## III.1 Introduction :

La localisation des sites (installations) est un problème majeur pour les décisions stratégiques. De nombreuses applications ont été explorées dans des domaines tels que les télécommunications, le transport et la distribution industrielle, avec des applications sur la localisation des sites pour l'exploration pétrolière, les zones de collecte des ordures, et d'autres. La résolution de ce problème repose sur des modelés mathématiques d'optimisation.

## III.2 Position du problème

Ce mémoire estime un cas irréel de distribution des produits de quincaillerie notamment la peinture du luxe dans la région ouest de l'Algérie (figure 3.1).

L'objectif du cas d'étude est de configurer un réseau logistique en aval multi-échelons et multi-produits, dans le but de stabiliser les prix et de livrer à domicile les produit aux commerçant détaillent (clients) de la quincaillerie (peinture de luxe) sur toute l'année.

Ce réseau est constitué de trois partenaires ; l'usine (production), les plateformes (dépôts) et les grossistes. Les détaillants effectuent des commandes près des grossistes avec des quantités précises et pour des dates de livraisons souhaitées. Pour satisfaire ces commandes, les grossistes effectuent des demandes de livraisons aux dépôts, de la même façon, ces commandes ont des quantités précises et arrivent à des dates convenues.

Modélisation d'une chaîne logistique sous forme de processus, la nécessité de collaboration entre les partenaires semble s'imposer pour aligner l'offre à la demande en termes de prestations (qualité, coûts, délai, quantité, service...).

La première étape de ce travail, consiste à regrouper les détaillants les plus proches en distance en utilisant le modèle CCCP (capacitated centered clustering problem). Cette étape, nous permet de définir les différents amas de clients (ensemble de détaillants) de la région. Pour ce faire, nous avons utilisé les cartes géographiques sur Google Maps et Google Earth pour positionner les détaillants de cette région. Dans la deuxième étape, nous traitons le problème de localisation/allocation des grossistes par le modèle déterministe à trois niveaux avec une capacité déterminée. Cette étape nous a permis de localiser les grossistes et les affectés aux dépôts ainsi que l'affectation des différents clients aux grossistes localisés.

L'objectif est de minimiser le nombre grossistes (amas des clients) et le coût de transport entre les dépôts et les grossistes ainsi qu'entre les grossistes et les détaillants en respectant la capacité des dépôts et la capacité des véhicules transporteurs utilisé pour la livraison. Pour la dernière étape, nous nous intéressons au problème de livraison (tournée de véhicule), pour cela, nous avons traité ce problème à l'aide du modèle de tournée de véhicule (VRP).

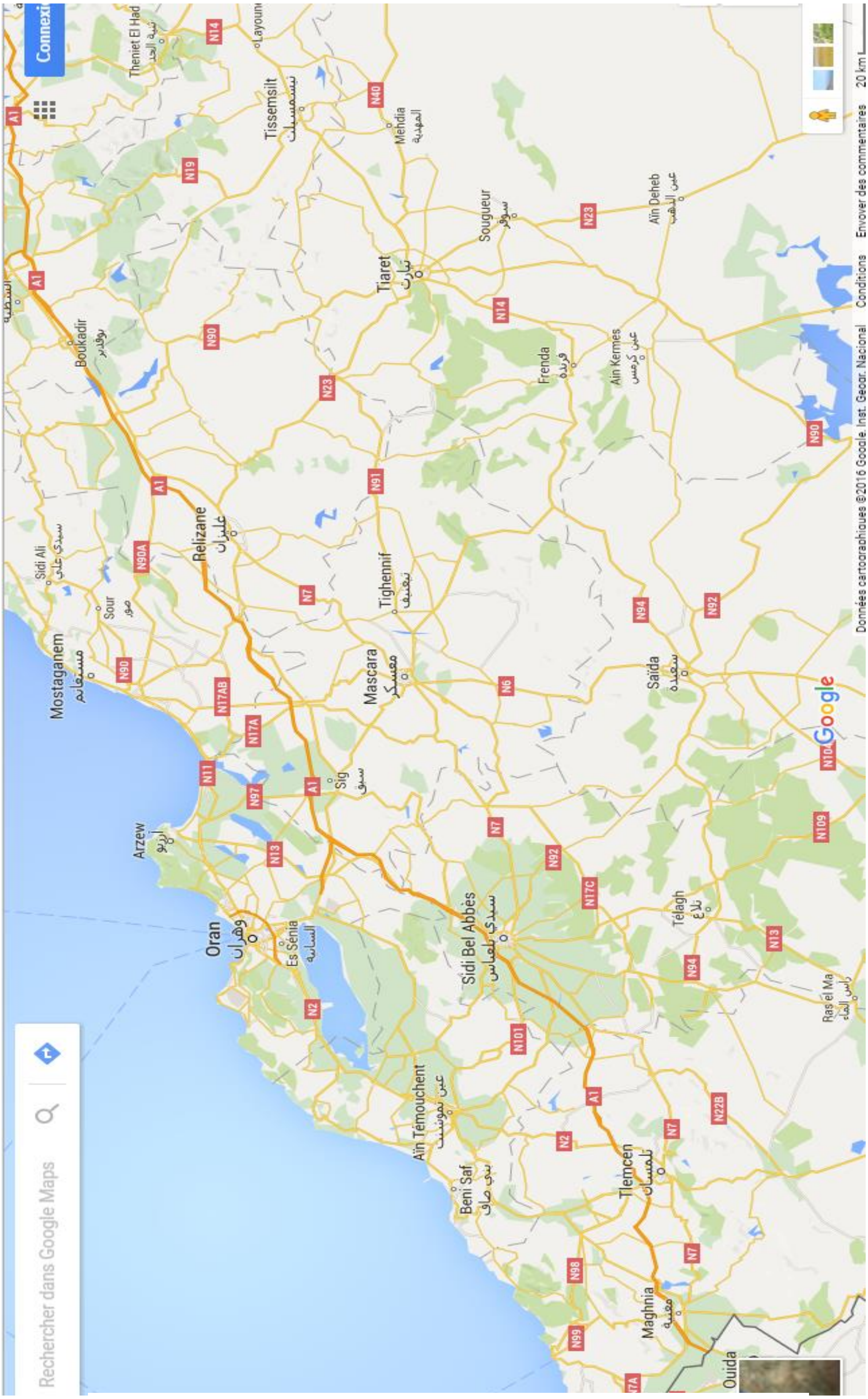


Figure : 3.1 : la région de recouvrement (ouest d'Algérie)

### III.2.1 Capacitated centered clustering problem (CCCP)

Le problème "capacitated centred clustering problem" (CCCP) est le problème p-médian qui est très connu. Ce problème est constitué de localisation des installations p dans un espace donné (par exemple, l'espace euclidien) qui satisfont la demande n points où la somme totale des distances entre chaque point de la demande et sa plus proche installation est minimisée [1].

Le (CCCP) est un cas général de (CPMP) capacitated p-médian problem, qui peut être vu comme le problème de la définition d'un ensemble d'amas avec une capacité limitée. Où chaque amas a un centre de gravité situé au centre géométrique de ses n points et couvre toutes les demandes d'un ensemble de n points. Le problème de (CCCP) (**C**apacitated **C**entred **C**lustering **P**roblem) consiste à partitionner un ensemble de (**n**) points en (**p**) groupes appelé amas.

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.

Un amas de clients regroupe tous les clients les plus proches en distance avec une condition que la somme des commandes de différents clients de cet amas est inférieure à la capacité du véhicule utilisé pour la livraison.

### III.2.2 Modèle Mathématique du problème de la 1ère étape.

Ce problème permet de former l'ensemble des zones de commandes dans la région de l'ouest (figure 3.1) appelées amas de clients. Pour cela, nous avons utilisé une carte d'aménagement de la région à l'aide du Google Maps et Google Earth et nous avons positionné tous les détaillants (clients) des produits quincailleries (voir les Tableaux 3.1 et 3.2).

Le modèle permet de former l'ensemble des zones de commandes appelées amas de clients en utilisant les paramètres suivants :

$i$ : Ensemble des clients indexés $i$ ; $i \in I$.

$j$ : Ensemble des amas de clients indexés par $j$ ; $j \in J$.

$l$ : Ensemble des produits indexés par $l$ ; $l \in L$.

$I = \{1,.......r\}$ pour les clients.

$J = \{1,.......t\}$ pour les amas de clients.

$x_i$ et $y_i$ : Position géométrique du client $i$.

$x'_j$ et $y'_j$ : Position géométrique de l'amas de clients $j$.

$n_j$ : Nombre des clients affecté à l'amas de clients $j$.

La formulation mathématique de ce problème 1 est définie comme suit [1] et [2] :

$$\boldsymbol{Min\ Z1} = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \|(\boldsymbol{x_i} - \boldsymbol{x'_j}) + (\boldsymbol{y_i} - \boldsymbol{y'_j})\| \ \boldsymbol{Y_{jk}} \tag{3.1}$$

**Avec contraintes :**

$$\sum_{j \in J} \mathbf{Y_{jk}} = \mathbf{1} \qquad , \forall\ i \in I \tag{3.2}$$

$$\sum_{i \in I} \mathbf{Y_{jk}} = \boldsymbol{n_j} \qquad , \forall\ j \in J \tag{3.3}$$

$$\sum_{i \in I} \boldsymbol{x_i}\, \mathbf{Y_{jk}} \leq \ \boldsymbol{n_j x_j} \qquad , \forall\ j \in J \tag{3.4}$$

$$\sum_{i \in I} \boldsymbol{y_i}\, \mathbf{Y_{jk}} \leq \ \boldsymbol{n_j y_j} \qquad , \forall\ j \in J \tag{3.5}$$

$$(x_i - y_i) \in \Re\ ,\ (x'_j - y'_j) \in \Re\ ,\ n_j \in \mathrm{N}\ ,\ Y_{ij} \in \{0, 1\},\ \forall \mathrm{i} \in \mathrm{I}\ ,\ \forall \mathrm{j} \in \mathrm{J} \tag{3.6}$$

L’équation (3.1) présente la fonction objective du problème, la contrainte (3.2) impose que chaque client soit affecté à un seul amas de clients. La Contrainte (3.3) donne le nombre de clients dans un amas de clients. Les Contraintes (3.4) et (3.5) donnent la localisation des centres de gravité des amas de clients et la contrainte (3.6) définit les bornes des variables de décisions.

Problème de la 1ère étape : porte sur la façon de regrouper les détaillants de la région suivant la distance la plus proche entre les clients de chaque groupe appelé amas de clients, en tenant compte de la route à moindre circulation et la route bien goudronnée.

Les entrées de problème 1 sont :

1) les coordonnées (positions géographiques) des différents clients **i** $(\boldsymbol{x_i}, \boldsymbol{y_i})$ présentées dans les deux tableaux (3.1 et 3.2). Pour cela, nous avons utilisé la carte d’aménagement de la ville.

## III.3 Problème de localisation-allocation

La localisation peut aider à réduire les coûts fixes et indirects et à améliorer l'accessibilité. Les ressources du secteur public, telles que les écoles, hôpitaux, bibliothèques, casernes de pompiers et centres des services d'intervention d'urgence, peuvent fournir à la communauté un service de qualité à coût réduit lorsqu'un bon emplacement est sélectionné. A partir de ressources fournissant des marchandises et des services et d'un ensemble de points de demande qui les consomment, le but de localisation-allocation est de localiser les ressources de manière à satisfaire la demande le plus efficacement possible. 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 points de ventes (figure 3.2).

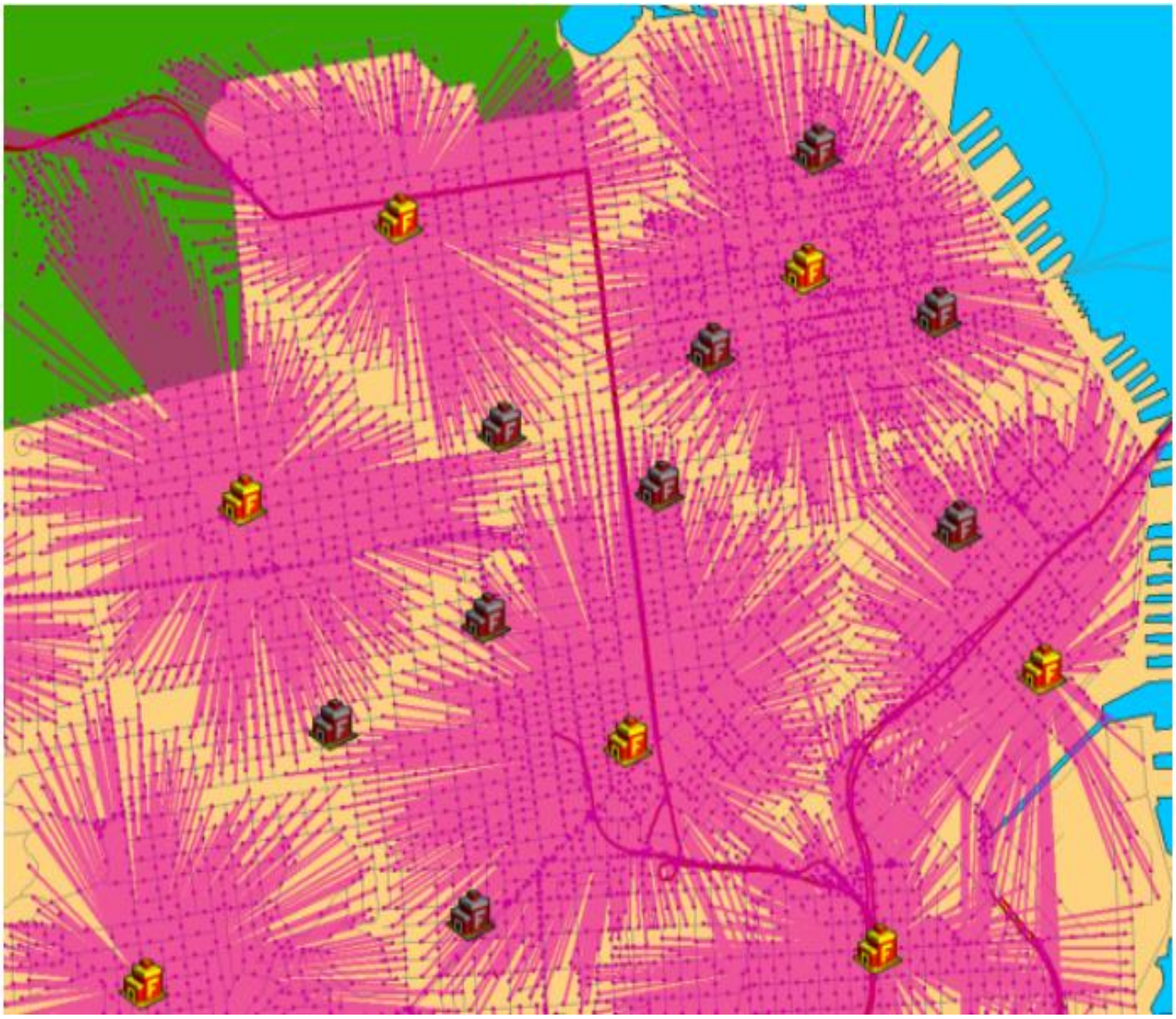

Figure 3.2 : Exemple de localisation-allocation des sites.

### III.3.1 Modèles de localisation-allocation :

Les modèles de localisation- allocation sont nombreux. Le choix d'un modèle dépend de la formulation précise du problème considéré.

#### III.4.1.1 Problèmes de recouvrement :

Le premier problème abordé est celui contenant le moins de type de contraintes. La seule obligation est de couvrir l'ensemble des clients avec les dépôts, chacun ne servant qu'un sous-ensemble prédéfini de clients (souvent les plus proches). Les affectations des clients aux dépôts ne font pas partie des décisions à prendre. Il s'agit d'un problème de recouvrement (Set Covering Problem SCP).

L'objectif est de trouver les sites à ouvrir afin de couvrir les clients au moindre coût.

Le problème peut se formuler de la manière suivante [1] :

$$Min \sum_{j \in J} Fc_j x_j = 1 \qquad (3.7)$$

Sous les contraintes :

$$\sum_{i \in I} y_{ij} x_j \geq 1 \qquad , \forall j \in J \qquad (3.8)$$

$$x_j \in \{0, 1\} \qquad , \forall i \in I \qquad (3.9)$$

**Où :**

***i*** **:** indice des points de demande.

***j*** **:** indice des sites potentiels d'offre.

**Fc*j*** **:** coût d'ouverture d'un dépôt (plateforme) dans la région ***j.***

Variables de décisions :

$$x_j = \begin{cases} 1 \text{ si on localise le dépôt } j. \\ 0 \text{ sinon.} \end{cases}$$

$$y_{ij} = \begin{cases} 1 \text{ si le site } j \text{ peut couvrir le client } i. \\ 0 \text{ sinon.} \end{cases}$$

L'équation (3.7) représente la fonction-objectif, la contrainte (3.8) assure que tous les clients sont servis au moins une fois et la contrainte (3.9) détermine la nature binaire des variables de décision.

### III.4.1.1 Problèmes des p-centres et p-médianes :

La p-médiane consiste à choisir la configuration géographique des unités d'offre de manière à minimiser la somme des distances parcourues sous une série de contraintes énoncées par l'utilisateur.

Le modèle assure la couverture efficace du milieu. La p-médiane présente l'avantage d'être facilement adaptée aux spécificités du problème posé par l'utilisateur et d'être résolue par des méthodes efficaces, rapides et souples **[2].**

Ce modèle permet non seulement de s'attacher à la forme des aires et aux localisations optimales, mais également de suggérer le nombre idéal de services et de simuler des solutions sous diverses contraintes et hypothèses. Le problème consiste donc à choisir la configuration géographique des unités d'offre ; de manière à minimiser la somme pondérée des distances parcourues par les utilisateurs.

La modélisation mathématique de ce problème est la suivante [3] :

$$Min = \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} d_i \, c_{ij} \, y_{ij} \qquad \textbf{(3.10)}$$

Sous les contraintes :

$$\sum_{j \in J} y_{ij} = 1 \qquad \forall i \in I \qquad \textbf{(3.11)}$$

$$\sum_{j \in J} x_i = \mathrm{P} \qquad \textbf{(3.12)}$$

$$y_{ij} \leq x_j \quad \forall \mathrm{i} \in \mathrm{I} \; \forall \mathrm{j} \in \mathrm{J} \qquad \textbf{(3.13)}$$

$$x_j, y_{ij} \in \{0, 1\} \; \forall \mathrm{i} \in \mathrm{I}, \forall \mathrm{j} \in \mathrm{J} \qquad \textbf{(3.14)}$$

Où :

***i*** : indice des points de demande.

***j*** : indice des sites potentiels d'offre.

$d_i$ : demande totale du client ***i***.

$c_{ij}$ : coût de transport entre ***i*** et ***j***.

***P*** : nombre de sites à localisé.

**Variable de décisions** :

$$x_j = \begin{cases} 1 \text{ si on localise l'usine } \mathbf{j}. \\ 0 \text{ sinon.} \end{cases}$$

$$y_{ij} = \begin{cases} 1 \text{ si le client } \mathbf{i} \text{ est servi par l'usine } \mathbf{j}. \\ 0 \text{ sinon.} \end{cases}$$

L'équation (3.10) représente la fonction-objectif, la contrainte (3.11) impose que chaque client soit affecté à un seul site. La contrainte (3.12) détermine le nombre de sites à ouvrir, la contrainte (3.13) indique que, toutes les demandes de client *i* doivent être satisfaites par une et une seule usine et la contrainte (3.14) détermine la nature binaire des variables de décision.

Le problème du p-centre est une extension du problème p-médian, c'est un problème de type p-centres, si la fonction-objectif à optimiser est une minimisation du plus long trajet entre les clients et les usines. La variable (*Z)* représentant le maximum des distances ou ($c_{ij}$) désigne les coûts entre les nœuds (***i*** ) et (j *)*. Le problème des p-centres peut s'écrire [1] et [3] :

$$\textbf{Min Z2} \qquad (3.15)$$

Sous les contraintes :

$$\sum_{j=1} y_{ij} = 1 \qquad \forall\, i \in I \qquad (3.16)$$

$$\sum_{j\in 1} x_i = P \qquad 3.17)$$

$$Z2 \geq \sum_{i\in I} c_{ij}\, y_{ij} \qquad (3.18)$$

$$y_{ij} \geq x_j \;, \qquad \forall i \in I\ \forall j \in J \qquad (3.19)$$

$$x_j, y_{ij} \in \{0, 1\} \qquad \forall\, i \in I, \forall\, j \in J \qquad (3.20)$$

$$Z_2 \geq 0 \qquad (3.21)$$

L'équation (3.15) désigne la fonction objective, la contrainte (3.16) impose que chaque client soit affecté à un seul site, la contrainte (3.17) détermine le nombre de sites à ouvrir, la contrainte (3.18) définie la distance maximale entre le client *i* et l'dépôt *j*, la contrainte (5.13) indique qu'aucun client ne peut être affecté à un site fermé, et les contraintes (3.19 et 20) sont les contraintes sur les variables [1].

### III.4.1.1 Problème de localisation d'entrepôts :

Le but de ce problème consiste à minimiser à la fois les coûts d'ouverture des sites et ceux de transport (affectation des clients). Les dépôts peuvent être de capacité limitée ou non. Les clients peuvent être livrés soit par un seul dépôt (single-source), soit par plusieurs si des capacités l'imposent ou il y a un manque dans certain dépôt. Pour se rapprocher de l'étude faite, la livraison d'un client ($i$), de demande ($d_i$), doit être effectuée par un seul site *j* de capacité ($W_j$) et de coût d'ouverture ($Fc_j$). En considérant, les coûts d'affectation ($c_{ij}$) d'un client ($i$) au site ($j$) et les variables de décisions ( $x_j = 1$) si le site ( $j$) est ouvert et ($y_{ij}$)représentant la quantité livrée par le site ($j$) au client ($i$).

Ce problème est formulé comme suit [1] :

$$\boldsymbol{Min} \sum_{i \in I} \boldsymbol{Fc_j\, x_j} + \sum_{i \in I} \sum_{j \in J} \boldsymbol{c_{ij}\, y_{ij}} \qquad \textbf{(3.22)}$$

Sous les contraintes :

$$\sum_{i \in I} \boldsymbol{d_i\, y_{ij}} \leq \boldsymbol{w_j\, x_j} \qquad ,\forall j \in J \qquad \textbf{(3.23)}$$

$$\sum_{j \in J} \boldsymbol{yij} - \boldsymbol{1} \qquad ,\forall j \in J \qquad \textbf{(3.24)}$$

$$\boldsymbol{x_i} \in \{0, 1\} \qquad \forall i \in I \qquad \textbf{(3.25)}$$

$$\boldsymbol{y_{ij}} \in \{0, 1\} \qquad \forall i \in I \quad \forall j \in J \qquad \textbf{(3.26)}$$

L’équation (3.22) est la fonction-objectif, contrainte (3.23) impose que les capacités des dépôts soient respectées, contrainte (3.24) correspond au respect des demandes et assure que les clients ne soient affectés qu’à un seul dépôt, contraintes (3.25) et (3.26) déterminent la nature binaire des variables de décision.

## III.4 Problèmes de transport :

Dans l’économie actuelle, rare est le produit qui arrive à être consommé par son utilisateur final sans l’intervention du transport. Presque tous les produits doivent passer par une série de déplacements entre un lieu de production quelconque, des dépôts, des commerçants et des consommateurs. Naturellement, ces déplacements entraînent des coûts.

Selon une étude d’industrie récente, les frais attribuables à la gestion de la chaîne d’approvisionnement s’élèvent à 32% du coût de fabrication [1]. Donc, il va de soi que les coûts de logistique constituent un élément déterminant de la compétitivité de l’entreprise.

Les problèmes de transport, appelés aussi problèmes de routage, modélisent des problèmes réels liés au transport de marchandises ou de personnes. Sous sa forme la plus simple, le problème de tournées (routage) consiste à minimiser la distance totale parcourue par une flotte de camions homogènes afin d’assurer la livraison, à partir d’un seul dépôt, à un nombre fixe de clients tout en respectant les contraintes de capacité des véhicules. Cependant, en tenant compte de toutes les intrications des cas de distribution réels, le problème se complexifie rapidement. L’ajout de composantes telles que la capacité de véhicules et le problème de circulation dans les routes rendent la résolution d’autant plus difficile [1].

L'étude d'un problème de distribution réel d'une entreprise n'est donc pas triviale. Elle demande donc une attention particulière au détail afin de modéliser les particularités opérationnelles propres à l'entreprise. Le problème de tournées de véhicules possède de nombreuses applications dans des domaines tels que la logistique, la planification des réseaux de distribution et leur gestion.

Dans le domaine de transport, nous évoquons les problèmes de tournées à travers, essentiellement, trois grandes familles de problèmes : Le problème de tournées de véhicules souvent nommé Véhicule Routing Problem (VRP) ; le problème de voyageur de commerce ou Traveling Salesman Problem (TSP) et Le problème de tournées de véhicules avec livraisons divisibles (Split Delivery Vehicle Routing Problem-SDVRP).

### III.4.1 Problèmes de tournées des véhicules

#### III.4.1.1 Définition

Le problème de tournées de véhicules souvent nommé Vehicle Routing Problem (VRP) n'est pas nouveau. En fait, la première formulation du problème est attribuée par Dantzig et Ramser en 1959.

À partir d'une liste de clients, tous possédant une demande connue, et une quantité de véhicules homogènes ayant une capacité déterminée, il consiste à créer une série de tournées, soit une pour chaque véhicule, partant d'un seul entrepôt, de façon à minimiser la distance totale parcourue tout en s'assurant de ne pas dépasser la contrainte de capacité de chaque véhicule. Le problème de routage de véhicules a été largement étudié durant la deuxième moitié du siècle dernier [1].

Le problème de tournées de véhicules est une version tendue du Problème du Voyageur de Commerce, qui consiste visiter des clients partis d'un dépôt et au moyen d'une flotte de véhicules, avec un coût minimal (figure 3.3). D'après H. Housroum (2005) [2], le problème de tournées de véhicules vise à déterminer les tournées permettant de servir une liste de clients en minimisant le coût de livraison.

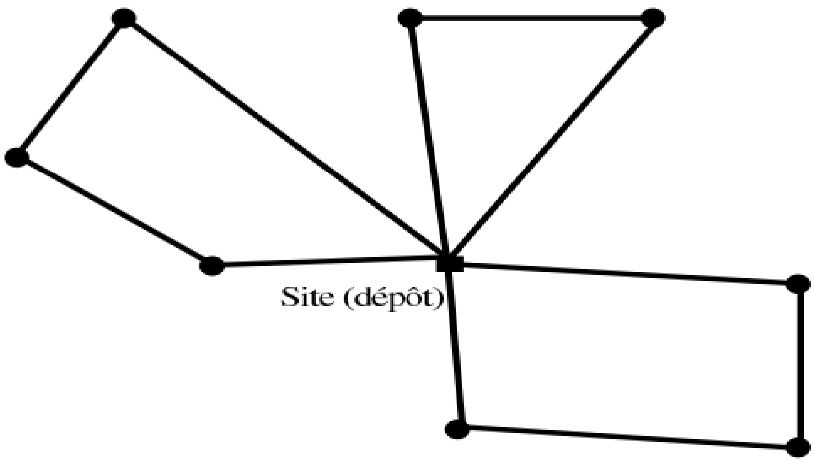


Figure 3.3 : exemple de tournées de véhicules VRP

### III.4.2 Domaines d'application des problèmes de tournées de véhicules :

Parmi les applications essentielles des problèmes de tournées de véhicules, on trouve :

- Livraison de produits à partir d'un entrepôt.
- Cueillette et livraison de colis en milieu urbain.
- Cueillette et livraison de marchandises par les entreprises de transport.
- Cueillette des ordures.
- Transport adapté de passagers.
- Services d'inspection et de réparation.

### III.4.3 Problème de tournées de véhicules avec livraisons divisibles :

Dans le problème de tournées de véhicules avec livraisons divisibles (Split Delivery Vehicle Routing Problem -SDVRP-), une flotte de véhicules à capacités homogènes est disponible pour servir un ensemble de clients. Chaque client peut être visité plusieurs fois (figure 3.4), contrairement à ce qui est généralement supposé dans le problème de tournées de véhicules, et la demande de chaque client peut être supérieure à la capacité du véhicule. Chaque véhicule doit démarrer et terminer son tour au dépôt [14]. Le problème consiste à trouver les chemins de route pour servir tous les clients, telle que la somme des quantités livrées dans chaque tour n'excède pas la capacité d'un véhicule et la distance totale voyagé est réduite. Le SDVRP a été introduit par Dror et Trudeau (1989) [16], qui ont souligné les propriétés des solutions optimales et ont proposés une heuristique de recherche locale. Depuis lors, plusieurs heuristiques ont été développées pour le SDVRP.

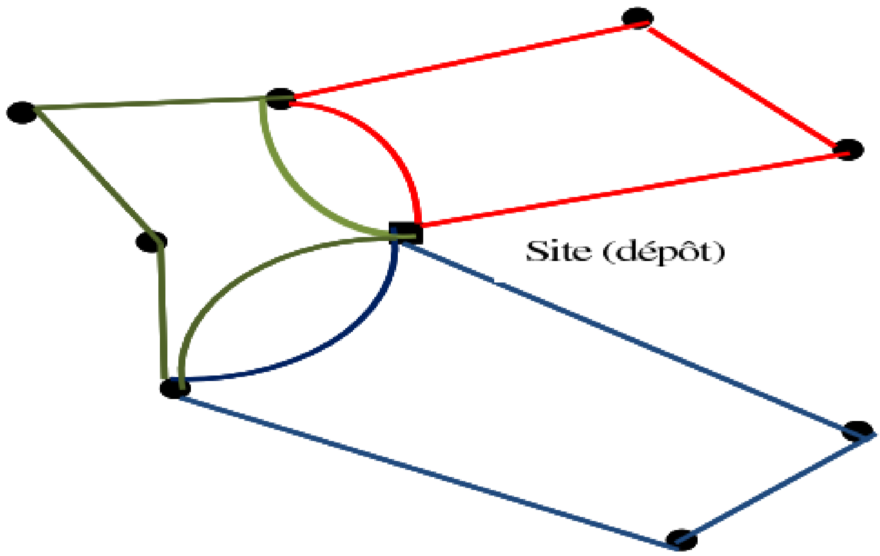


Figure : 3.4 : exemple de tournées de véhicules avec livraisons divisibles SDVRP

### III.4.4 Formulation mathématique de problème de transport :

Le problème 3 traite le problème de tournées de véhicules. Ce problème consiste à affecter des commandes de clients à des véhicules et à construire la tournée de chaque véhicule à travers les amas de clients définie dans le problème de la 1er étape en satisfaisant certaines contraintes et en optimisant notre objectif. Dans notre cas irréel, nous avons appliqué le modèle connus pour le problème de routage le VRP (Vehicle Routing Problem).

#### III.4.1.1 Paramètres du modèle.

Dans cette section, nous avons défini les paramètres suivants **:**

***$D_{ii'}$*** : représente la distance entre un client (*i*) et un autre client (*i*)' dans le même amas de clients.

***q*** : définit la capacité des camions frigo utilisés pour la livraison.

Les variables de décision :

$$Z_{ii'} = \begin{cases} 1 \text{ si le lien est utilisé entre le client i et le client i}' \\ 0 \text{ sinon.} \end{cases}$$

$$Y_{ii'} = \begin{cases} 1 \text{ si le trajet entre (i, i}') \text{ est parcouru par le camion frigo v} \\ 0 \text{ sinon.} \end{cases}$$

#### III.4.1.1 Problème de tournées de véhicules-VRP :

La formulation du Vehicle Routing Problem (VRP) que nous présentons ici correspond à la formulation mathématique suivante [17].

$$\textbf{Min Z3} = \sum_{i \in I} \sum_{i' \in I} \sum_{v \in V} D_{ii'} Y_{ii'v} \tag{3.27}$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{v \in V} Y_{ii'v} = 1 \,, \qquad \forall\ 1 \leq i' \leq r \tag{3.28}$$

$$\sum_{i' \in I} \sum_{v \in V} Y_{ii'v} = 1 \,, \qquad \forall\ 1 \leq i \leq r \tag{3.29}$$

$$\sum_{i \in I} \sum_{v \in V} Y_{ii'v} = \sum_{i' \in I} \sum_{v=1}^{m} Y_{ii'v} \tag{3.30}$$

$$\sum_{i' \in I} Y_{ii'v} = 1, \qquad \forall 1 \leq i \leq m \tag{3.31}$$

$$\sum_{i \in I} Y_{ii'v} = 1, \qquad \forall 1 \leq i' \leq m \tag{3.32}$$

$$\sum_{i' \in I} \sum_{i' \in I} Y_{ii'v} \leq q \qquad \forall\ 1 \leq v \leq m \tag{3.33}$$

$$Y_{ii'v} \in \{0, 1\} \qquad \forall 0 \leq i\ i' \leq t \quad 1 \leq v \leq m \qquad \textbf{(3.34)}$$

Sous cette formulation, (3.27) signifie que l'objectif du problème d'optimisation est de minimiser la somme des coûts de toutes les tournées. Les contraintes (3.28) et (3.29) imposent que chaque client soit desservi une et une seule fois et la contrainte (3.30) assure la conservation de flux. Les contraintes et (3.31) et (3.32) assurent que chaque tournée commence et se termine au dépôt. Finalement, la contrainte (3.33) impose la capacité du camion et la contrainte (3.34) donne la nature des variables de décision ($Y_{ii'v}$).

Les entrées du problème de transport pour le modèle VRP les entrées sont les distances entre les clients de chaque amas de clients, la demande de chaque client dans l'amas de clients et la capacité du véhicule de livraison. Les résultats de ce problème qui définit les différentes tournées de véhicules sont données par le modèle Z3.

## III.5 Conclusion :

**L**a localisation est souvent considérée comme le facteur de réussite le plus important pour une organisation du secteur privé ou public. Les organisations privées peuvent tirer profit d'un bon emplacement (localisation), qu'il s'agit d'un petit café restaurant avec une clientèle locale ou d'un réseau multinational d'usines avec des centres de distribution et une chaîne mondiale de points de vente la modélisation mathématique des problèmes posés donne une meilleure localisation des entrepôts.

Table 3.1 – Position des détaillants de produits dans la région ouest

| N°de client | Ville de clients | xi | yi |
|---|---|---|---|
| C1 | Abou tachfin | 652991 | 3864075 |
| C2 | Ain dhab | 367353 | 3856743 |
| C3 | Ain hout | 653071 | 3866692 |
| C4 | Ain tedles | 256228 | 3986921 |
| C5 | Ain yousef | 648284 | 3879515 |
| C6 | Ain-el hdjar | 238746 | 3850264 |
| C7 | Ain-turk | 703527 | 3957600 |
| C8 | Amimoussa | 329358 | 3971085 |
| C9 | Arzew | 742336 | 3970637 |
| C10 | Balloul | 269646 | 3874933 |
| C11 | Belassal | 274722 | 3970247 |
| C12 | Benbadis | 690415 | 3869806 |
| C13 | Bendaoud | 275726 | 3955474 |
| C14 | Benisaf | 646986 | 3907509 |
| **C15** | Bethioua | 746991 | 3965216 |
| C16 | Bir-el djir | 721346 | 3957437 |
| C17 | Boughirat | 251922 | 3959685 |
| C18 | Bougtoub | 231311 | 3770673 |
| C19 | Bouhnifia | 768167 | 3912151 |
| C20 | Bousfer | 700676 | 3954955 |
| C21 | Canastel | 719636 | 3958567 |
| C22 | Chetouan | 655542 | 3865530 |
| C23 | Dahmouni | 361799 | 3920075 |
| C24 | Djidiouia | 304383 | 3978276 |
| C25 | El bordj | 255298 | 3933597 |
| C26 | El gattar | 303491 | 3995971 |
| C27 | El ghazawet | 604899 | 3884748 |
| C28 | El menaour | 234166 | 3949683 |
| C29 | Elamria | 679727 | 3933160 |
| C30 | El-arich | 660656 | 3788233 |
| C31 | El-braya | 724860 | 3946081 |
| C32 | El-kerma | 720432 | 3944006 |
| C33 | Elmaleh | 673082 | 3917776 |
| C34 | El-mechria | 752229 | 3715567 |
| C35 | Freinda | 322087 | 3882157 |
| C36 | Froha | 238811 | 3910374 |
| C37 | Gdyel | 731987 | 3962947 |
| C38 | Ghriss | 241613 | 3904320 |
| C39 | Hadjadj | 259220 | 3998014 |
| C40 | Hammam bouhdjar | 684384 | 3916994 |
| C41 | Hassi-bounif | 726163 | 3953543 |
| C42 | Hennaya | 649127 | 3868764 |

| N°de client | Ville de clients | xi | yi |
|---|---|---|---|
| C43 | Hmadna | 299557 | 3975631 |
| C44 | Hssasna | 255179 | 3856862 |
| C45 | Kalaa | 257974 | 3940707 |
| **C46** | Maghnia | 615654 | 3857521 |
| C47 | Mamounia | 240403 | 3924027 |
| C48 | Mansourah | 652208 | 3859733 |
| **C49** | Mascara(centre) | 240407 | 3921279 |
| C50 | Mascara(ouest) | 238528 | 3921359 |
| C51 | Mascara(sud) | 240043 | 3919603 |
| C52 | Matmar | 270387 | 3957171 |
| C53 | Mazouna | 308318 | 3999547 |
| C54 | Mediouna | 297262 | 4000035 |
| C55 | Mehdia | 387232 | 3921271 |
| C56 | Melakou | 339374 | 3902493 |
| C57 | Mers el hadjadj | 756107 | 3963680 |
| C58 | Mers-el kbir | 707153 | 3955631 |
| C59 | Messra | 243868 | 3969557 |
| C60 | Mezaghran | 235778 | 3975971 |
| C61 | Missreghin | 705295 | 3943815 |
| **C62** | Mosta(centre) | 237548 | 3980170 |
| C63 | Mosta(est) | 238720 | 3980494 |
| C64 | Mosta(sud) | 238464 | 3978983 |
| C65 | Mouhamadia | 234632 | 3942323 |
| C66 | Nedroma | 614104 | 3874870 |
| C67 | Oran (hai khaldiya) | 714570 | 3952295 |
| C68 | Oran (usto) | 718309 | 3953602 |
| C69 | Oran cetre | 714095 | 3952978 |
| **C70** | Oran(senia) | 715320 | 3947938 |
| C71 | Ouarizane | 310573 | 3990936 |
| C72 | Oued el sbaa | 699701 | 3825782 |
| C73 | Oued essalem | 311985 | 3939301 |
| **C74** | Ouedrhiou | 312194 | 3981667 |
| C75 | Ouled mimoun | 679671 | 3863817 |
| C76 | Rahioua | 320645 | 3933793 |
| C77 | Ras el mas | 700198 | 3819432 |
| **C78** | Relizane(centre) | 278401 | 3957134 |
| C79 | Relizane(est) | 280139 | 3958491 |
| C80 | Remchi | 642739 | 3881461 |
| **C81** | Saida(centre) | 239323 | 3858936 |
| C82 | Saida(sud) | 239722 | 3857450 |
| C83 | Sebdou | 652770 | 3833744 |
| C84 | Sfisef | 750862 | 3902567 |
| C85 | Si saada | 259397 | 3951347 |
| C86 | Sidi ali | 268057 | 3998534 |

| N°de client | Ville de clients | xi | yi |
|---|---|---|---|
| C87 | Sidi bel abess | 714723 | 3897817 |
| C88 | Sidi bel abess (sud) | 726096 | 3895837 |
| C89 | Sidi bel abess(est) | 716622 | 3896751 |
| C90 | Sidi el djilali | 631654 | 3812527 |
| C91 | Sidi khatab | 275442 | 3976926 |
| C92 | Sidi mhamed benali | 305740 | 4002197 |
| C93 | Sidi mhamed benaouda | 281564 | 3942717 |
| C94 | Sidi othmen | 655085 | 3962088 |
| C95 | Sidi-elbachir | 722719 | 3956329 |
| C96 | Sig | 754958 | 3935294 |
| C97 | Sirat | 245793 | 3963293 |
| C98 | Sougueur | 363463 | 3894368 |
| C99 | Stidia | 770685 | 3969322 |
| C100 | Teghanif | 257517 | 3922374 |
| C101 | Tessemsilt | 392400 | 3940764 |
| **C102** | Tiaret | 347507 | 3914994 |
| C103 | Tlagh | 722306 | 3851432 |
| C104 | Tlelat | 731143 | 3937032 |
| **C105** | Tlemcen(centre) | 653794 | 3861458 |
| C106 | Tmouchent(centre) | 668875 | 3908696 |
| C107 | Tmouchent(est) | 670048 | 3908212 |
| **C108** | Tmouchent(ouest) | 668116 | 3908825 |
| C109 | Yellel | 260602 | 3956361 |
| C110 | Youb | 754921 | 3867913 |
| C111 | Zelouta | 270420 | 3908248 |