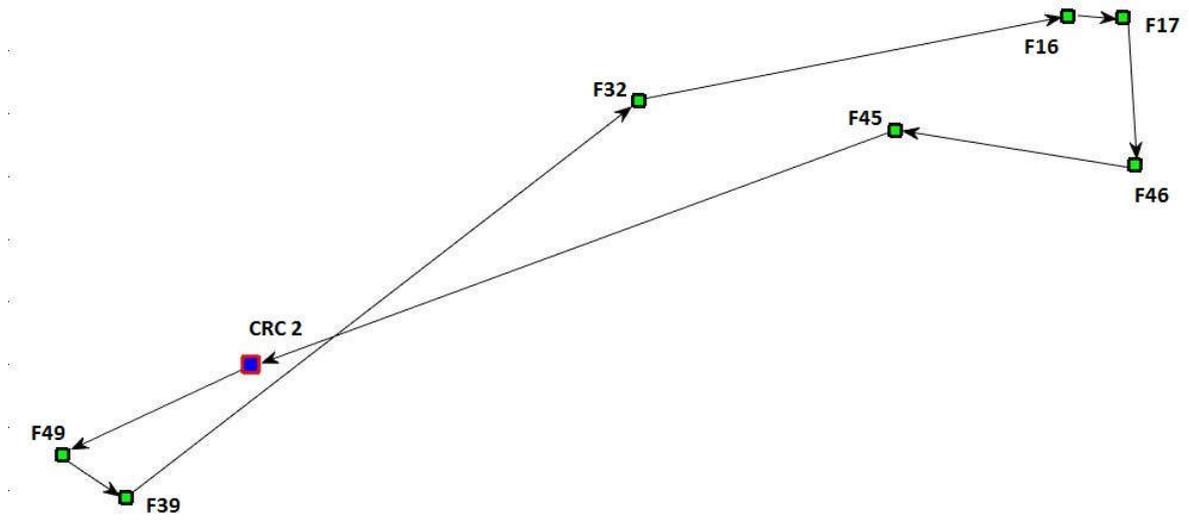


Figure 11 : la tourné de véhicule de l'amas 2

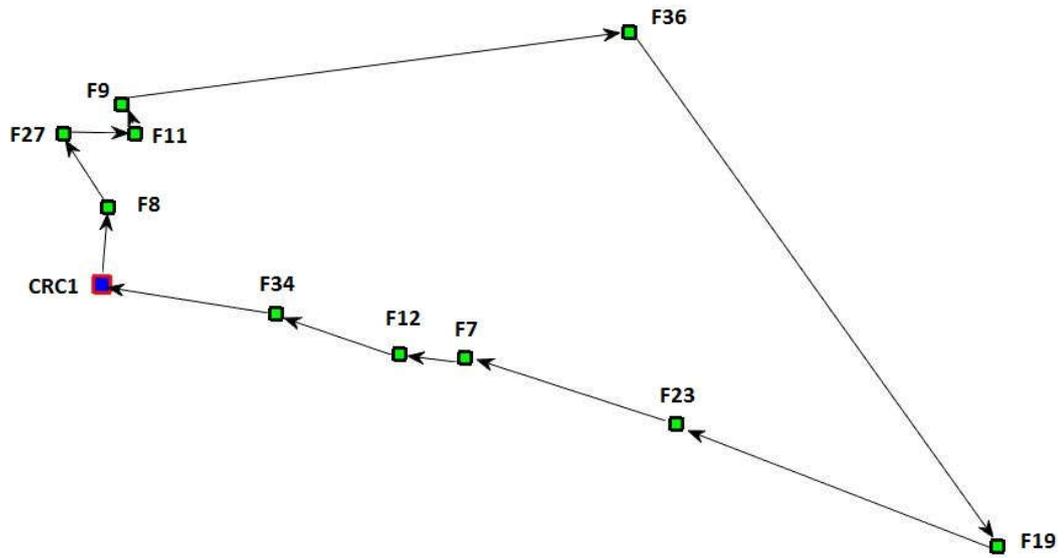


Figure 12 : la tourné de véhicule de l'amas 3

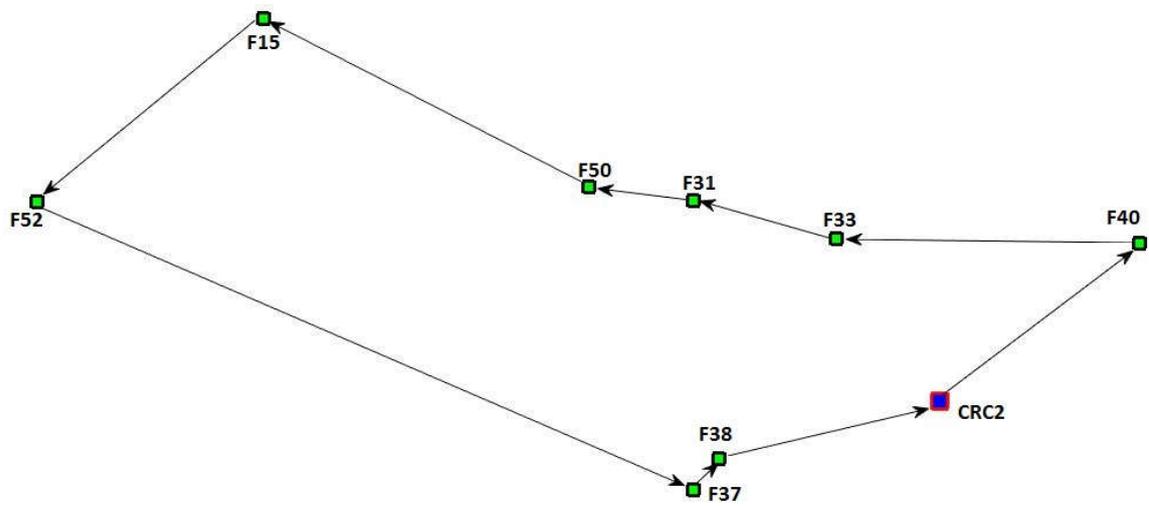


Figure 13 : la tourné de véhicule de l'amas 4

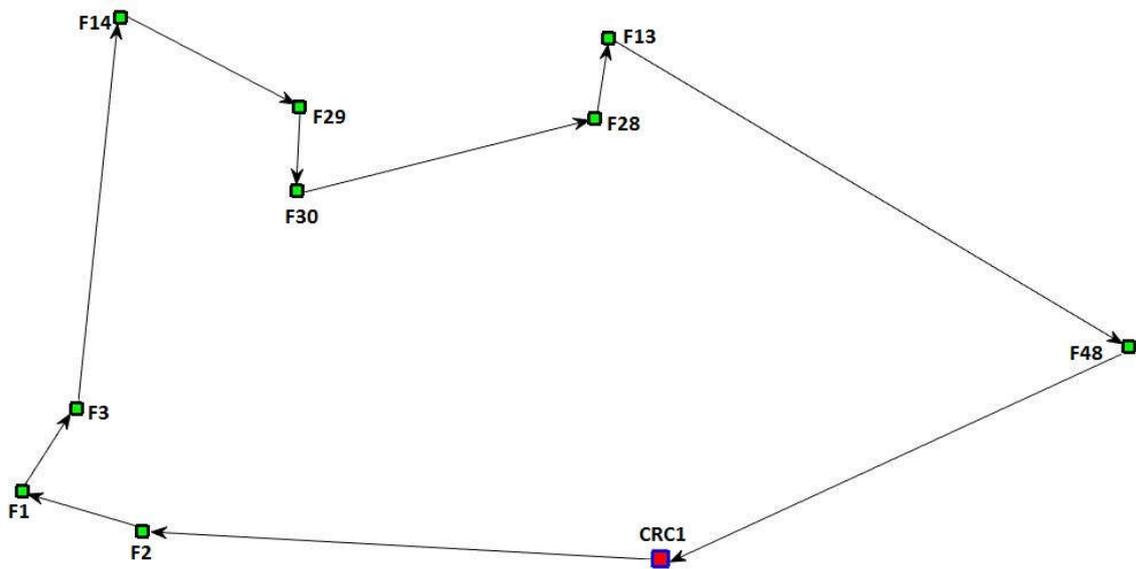


Figure 14 : la tourné de véhicule de l'amas 5

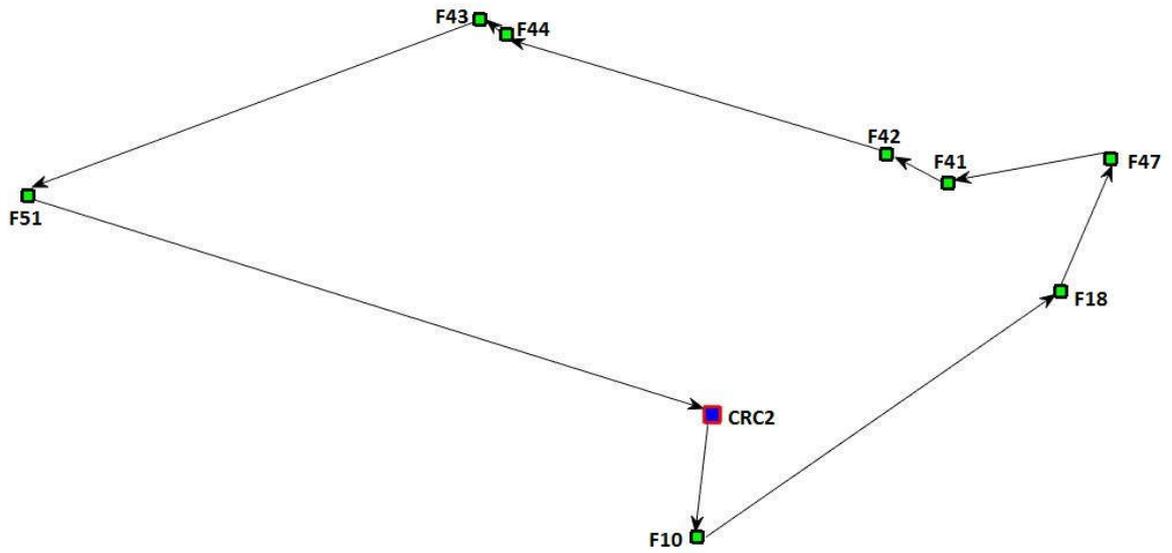


Figure 15 : la tourné de véhicule de l'amas 6

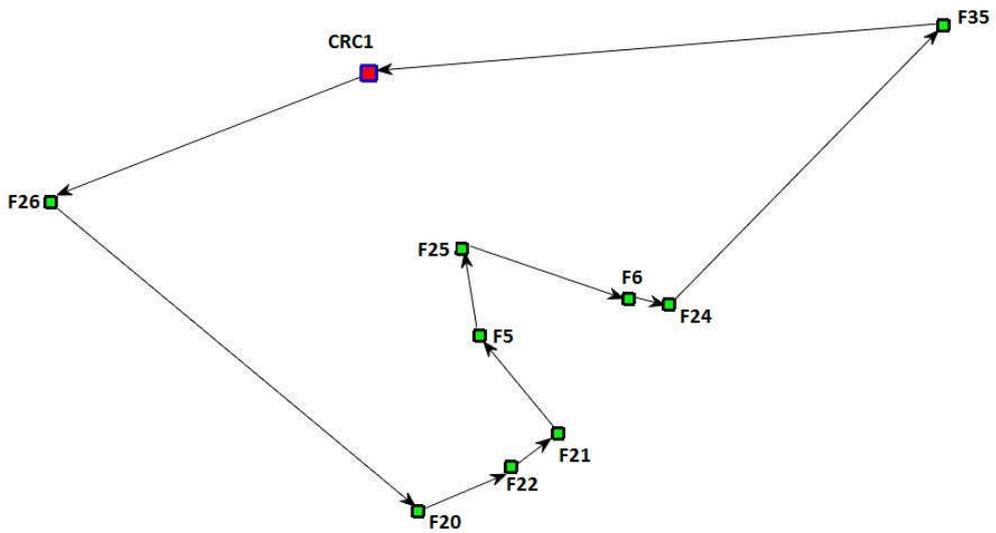


Figure 16 : la tourné de véhicule de l'amas 7

#### **4.4.5 Conclusion**

Cette optimisation nous a permis de localiser les dépôts pharmaceutiques et les affecter aux différents amas de clients (sous problème 2). Ensuite nous avons résolu le problème de routage ou encore problèmes de tournées (sous problème 3) à travers les différents clients (amas des clients) définis dans le premier sous problème. .

## Conclusion générale

Tous les domaines de services ou de production sont de plus en plus conscients de l'importance du choix d'une implantation adéquate. Choisir une bonne localisation géographique des sites est une décision importante car la rentabilité future de l'opération d'implantation en dépend directement.

Au cours de ces dernières années, de nombreuses entreprises (production ou service, collecte, distribution) essaient de réactiver leur réseau logistique.

Les modèles de localisation allocation. Constituent un outil très attrayant pour orienter le choix de telles décisions décisives.

Les modèles proposés dans ce PFE donnent des solutions précises pour régler le problème de distribution des produits pharmaceutique dans la ville de Tlemcen.

Pour cela, nous avons construit un modèle mathématique qui se compose de trois problèmes. Le premier, consiste à regrouper les clients en amas de clients. Le modèle du problème 1, donne une décision importante, c'est d'ouvrir 6 amas de clients parmi 8 amas candidats, cette décision, nous permet de gagner l'achat de d'un véhicule de distribution ainsi tous les frais d'une tournée de véhicule. Le deuxième est de localiser les CRC et les affecter aux amas de clients ainsi du problème 2, Le dernier modèle, s'intéresse aux différentes tournées de véhicules. Ce problème consiste à trouver un ensemble de routes qui servent tous les clients d'un amas de clients, telle que la somme des quantités distribuées dans chaque tournée n'exécède pas la capacité d'un véhicule de distribution et la distance totale voyagée est minimisée. L'optimisation de la tournée permet une réduction importante dans le carburant et l'entretien

Des véhicules, ceci aura un impact positif non seulement économique mais aussi environnemental.

Nous avons utilisés le logiciel AUTOCAD 2014 pour indiquer le positionnement des clients et le logiciel MATLAB 2015 pour nous aider à trouver les distances et le logiciel d'optimisation LINGO 10 pour la résolution séquentielle de ce problème qui a été décomposé en trois problèmes.

Les résultats obtenus dans ce travail ne sont pas très encourageants parce que le logiciel LINGO 10 a de nombreux inconvénients (ne résout pas les problèmes de grande taille), nous suggèrent de consacrer ultérieurement nos activités de recherches à l'étude des problèmes suivants :

On essayera vers l'avenir d'agrandir la taille du problème en s'intéressant par la distribution de plusieurs produits.

Proposer un modèle qui regroupe tout l'ouest.

Appliquer d'autres méthodes de résolutions telles que les heuristiques et méta heuristiques.

## Bibliographie

- [1] Mme Troudi Fatiha. Résolution du problème de l'emploi du temps : Proposition d'un algorithme évolutionnaire multi objectif.
- [2] Aida Kaddoussi. Optimisation des flux logistiques : vers une gestion avancée de la situation de crise. Autre. Ecole Centrale de Lille, 2012.
- [3] Imen BEN KAHLA – TOUIL. Gestion des risques et aide à la décision dans la chaîne logistique hospitalière : Cas des blocs opératoires du CHU Sahloul.
- [4] Zerouk Mouloua. Ordonnancements coopératifs pour les chaînes logistiques. Informatique [cs]. Institut National Polytechnique de Lorraine.
- [5] Aïcha AMRANI-ZOUGGAR.. Impact des contrats d'approvisionnement sur la performance de la chaîne logistique : Modélisation et simulation.
- [6] Fethi BOUDAHRI. : Conception et Pilotage d'une Chaîne Logistique Agro-alimentaire. Application: produits de volaille dans la ville de Tlemcen.
- [7] Mohammed BENNEKROUF. Modélisation et Simulation d'Une Chaîne Logistique Inverse en Tenant Compte de La Robustesse.
- [8] Direction générale des Infrastructures, des Transports et de la Mer
- [9] La collecte et le transport des produits usagés et des déchets dans une optique de logistique inverse
- [10] <http://www.faq-logistique.com/>
- [11] Professeur Jacques MOYSON. La logistique verte
- [12] Dib Zahéra née Mrabent. Impact du conditionnement intelligent sur la planification et la traçabilité d'une chaîne logistique Agroalimentaire.
- [13] <https://fr.wikipedia.org/>
- [14] Mohamed Zied Babai. Politiques de pilotage de flux dans les chaînes logistiques : impact de l'utilisation des prévisions sur la gestion de stocks. Sciences de l'ingénieur [physics]. Ecole Centrale Paris, 2005.
- [15] Yonglin Ren, "Metaheuristics for multiobjective capacitated location allocation on logistics networks," 2011.
- [16] Mark S. Daskin, Lawrence V. Snyder, and Rosemary T. Berger, "Facility Location in

Supply Chain Design,".

[17] (2015) wikipedia. [Online]. <https://fr.wikipedia.org>

[18] Alain Martel, "Nature du problème de conception de réseaux," in Conception de réseaux logistiques., 1998.

[19] H. Paul Williams, Model Building in, UK London School of Economics, Ed., 2013.

[20] Mark S. Daskin, Lawrence V. Snyder, and Rosemary T. Berger, "Facility Location in Supply Chain Design," December 2003.

[21] [BYRNE, P. M. et DEEB, A. (1993)] Logistics must meet the 'green' challenge. Transportation and Distribution 34(2), 33-37.

[22] [LU, Z., BOSTEL, N. et DEJAX, P. (2001)]. Planification hiérarchisée des systèmes logistiques incluant la logistique inverse : Problématique et modèles stratégiques. 4e Congrès international de génieindustriel, Marseille, France, 1141-1151.

[23] [M.BENNEKROUF, L. BENYOUCEF et ZAKI SARI], 8ième Conférence Internationale de Modélisation et Simulation - MOSIM'10 - 10 au 12 mai 2010 « Évaluation et optimisation des systèmes innovants de production de biens et de services »

[24][Serge Lambert Diane Riopel] « logistique inverse : revue de littérature ». Les cahiers du GERAD, Octobre2003, G-2003-61, p5.

[25][Tibben-Lembke (1998)]Institute of ScrapRecycling Industries, Recycling: “The Economically and Environmentally Intelligent Alternative to Landfilling and Incineration”, (Washington, D.C.: Institute of ScrapRecycling Industries)

[26]A. Trudeau, Planification des tournées de véhicules pour l’approvisionnement de dépanneurs,Université de Montréal (2008).

[27][T. Nguyen , Problème de tournées de véhicules avec livraisons divisibles, Mémoire de fin d’études, Institut de la Francophonie pour l’Informatique, (2008).

[28] [Fethi BOUDAHRI] Thèse Doctorat : Conception et Pilotage d’une Chaîne Logistique Agro-alimentaire.

[29][BENDJELLOUL Amina]master : chaîne logistique inverse

[30] [Mahi Ahmed,] "L’approvisionnement en médicaments du système de santé algérien ," novembre 2010.

[31] [Michael Hugos,] Essentials of Supply Chain Management, 2011.

## Remerciements

Grâce soit rendue à Allah le clément et miséricordieux de nous avoir donné la force et le courage, et munis de patience pour accomplir ce travail.

Au terme de ce labeur et à l'occasion de cette évènement gratifiant, nous adressons nos sincères remerciements et exprimons toute notre gratitude à :

**Mr Zaki SARI** professeur à l'université de Tlemcen, pour la confiance et le respect qu'il nous a toujours accordé et pour ses idées qui nous ont toujours permises de progresser.

**Mme DIB-MERABENT Zahira** d'avoir accepté de nous encadrer pour ce projet fin d'étude pour sa disponibilité son soutien, son sens critique et pour les conseils judicieux et pénétrants qu'il nous a prodigué tout au long de ce travail.

Nous remercions également tous les membres du jury d'avoir accepté d'assister à la présentation de ce travail.

Et enfin nous remercions tous les enseignants de l'équipe de productique qui ont contribué à notre formation.