

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE: Mathématique et  
l'informatique

DEPARTEMENT :L'informatique

N° :.....



DOMAINE : Mathématiques et  
informatique

FILIERE : l'informatique

OPTION : RTIC

**Mémoire présenté pour l'obtention  
Du diplôme de Master Académique**

**Par: -Mamoun Ben Abderrahmane -Mourad Babouche**

**Intitulé**

**l'utilisation de LBS (location based services)  
dans le problème du voyageur de commerce**

**Soutenu devant le jury composé de :**

Nom et prénom Enseignant	Université de M'sila	Président
Mohammed sahraoui	Université de M'sila	Rapporteur
.....	Université de M'sila	Examineur

**Année universitaire : 2019 /2020**





## Dédicace

*Nous dédions ce travail à nos chers parents, qui nous ont soutenus de force tout au long de notre vie et dans tous les projets que nous voulions mettre en œuvre. Tous nos sentiments de gratitude et de fierté en eux. Oh mon Dieu, donne-leur santé et bonheur tout au long de leur vie, à tous nos frères et amis qui ne se sont pas arrêtés un instant pour nous soutenir et nous encourager pour que nous puissions avancer, et enfin à tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce projet.*

## **Remerciement**

Tout d'abord, Nous remercions le Dieu Tout-Puissant qui nous a donné la santé mentale et physique ainsi que le courage et la force pour nous permettre de faire ce travail. Aussi bien notre encadreur Mr Mohammed Sahraoui pour sa formation, ces précieux conseils, sa patience et sa générosité, et Nous remercions tous ceux qui nous ont appris dans nos carrières universitaires. Bien sûr, nous n'oublions pas tous ceux qui nous ont aidés directement ou indirectement à faire ce travail, et enfin un merci spécial à tous les membres de notre famille, ainsi qu'à nos amis et collègues pour leur soutien et leurs encouragements.

# Table des Matières

<b>Table des Matières:</b> .....	I
<b>Liste des figures et des tableaux:</b> .....	II
<b>Introduction général:</b> .....	1
<b>Chapitre 1:LBS (Location Based Services):</b> .....	2
1.1 Introduction: .....	3
1.2 Définition de LBS: .....	3
1.3 Origine et histoire de LBS:.....	3
1.4 Composants de LBS: .....	4
1.4.1 Positionnement: .....	7
1.4.1.1 Le secteur spatial: .....	7
1.4.1.2 Les stations de contrôle: .....	7
1.4.1.3 Positionnement par les Smartphone: .....	8
1.4.1.4 positionnement par adressage IP: .....	8
1.4.1.5 Positionnement par Wi-Fi: .....	8
1.4.2 Les SIG:.....	9
1.4.2.1 Composants d'un SIG: .....	10
1.4.2.2 Fonctionnalités d'un SIG: .....	11
1.4.2.3 Intégration LBS avec les SIG: .....	11
1.4.3 services mobiles:.....	12
1.4.4 Réseau de communication: .....	12
1.5 Architecture LBS:.....	12
1.6 Classification de LBS.....	14
1.6.1 Réseaux sociaux LBS (LBSN): .....	15
1.6.2 Jeu basé sur la localisation(LBG):.....	15
1.6.3 Surveillance de la condition physique basée sur la localisation et soins de santé: .....	15
1.6.4 Transport LBS: .....	16
1.6.5 Technologie d'assistance basée sur la localisation: .....	16
1.7 conclusion.....	17
<b>Chapitre 2: Le problème du voyageur de commerce</b> .....	18
2.1 Introduction: .....	19
2.2 Historique : .....	19
2.3 Représentation du problème .....	19
2.4TSP symétrique vs. TSP asymétrique .....	21
2.5 Classification des méthodes de résolution du TSP.....	21

2.5.1 Méthodes exactes: .....	22
2.5.1.1 Méthode de Procédure par Séparation et Evaluation : .....	22
2.5.1.2 Methode par Programmation linéaire en nombres entiers: .....	23
2.5.1.3 méthode par Programmation dynamique:.....	24
2.5.2 Méthodes approchées: .....	25
2.5.2.1 Algorithmes Gloutons .....	26
2.5.2.2 Plus proche voisin: .....	26
2.5.2.3 L'élastique: .....	27
2.5.2.4 Clustering: .....	28
2.5.2.5 l'algorithme génétique(GA):.....	29
2.6 Conclusion.....	32
<b>Chapitre 3: Conception et Realisation:</b> .....	<b>33</b>
3.1 Introduction: .....	34
3.2 Environnement de travail: .....	34
3.2.1 Android Studio: .....	34
3.2.2 JAVA:.....	35
3.2.3 JSON: .....	35
3.3 APIs .....	36
3.3.1 Activation les APIs:.....	37
3.4 Conception de travail: .....	38
3.4.1 Emplacements d'entrée: .....	39
3.4.2 Register dans la base:.....	39
3.4.3 Distance et Marqueurs:.....	39
3.4.4 Planification de route.....	40
3.4.4.1 Matrice de distances: .....	40
3.4.4.2 Algorithme GA:.....	40
3.4.5 Obtenir le direction.....	44
3.4.6 Le résultat: .....	45
3.4.7 Exemple de notre travail:.....	45
3.5 Conclusion:.....	48
Conclusion général:.....	49
Bibliographie: .....	50
Résumé: .....	53

## Liste des figures et Liste des tableaux

### Liste des figures:

Figure 1.1: composants de LBS [1].....	7
Figure 1.2: modèle de SIG (base de donnée géoréférencées)[19] .....	9
Figure 1.3: composant d'un SIG[15] .....	10
Figure 1.4: architecteur de LBS [1] .....	14
Figure 2.1: un graphe complet.....	21
Figure 2.2: l'arbre de recherche de graphe.....	23
Figure 2 3: structure de L'algorithme génétique global simple [32].....	30
Figure 3.1:Android studio.....	34
Figure 3.2: JAVA.....	35
Figure 3.3: JSON .....	35
Figure 3.4: page d'activation les APIs .....	36
Figure 3.5: page d'inscription de google cloud.....	37
Figure 3.6: les étapes de notre application.....	38
Figure 3.7: Parents .....	42
Figure 3.8: progéniture .....	42
Figure 3.9: Chromosome avant et après mutation .....	43
Figure 3.10: Flux de travail de GA .....	44
Figure 3.11: réponse de Directions API .....	45
Figure 3.12: Écran de connexion.....	46
Figure 3.13: Écran d'inscription.....	46
Figure 3.14: Écran d'entrée des stations .....	47
Figure 3.15: Écran d'affichage .....	47
Figure 3.16: Le début du parcours du véhicule .....	48
Figure 3.17: Le véhicule en itinérance .....	48

### Liste des tableaux:

Tableau 1:Base de donnée des stations .....	39
Tableau 2:Matrice de distance.....	40
Tableau 3:Matrice de distance de 3 stations précédent .....	40

## **Introduction générale:**

Les nouvelles technologies sont devenues une partie intégrante de l'infrastructure d'un pays, elles apportent des bienfaits à la fois économiques et sociaux en jouant un rôle important dans le développement économique local et national en renforçant et en multipliant les interactions sociales. Parmi ces nouvelles technologies on trouve les services basées localisation (Location Based Services (LBS)) qui jouent un rôle important dans l'intégration à distance des acteurs des systèmes qui se basent sur la localisation, dans leurs systèmes en temps réel et à partir de leurs propres places. Cette technologie permet alors à ces acteurs de sortir de leurs isolements traditionnels vers le suivi instantané de la localisation de plusieurs domaines, ce qui offre à la fois le contrôle et le pilotage conduisant à la maximisation de profits. Parmi ces domaines il existe le problème de voyageurs de commerce (Traveling Salesman Problem(TSP)) que nous abordons dans notre travail qui vise principalement à intégrer la technologie LBS mobile à cette problématique plus que de la traiter. Le TSP consiste à trouver le circuit le moins coûteux desservant chacun des points de livraison une fois seulement et réalise un retour au point de départ une fois toutes les destinations seront visitées. Notre but dépasse le traitement automatique du problème, qui est largement traité, vers l'intégration d'une nouvelle technologie présentée par le LBS mobile qui vise à offrir les avantages déjà cités, et aussi de leur rendre plus réaliste que jamais. Pour ceci, notre travail est partagé en trois chapitres organisés comme suite :

Dans le premier chapitre, nous définissons d'abord le LBS et nous citons son rôle avec ses différentes techniques qui sont devenues nécessaires et très importantes dans tous les domaines à l'heure actuelle. Nous allons présenter par la suite quelques types et classifications de LBS.

Dans le deuxième chapitre, nous présentons le TSP; ensuite, nous citons les différentes catégories des algorithmes utilisés pour la résolution de ce problème, pour chaque catégorie, quelques méthodes les plus populaires issues de la littérature des travaux.

Enfin, le troisième et le dernier chapitre, nous le consacrons à la présentation d'une application informatique que nous réalisons, développée à l'aide d'outil Android Studio pour la résolution de problème de voyageur commercial, en utilisant le LBS.

# **CHAPITRE 1**

**LBS(LOCATION BASED SERVICES)**

## 1.1 Introduction:

Actuellement, beaucoup de choses ont été entendues sur les services basés sur la localisation (LBS). Les LBS sont des «fonctions / services» visant à localiser ou guider l'individu d'un point "A" à un point "B". En tant que tel, nous devons connaître la position de ces points. Le vaste discipline du positionnement a évolué rapidement. En particulier, la tendance de la navigation par satellite, de la technologie inertielle et des systèmes intégrés fournit les technologies de positionnement qui, à leur tour, stimulent le développement des LBS et des infrastructures de données spatiales (SDI)[1]. Les services géolocalisés (LBS) utilisent la localisation pour fournir des applications ciblées basées sur la localisation géographique et pour répondre aux besoins réels des utilisateurs. En fonction de ce concept particulier, une nouvelle notion d'informations de localisation en temps réel a été développée qui peut, par exemple, répondre à la question spatiale de savoir où se trouverait un site d'enquête sur un incident à proximité? Où serait la clinique ou le restaurant à proximité? LBS peut fournir le suivi, la surveillance du trafic et les directions, la télématique, les informations de localisation de la navette en temps réel et ce qui est maintenant connue comme le suivi des véhicules pour la livraison par courrier et d'autres entreprises. L'ajout d'informations intéressantes avec un emplacement particulier ajoute plus de valeur à LBS et le rend plus pertinent, plus fonctionnel et facilement accessible par les utilisateurs ciblés. LBS a été proposé comme l'un des concepts technologiques développés les plus importants destinés aux utilisateurs d'appareils mobiles[1]. La détermination réelle de l'emplacement sous forme de coordonnées géographiques n'est pas très utile en soi. Cependant, lorsqu'il est combiné à des informations supplémentaires et lié à différentes données spatiales et à leurs attributs, il offre une valeur ajoutée pour l'accès au service via LBS pour les utilisateurs mobiles[2].

## 1.2 Définition de LBS:

Un service géolocalisé (LBS) est un terme général désignant des services logiciels qui utilisent des données et des informations géographiques pour fournir des services ou des informations aux utilisateurs . LBS est essentiel pour de nombreuses entreprises ainsi que pour les organisations gouvernementales afin de générer de véritables informations à partir des données liées à un emplacement spécifique où les activités ont lieu. Les modèles spatiaux que les données et les services liés à la localisation peuvent fournir sont l'un de ses aspects les

plus puissants et utiles où la localisation est un dénominateur commun dans toutes ces activités et peut être mise à profit pour mieux comprendre les modèles et les relations. Les opérations bancaires, la surveillance, le commerce en ligne et de nombreux systèmes d'armes dépendent du LBS.

un LBS est un service d'information et a de nombreuses utilisations dans les réseaux sociaux aujourd'hui comme information, divertissement ou sécurité, qui est accessible avec des appareils mobiles via le réseau mobile et qui utilise des informations sur la position géographique de l'appareil mobile. [3]

### **1.3 Origine et histoire de LBS:**

Les services géodépendants (LBS) sont largement utilisés dans de nombreux systèmes et applications informatiques du 21<sup>e</sup> siècle. Les services modernes basés sur la localisation sont rendus possibles par les développements technologiques tels que le World Wide Web, les systèmes de positionnement mondial et l'utilisation généralisée des téléphones mobiles. [5]

Les services basés sur la localisation ont été développés en intégrant les données des systèmes de navigation par satellite, des réseaux cellulaires et de l'informatique mobile, pour fournir des services basés sur la localisation géographique des utilisateurs. [6] Au cours de leur histoire, les logiciels basés sur la localisation ont évolué, passant de simples modèles de services basés sur la synchronisation à des outils authentifiés et complexes pour implémenter pratiquement n'importe quel modèle de service ou installation basé sur la localisation.

Il n'y a actuellement aucun critère convenu pour définir la taille du marché des services LBS, mais l'Agence du GNSS européen a estimé que 40% de toutes les applications informatiques utilisaient des logiciels LBS en 2013, et 30% de toutes les recherches sur Internet concernaient des sites. [7]

LBS est la capacité d'ouvrir et de fermer des objets de données spécifiques en fonction de l'utilisation de l'emplacement et / ou de l'heure en tant que (contrôles et déclencheurs) ou dans le cadre de systèmes de clé cryptographique ou de hachage complexes et des données auxquelles ils donnent accès. Les services basés sur la localisation peuvent être l'un des cadres de décision de la couche application les plus utilisés en informatique.

Le Global Positioning System a été développé pour la première fois par le Département de la défense des États-Unis dans les années 1970 et a été mis à la disposition des civils dans le

monde entier dans les années 1980 [8]. Les précurseurs de la recherche sur les services de localisation actuels incluent le système infrarouge Active Badge [9] (1989–1993), l'essai Ericsson-Europolitan GSM LBS de Jörgen Johansson (1995) et le mémoire de maîtrise rédigé par Timo Rantalainen, un employé de Nokia, en 1995. [10]

En 1990, International Teletrac Systems (plus tard PacTel Teletrac), fondé à Los Angeles en Californie, a introduit les premiers services dynamiques de récupération de véhicules volés en temps réel au monde. Comme contiguïté à cela, ils ont commencé à développer des services basés sur la localisation qui pourraient transmettre des informations sur les biens et services basés sur la localisation à des téléavertisseurs alphanumériques Motorola programmés sur mesure. En 1996, la Federal Communications Commission (FCC) des États-Unis a publié des règles obligeant tous les opérateurs de téléphonie mobile américains à localiser les appelants d'urgence. Cette règle était un compromis résultant du fait que les opérateurs de téléphonie mobile américains sollicitaient le soutien de la communauté des urgences afin d'obtenir la même protection contre les poursuites liées aux appels d'urgence que les opérateurs de téléphonie fixe.

En 1997, Christopher Kingdon, d'Ericsson, a remis la description de l'étape 1 des services de localisation (LCS) au groupe GSM conjoint de l'Institut européen des normes de télécommunications (ETSI) et de l'American National Standards Institute (ANSI). En conséquence, le sous-groupe de travail LCS a été créé sous ANSI T1P1.5. Ce groupe a ensuite sélectionné des méthodes de positionnement et normalisé les services de localisation (LCS), appelés plus tard les services de localisation (LBS). Les nœuds définis comprennent le Gateway Mobile Location Center (GMLC), le Serving Mobile Location Center (SMLC) et des concepts tels que Mobile Originating Location Request (MO-LR), Network Induced Location Request (NI-LR) et Mobile Terminating Location Request (MT -G / D).

À la suite de ces efforts en 1999, le premier brevet de service basé sur la localisation numérique a été déposé aux États-Unis et finalement délivré après neuf (9) actions de bureau en mars 2002. Le brevet [11] a des contrôles qui, lorsqu'ils sont appliqués aux modèles de réseautage actuels, fournissent des informations clés. valeur dans tous les systèmes.

En 2000, après l'approbation des 12 plus grands opérateurs de télécommunications du monde, Ericsson, Motorola et Nokia ont conjointement formé et lancé le Location Interoperability Forum Ltd (LIF). Ce forum a tout d'abord spécifié le Mobile Location Protocol (MLP), une interface entre le réseau de télécommunications et une application LBS fonctionnant sur un

serveur du domaine Internet. Ensuite, fortement motivé par le groupe Vodafone, LIF a ensuite spécifié le Location Enabling Server (LES), un «middleware», qui simplifie l'intégration de plusieurs LBS avec une infrastructure d'opérateurs. En 2004, LIF a fusionné avec l'Open Mobile Association (OMA). Un groupe de travail LBS a été formé au sein de l'OMA.

En 2002, Marex.com à Miami en Floride a conçu le premier appareil de télémétrie d'actifs marins au monde pour la vente commerciale. L'appareil, conçu par Marex et conçu par ses sociétés partenaires dans les télécommunications et le matériel, était capable de transmettre des données de localisation et de récupérer des données de service basées sur la localisation via des canaux de communication cellulaires et par satellite. Utilisant le réseau satellite Orbcomm, l'appareil avait des fonctionnalités SOS à plusieurs niveaux pour l'assistance MAYDAY et maritime, l'état du système du navire et la surveillance des performances avec notification à distance, ainsi qu'un dispositif matériel dédié similaire aux unités GPS modernes. En fonction de l'emplacement de l'appareil, il était capable de fournir des informations détaillées sur le relèvement, la distance et la communication à l'opérateur du navire en temps réel, en plus des fonctionnalités d'assistance maritime / MAYDAY. Le concept et la fonctionnalité ont été inventés LBS

### **1.4 Composants de LBS:**

Les contributeurs aux services LBS localisent principalement la technologie de positionnement, l'informatique en réseau et les communications sans fil. Chacune de ces technologies a considérablement contribué de manière interactive à rendre le LBS largement utilisé. La figure 1.1 montre le mode d'interaction entre ces technologie.[1]



**Figure 1.1:** composants de LBS [1]

#### **1.4.1 Positionnement:**

Les technologies de positionnement spatial sont des technologies qui fournissent des informations de localisation ou de position, des applications et des services liés à des utilisateurs spécifiques lors de l'utilisation du système de positionnement global (GPS). Il donne aux opérateurs la possibilité de trouver précisément un emplacement et par conséquent, il augmente les revenus, fournit de nouveaux services et répond aux exigences générales de sécurité publique. Par exemple, les services disponibles prennent en charge l'utilisateur final par différents moyens, notamment la prise en charge des interventions d'urgence à l'aide de dispositifs d'appel d'urgence ainsi que la prise en charge des clients dans la recherche des meilleurs produits aux étiquettes de prix identifiées dans les systèmes de localisation pour l'acheminement, le suivi des véhicules, localisation et transactions commerciales[4].

La positionnement existe dans des différentes technologies, touchant aux domaines d'activités complémentaires. Dans la partie suivante on va visualiser les plus importantes techniques de la positionnement.

##### **1.4.1.1 Le secteur spatial:**

GPS se regroupe 24 satellites, répartis de telle sorte que chaque zone de la terre est couverte par 4 satellites. Ils doivent donc être à environ 20000km d'altitude et avec 6 à 8 satellites répartis sur une orbite inclinée de 50° par rapport à l'équateur. Ces satellites extraient leur énergie de panneaux solaires. Les satellites engendrent deux ondes L1 et L2 respectivement à

1575,42 MHz et 1227,60 MHz. Elles sont modulées par la phase (de 180° lorsque le message ou le code change de parité), et contiennent la position du satellite, l'état de la santé du satellite, et d'autres informations et le code pseudo aléatoire permettant la synchronisation, Il existe 2, l'un réserve à l'armée, l'autre aux civils.[13]

#### **1.4.1.2 Les stations de contrôle:**

Une station principale reçoit les données des autres stations, calcule les éphémérides des satellites et surveille le fonctionnement du système. Un récepteur équipé du système GPS pour pouvoir être géolocalisé doit avoir une fonctionnalité supplémentaire qui est d'envoyer sa localisation via un réseau , GPRS ou autre. En effet, le système GPS permet uniquement de connaître sa position, le récepteur n'est rien obligé d'envoyer pour pouvoir fonctionner. Cette propriété est utile dans d'autres cas d'utilisation comme le guidage GPS, cela permet de protéger ses données.[13]

#### **1.4.1.3 Positionnement par les Smartphone:**

Depuis le lancement de l'iPhone en 2007, les smartphones ne cessent de gagner du terrain, chez les particuliers comme chez les professionnels.

Désormais, les entreprises qui souhaitent mettre en place une solution de géolocalisation ont le choix. Elles peuvent équiper leurs flottes de véhicules professionnels de boîtiers GPS embarqués ou bien utiliser une application de géolocalisation sur les smartphones des conducteurs.

Evidemment, si les salariés de l'entreprise ne sont pas motorisés, la question ne se pose pas : la géolocalisation par smartphone est la plus adaptée. En revanche, dans le cas d'une entreprise gérant une flotte de véhicules professionnels, les fonctionnalités offertes par le smartphone sont plus limitées :

- le smartphone geolocalise le conducteur et nom le véhicule :en cas d'oubli, de perte ou de vole du smartphone le véhicule n'est plus localisable.
- la batterie et l'autonomie sont limitées.
- les couts sont plus important (communication , internet ..).[12]

#### **1.4.1.4 positionnement par adressage IP:**

La Géolocalisation par adressage IP et implicitement à l'aide des réseaux d'internet par Wi-fi découle de la manière d'implémentation de l'Internet à l'heure actuelle. Pour comprendre le fonctionnement, il faut tout d'abord savoir comment on a fait jusqu'à présent pour repartir les

adresses IP. Chaque pays se voit attribué une certaine tranche des adresses IP, pouvant être ensuite utilisé par les fournisseurs d'accès à l'Internet du pays respectif. Ensuite, à l'aide d'une base des données, on peut savoir la « nationalité » d'une adresse IP.[13]

#### 1.4.1.5 Positionnement par Wi-Fi:

De la même façon qu'un terminal GSM peut se localiser par la méthode du Cell ID sur un réseau GSM, un terminal Wi-Fi peut utiliser la même méthode en se basant sur les identifiants des bornes Wi-Fi (adresses MAC) qu'il détecte. Il existe des bases de données recensant une multitude de bornes d'accès Wi-Fi ainsi que leur position géographique. Ces bases peuvent appartenir à des entreprises privées ou à des communautés qui les publient gratuitement. Ces bases de données sont construites en utilisant la méthode appelée WarDriving, qui consiste à parcourir les rues des villes en voiture avec un ordinateur portable équipé du Wi-Fi et relié à un récepteur GPS, afin de recenser un maximum de points d'accès Wi-Fi [13].

#### 1.4.2 Les SIG:

Un SIG ou Système d'information Géographique est un système d'information capable d'organiser et de présenter des données alphanumériques spatialement référencées, ainsi que de produire des plans et des cartes. Ses usages couvrent les activités géomatiques de traitement et diffusion de l'information géographique. On peut enfin définir un SIG comme étant un système informatisé capable de représenter sous forme numérique un territoire ou une partie d'un territoire [14].

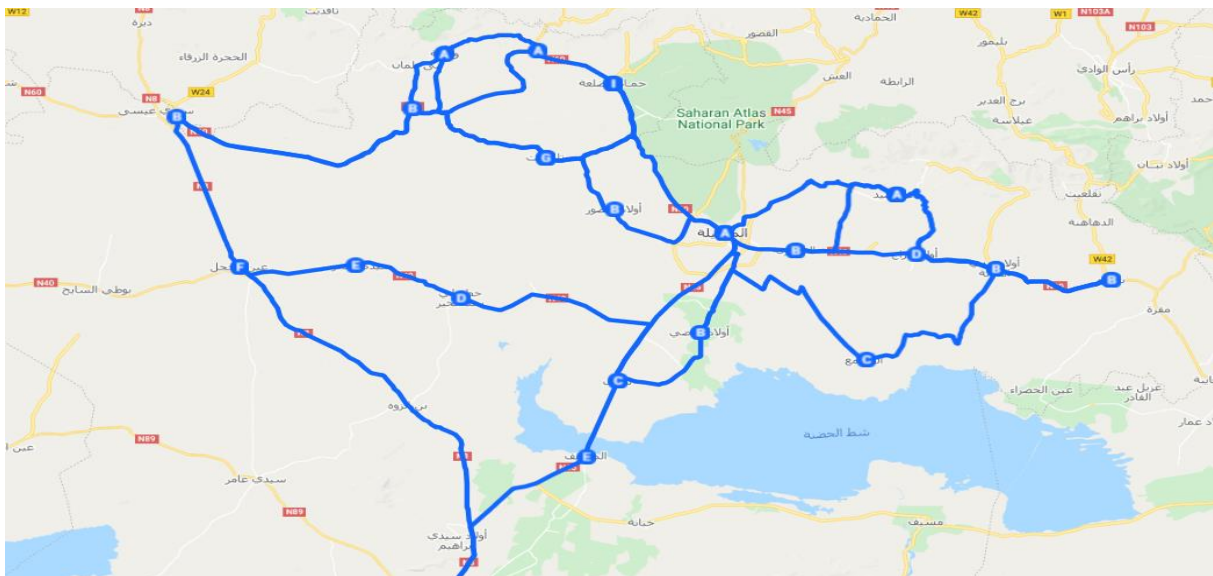
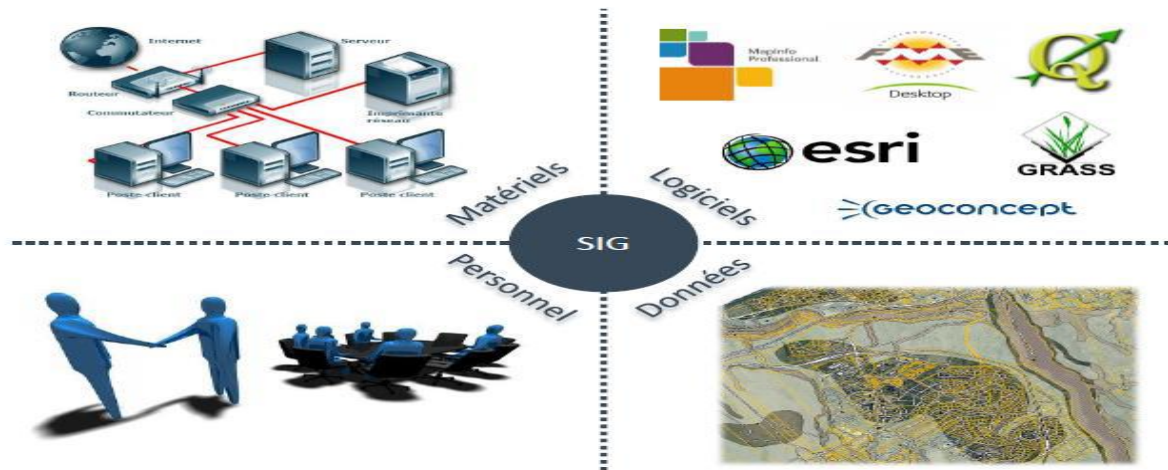


Figure 1.2: modèle de SIG (base de donnée géoréférencées)[19]

### 1.4.2.1 Composants d'un SIG:

Un SIG est constitué de quatre (04) composantes majeures qui sont Les logiciels, les données, les matériels, les personnels.



**Figure 1.3:** composant d'un SIG[15]

#### 1.4.2.1.1 Le matériel:

Il s'agit d'une composante indispensable à un S.I.G ou SIG et l'élément fondamental de cette composante reste l'ordinateur. Les SIG fonctionnent grâce aux ordinateurs et périphériques connectés entre eux ou non et permettant aux utilisateurs d'avoir toutes les fonctionnalités des SIG regroupées autour des 5A (abstraction, analyse, acquisition, affichage, archivage). Etant donné la forte taille des données stockées dans un SIG, les supports de stockage occupent une place de choix dans le matériel des SIG. Des systèmes client-serveur en intranet, extranet voire via Internet facilitent la diffusion des résultats. Ces solutions de diffusion appelées web-mapping ou web-SIG utilisent un serveur cartographique.

#### 1.4.2.1.2 Les logiciel:

Les logiciels de SIG offrent des outils et des fonctions pour stocker, analyser et afficher toutes les informations. Ce sont des outils pour saisir et manipuler et pour stocker les informations géographiques, les bases de données (SGBD), pour des requêtes, analyse et visualisation via des interfaces graphiques utilisateurs pour une utilisation facile. Bref les logiciels permettent de rendre cohérents les trois dimensions d'un SIG.

#### 1.4.2.1.3 Les données:

Les données représentent le contenu même des SIG. Elles peuvent être des cartes géographiques et/ ou des informations relatives à ces objets. C'est la composante la plus importante d'un SIG. Les données géographiques peuvent être, soit importées à partir de fichiers, soit saisies par un opérateur.

#### **1.4.2.1.4 Le personnel:**

Un SIG est avant tout un système et ce sont ses utilisateurs (le personnel qui entretient et gère le système) qui lui permettent de fonctionner pour livrer tout son potentiel au besoin de l'homme.

Les utilisateurs et potentiels utilisateurs d'un SIG sont principalement :

- les techniciens et ingénieurs chargés de la conception, de l'entretien et de la gestion du SIG.
- les techniciens et personnels qualifiés à l'utilisation quotidienne du SIG dans leur travail.
- les décideurs utilisant le SIG comme moyen d'aide à la prise des décisions.

#### **1.4.2.2 Fonctionnalités d'un SIG:**

Les systèmes d'informations géographiques possèdent des fonctionnalités regroupées en cinq familles connues sous les 5A qui sont :

- Acquisition : C'est l'opération qui permet d'intégrer des données géographiques dans le système.
- Archivage : structuration et stockage de l'information géographique sous forme numérique.
- Abstraction : C'est l'opération qui permet de représenter une situation géographique du monde réel et complexe par un système simple et suffisamment précis et compréhensif.
- Analyse : C'est l'opération qui permet d'effectuer des traitements ou des interprétations liées à la géométrie des objets (exemple calcul d'itinéraire, croisement des données thématique en couches.)
- Affichage : représentation et mise en forme, notamment sous forme cartographique avec la notion d'ergonomie et de convivialité.[14]

#### **1.4.2.3 Intégration LBS avec les SIG:**

LBS est un système d'information qui traite les données géographiques. La présentation des cartes sous diverses formes est basée sur le développement de connaissances cartographiques sur la conception de cartes. Clarke (2001) et Casademont et al. (2004) ont présenté la

technologie actuellement disponible pour une utilisation dans les systèmes SIG sans fil et ses capacités en examinant les appareils portables qui peuvent exécuter la cartographie mobile et les applications SIG. Les données spatiales sont généralement constituées d'objets spatiaux complexes (Shekhar et al., 1999), tandis qu'un indice spatial LBS contient un grand nombre d'objets spatiaux simples (points) qui sont fréquemment mis à jour. Ces «bases de données d'objets en mouvement» posent de nouveaux défis à la gestion des données spatiales (Prasad Sistla et al., 1997; Wolfson et al., 1998; Pfoser et Jensen, 2001). Il existe plusieurs aspects importants d'un SIG, qui doivent être analysés lorsque vous essayez d'améliorer un LBS avancé avec des fonctionnalités SIG, telles que la collecte, la conversion, la gestion, l'analyse et la présentation de données géographiques (Longley et al., 2001).

La puissance des LBS réside dans la fourniture de fonctionnalités SIG et d'informations géolocalisées sur des réseaux Internet fixes et mobiles, à utiliser par n'importe qui, n'importe où, à tout moment et sur n'importe quel appareil.[16]

#### **1.4.3 Services mobiles:**

permettant à l'utilisateur de demander les informations nécessaires. Les résultats peuvent être donnés par la parole, en utilisant des images, du texte, etc. Les appareils possibles sont les téléphones mobiles, les ordinateurs portables, ... mais l'appareil peut également être une unité de navigation de voiture ou un péage pour la tarification routière dans un camion.

#### **1.4.4 Réseau de communication:**

l'internet qui transfère les données utilisateur et la demande de service du terminal mobile au fournisseur de services, puis les informations demandées à l'utilisateur.[18]

### **1.5 Architecture LBS:**

L'architecture LBS comprend fondamentalement cinq composantes:

- le positionnement mobile système;
- un réseau sans fil, qui fournit le service aux utilisateurs (leur fonction est de connecter les systèmes de positionnement au réseau sans fil et à l'application LBS);
- une application LBS qui traite et fournit des informations de localisation, qui comprend un serveur d'applications et une base de données spatiale;
- un middleware LBS, qui permet le développement et le déploiement d'applications LBS dans des environnements de réseau hétérogènes,

- un serveur d'applications, qui est le galop de traitement d'une plateforme LBS qui gère les fonctions d'interface utilisateur et communique avec la base de données spatiale. Ce dernier est au cœur du smartphone avec le capteur de localisation et l'accès au serveur[1].

L'abstraction des transactions LBS se fera via le client, le serveur et la communication sans fil qui connecte le client au serveur. Le rôle de chacun des principaux composants du modèle client – serveur peut être vu à travers les fonctions exécutées dans le système par chacun des éléments du système. Les fonctions du client sont d'afficher les informations collectées et de permettre également la capture des données. Il fournit un contrôle périphérique et a accès à l'informatique, à la connexion sans fil et aux fonctions multimédias et d'entretien ménager de base telles que Enregistrer et Rafraîchir. Le serveur fonctionne en donnant accès à la base de données sur le réseau; il gère des processus informatiques complexes et fournit une logique métier multimédia, en plus de l'accès sans fil. La communication sans fil envoie et reçoit des données en temps réel. Il publie des informations de localisation et gère le chiffrement, le traitement et la sécurité des informations pour l'ensemble du système LBS. Le middleware LBS sert à relier divers protocoles de communication à la technologie Internet sans fil, qui comprend la mise en œuvre des normes OGC pour l'accès et la récupération des données. La figure 1.4 illustre les bases de l'architecture SIG mobile.[1]

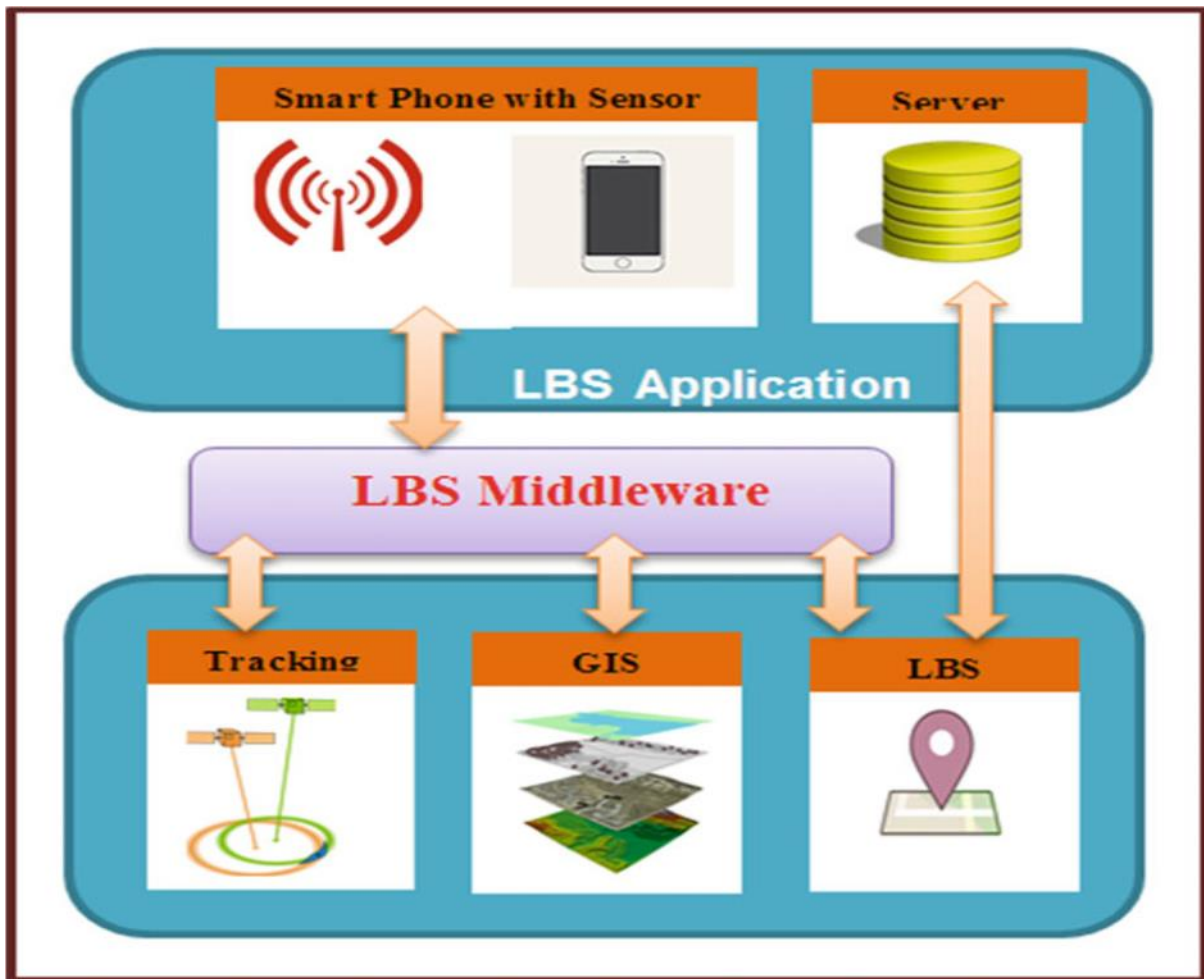


Figure 1.4: architecteur de LBS [1]

## 1.6 Classification de LBS:

Les variétés de LBS sont classées en fonction de la perspective du site de l'utilisateur. Nous pouvons faire la distinction entre les services LBS destinés à l'information géographique, les informations sur le trafic et le suivi et les services généraux. Les utilisateurs d'un emplacement particulier utiliseront principalement des services basés sur des informations sur leur localisation avec un autre service de la même proximité. Les objets en mouvement sont particulièrement intéressants pour le trafic et les informations de suivi. Les services généraux ne fournissent pas d'informations à l'utilisateur mais utilisent principalement les informations de localisation de l'utilisateur et les lient à d'autres services dans la même zone. Les services d'urgence sont un exemple frappant de ces concepts. Un exemple bien connu d'informations locales est la recherche de services tels que le restaurant le plus proche. La deuxième catégorie concerne la recherche de personnes. De plus, la publicité

mobile est fréquemment citée en combinaison avec des informations de localisation, Dans ce qui suit, nous présentons certains des principaux:

### **1.6.1 Réseaux sociaux LBS (LBSN):**

La disponibilité croissante de la technologie de localisation (par exemple le GPS) permet aux gens d'ajouter une dimension de localisation aux réseaux sociaux en ligne existants de diverses manières, par exemple télécharger du contenu géomarcué (par exemple, des photos, des vidéos et des itinéraires enregistrés), partager l'emplacement actuel, commenter un événement à l'endroit où il se produit (par exemple via Twitter), ou laisser des notes / conseils / avis sur un lieu (par exemple, un restaurant). Les exemples d'applications LBSN mobiles incluent Facebook, Google, Twitter et Instagram. Ces applications permettent aux utilisateurs finaux de partager des informations avec leurs amis, de se connecter avec des amis et d'être alertés lorsqu'ils sont à proximité, d'explorer des lieux et des événements dans le monde réel et de recevoir des publicités géolocalisées. Bien que ces applications soient principalement développées par des entreprises, de nombreuses études utilisent le contenu généré par l'utilisateur de ces applications pour faire des recommandations (de localisation).

### **1.6.2 Jeu basé sur la localisation(LBG):**

En règle générale, LBG cartographie les environnements du monde réel dans un monde virtuel, où les joueurs doivent se déplacer dans la vie réelle pour explorer le monde virtuel et accomplir des tâches liées au jeu lui-même (Maia et al.2017). Les cartes, tâches et autres contenus présentés sur les appareils mobiles sont adaptés à l'emplacement du lecteur. Selon les objectifs du jeu, les joueurs peuvent collecter des objets virtuels, tels que des armes, des munitions ou des trésors. Ces objets peuvent être utilisés pour obtenir des avantages dans le monde virtuel, ou même dans le monde réel. Geocaching, Ingress et Pokémon Go sont des exemples de LBG populaires.

### **1.6.3 Surveillance de la condition physique basée sur la localisation et soins de santé:**

Un autre groupe d'applications en croissance rapide se concentre sur les soins de santé, en particulier sur les exercices en plein air et la surveillance de la condition physique (par exemple, Running app, Moves et Runkeeper), la surveillance à distance de la santé soutenant les patients atteints de démence et leurs soignants lors d'errances (Herrera 2017), et la détection et la notification des situations d'urgence (par exemple détection des chutes) (Horta, Lopes et Rodrigues 2015). Pour le premier type d'application (c'est-à-dire la surveillance de la

condition physique), les techniques de jeu et les aspects de réseautage social sont souvent utilisés pour motiver et promouvoir les activités physiques et les modes de vie sains. En plus des technologies de localisation, ces applications utilisent souvent d'autres capteurs disponibles sur les smartphones, tels que les accéléromètres et les podomètres. Ces dernières années, il y a eu une tendance à combiner le LBS avec d'autres capteurs portables (par exemple pour détecter la fréquence cardiaque, la pression artérielle, le signal EEG et la température corporelle) pour le suivi de la santé et la fourniture d'informations et de services de santé personnalisés [17]

### **1.6.4 Transport LBS:**

Par tradition, le transport a été l'un des principaux domaines d'application de LBS. Les applications comprennent celles pour l'assistance au conducteur, l'information sur les passagers et la gestion des véhicules (Raper et al. 2007b). Les systèmes de navigation automobile sont probablement les applications LBS les plus populaires, qui fournissent une assistance de repérage aux conducteurs, et sont toujours améliorées avec de nouvelles fonctionnalités, telles que les informations routières en temps réel. Par exemple, Waze (<https://www.waze.com/>) fournit des informations sur le trafic et la route aux sources fournies avec les pilotes avec des supports de navigation en temps réel. LBS et les techniques de suivi n'ont pas été largement utilisées pour la gestion des véhicules et le suivi logistique. Au cours des dernières années, des applications au-delà de la navigation automobile et de la gestion des véhicules ont fait leur apparition. Par exemple, pour l'assistance à la conduite et le guidage des passagers, les applications pour trouver des places de stationnement disponibles dans la rue (par exemple, Parkbob <http://www.parkbob.com/>), un avertissement de sécurité (Y. Li, Wang et Zhang 2015), un itinéraire multimodale (Bucher, Jonietz et Raubal 2017) ont fait leur apparition. Il existe également des études utilisant le LBS pour promouvoir des comportements de mobilité plus sains, plus verts (émissions de CO2 plus faibles) et plus actifs [17]

### **1.6.5 Technologie d'assistance basée sur la localisation:**

Les LBS sont également utilisés comme technologie d'assistance pour permettre aux personnes malvoyantes et aux personnes handicapées et âgées de mener leurs activités quotidiennes de manière indépendante et de bénéficier d'une meilleure qualité de vie (Hakobyan et al. 2013). Ces systèmes d'assistance offrent des fonctions d'aide à la vie autonome, telles que la navigation personnalisée et la localisation (Stepnowski, Kamiński et

Demkowicz 2011), la détection d'obstacles (Peng et al. 2010), la perception de l'espace (Shen et al. 2008) et les achats indépendants (Eduardo et al.2017). Avec une population de plus en plus vieillissante, on peut s'attendre à ce que de plus en plus de systèmes d'assistance basés sur la localisation soient développés et utilisés à l'avenir.Ces dernières années ont également vu les domaines d'application des LBS s'étendre aux catastrophes et aux situations d'urgence (Choy et al.2016), en soutenant les citoyens. Implications dans la société (par ex. pour la cartographie, signaler les problèmes urbains), l'éducation (apprendre sur le terrain) (Sailer et al. 2016), le divertissement (par exemple la musique) (Åman, Liikkanen et Hinkka 2015), l'assurance (Pham et al. 2016 ), la facturation (Kozlovsky, Dvorak et Krejcar 2016) et la prise en charge des processus de production dans les usines (Jo et al. 2017). Alors que la plupart des applications LBS sont développées principalement pour soutenir des utilisateurs individuels, certains chercheurs ont commencé à développer des applications LBS pour soutenir des groupes d'utilisateurs pour la résolution collaborative des tâches (Espeter et Raubal 2009), comme la recherche de moyens et la visite de musées . [17]

### **1.7 conclusion:**

Dans ce chapitre, nous avons rappelé quelques éléments concernant les principaux techniques existantes utilisées dans le LBS ainsi que les différentes applications visées. Puis, nous avons présenté les différentes techniques de LBS existantes.

Dans le chapitre suivant, nous allons présenter le problème de transporteur commercial (TSP) pour l'étude de l'application de LBS sur ce problème

# **CHAPITRE 2**

## **LE PROBLEME DU VOYAGEURS DE COMMERCE**

## 2.1 Introduction:

le problème du voyageur de commerce, Traveling Salesman Problem en anglais ou TSP pour faire court, est de trouver le circuit le moins coûteux partant d'une ville, visitant toutes les autres puis retournant à la ville de départ. En d'autres termes, il s'agit de trouver l'ordre dans lequel traverser ces villes en minimisant la distance totale parcourue.

Simple en apparence, il s'agit en réalité l'un des problèmes les plus étudiés en mathématiques informatiques, ayant inspiré des recherches en mathématiques, informatique, physique, chimie, biologie et même en neurologie, psychologie et neuropsychologie, ainsi que de la part d'amateurs attirés par son apparente simplicité. Et connaît également des applications en logistique avec les tournées de livraisons, en génétique et en neurosciences, en télécommunications, dans l'industrie pour le perçage de circuits imprimés ou pour les points de soudure, en astronomie quand il faut observer plusieurs régions du ciel et qu'il faut faire pivoter le télescope pour cela, et dans de nombreux autres domaines.

L'intérêt porté au TSP en a fait l'un des rares problèmes contemporains à intégrer la culture populaire. Son nom facile à retenir y est probablement pour quelque chose. D'ailleurs, un film est même sorti à son propos, en juin 2012, appelé "Travelling Salesman"[22].

Pour un nombre de villes égal à  $N$ , le nombre de parcours possibles est égal à:

$$(N-1)!/2 = [(N-1)(N-2)(N-3)...1]/2. \quad (1)$$

Par exemple, pour 5 villes, le nombre de parcours est égal à 12, mais pour 10, il est déjà de 181 440 et pour 20, il est d'environ  $60 \times 10^{15}$ . Supposons un ordinateur assez rapide pour évaluer un parcours en une demi-microseconde : le cas à 5 villes serait résolu en moins de 6 microsecondes, le cas à 10 villes en 0,09 secondes[23]. C'est pourquoi il est indispensable d'élaborer des techniques performantes de résolution pour trouver rapidement la meilleure solution, ou du moins une solution de bonne qualité.

## 2.2 Historique:

Les premières approches mathématiques exposées pour le problème du voyageur de commerce ont été traitées aux 19 siècles par les mathématiciens Sir (William Rowan Hamilton et Thomas Penyngton Kirkman). Hamilton en a fait un jeu : " Hamiltons Icosian game "[34] . Les

joueurs devaient réaliser une tournée passant par 20 points en utilisant uniquement les connections prédéfinies. En 1930, ce problème est traité plus en profondeur par (Karl Menger) à Harvard. Il est ensuite développé à Princeton par les mathématiciens (Hassler Whitney et Merrill Flood), une attention particulière est portée sur les connections par (Menger et Whitney) ainsi que sur la croissance de ce problème. En 1954, des solutions de ce problème pour 49 villes ont été obtenues par (Dantzig et al, 1954) par une méthode de coupe. En 1974, des Solutions pour 100 villes par (Camerini et al). En 1987, le problème à été résolu pour 532 et 2392 villes par (Padberg et Rinaldi). En 1998, des solutions ont été trouvées pour 13 509 villes des Etats-Unis. En 2001, (Applegate et al) des universités de Rice et Princeton ont résolu le problème pour les 15 112 villes d'Allemagne. En mai 2004, le problème du voyageur de commerce qui consiste à visiter chacune des 24.978 villes en Suède a été résolu : Une excursion de longueur approximativement de 72.500 kilomètres a été trouvée et on a montrée l'inexistence d'une tournée plus courte. En mars 2005, un problème de taille égale 33.810 villes a été résolu (Cook et al. 2006)[34].

### 2.3 Représentation du problème:

Pour résoudre le problème du voyageur de commerce il est utile de le représenter sous forme de graphe. Alors : Soit  $G = (S, A, p)$  un graphe non-orienté, complètement connecté, d'ordre  $n$ , tel que :

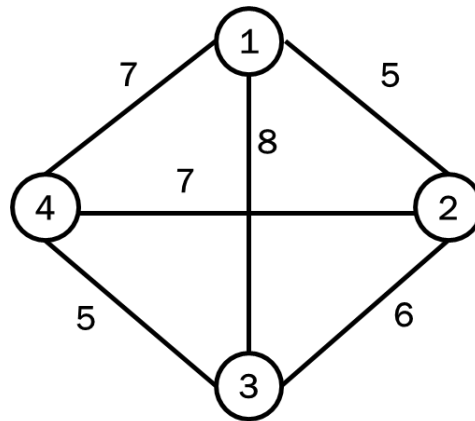
—  $S$  est l'ensemble des  $n$  nœuds ou sommets du graphe  $G$ .

—  $A$  l'ensemble des arêtes reliant chaque paire de nœuds dans  $S$ .

— Et  $p : A \rightarrow \mathbb{R}^+$  une fonction assignant à chaque  $a \in A$  un poids  $p(a)$ . L'objectif est de trouver un cycle ou circuit Hamiltonien de poids minimal.

un exemple de graphe à 4 sommets est citer dans la figure 2.1[24]:

Résoudre le problème du voyageur de commerce revient à trouver dans ce graphe un cycle passant par tous les sommets une unique fois (un tel cycle est dit « hamiltonien ») et qui soit de longueur minimale. Pour le graphe de la figure 2.1, une solution à ce problème serait le cycle 1, 2, 3, 4 et 1, correspondant à une distance totale de 23. Cette solution est optimale, il n'en existe pas de meilleure.



**Figure 2.1:** un graphe complet

Comme il existe une arête entre chaque paire de sommets, on dit que ce graphe est « complet ». Pour tout graphe, une matrice de poids peut être établie. En lignes figurent les sommets d'origine des arêtes et en colonnes les sommets de destination ; le poids sur chaque arête apparaît à l'intersection de la ligne et de la colonne correspondantes. Pour notre exemple, cette matrice est la suivante :

	0	5	8	7	
	5	0	6	7	
	8	6	0	5	
	7	7	5	0	

Dans cet exemple, le graphe est « non orienté », c'est-à-dire qu'une arête peut être parcourue indifféremment dans les deux sens, cela explique que la matrice soit symétrique. Cette symétrie n'est pas forcément respectée dans le cas d'un graphe orienté. Il existe alors deux catégories de problèmes : le cas symétrique (le poids de l'arc du sommet  $X$  vers  $Y$  est égal au poids de l'arc du sommet  $Y$  vers  $X$ ) et le cas asymétrique (le poids de l'arc du sommet  $X$  vers  $Y$  peut être différent du poids de l'arc du sommet  $Y$  vers  $X$ ).

## 2.4 TSP symétrique vs. TSP asymétrique:

Il existe deux types de TSP, le TSP symétrique (sTSP) et le TSP asymétrique (aTSP). Dans le premier, le coût pour relier une ville  $A$  vers une ville  $B$  est le même pour relier  $B$  vers  $A$ , alors que dans le second, il est permis d'avoir des coûts différents, la distance  $A \rightarrow B$  peut différer de la distance  $B \rightarrow A$ , ce qui peut par exemple se produire sur une carte routière contenant des voies à sens unique ou des voies plus encombrées dans un sens que dans l'autre.

En théorie des graphes, cela se traduit par :

$$\text{TSP symétrique : } \forall s, s' \in S, p(s, s') = p(s', s). \quad (2)$$

$$\text{TSP asymétrique : } \exists(s, s'), \text{ tel que : } p(s, s') \neq p(s', s). \quad (3)$$

Un TSP asymétrique peut être réduit vers un TSP symétrique en doublant à peine la taille du problème sans que cela ne change le TSP à résoudre [20]. Dans ce qui suit nous ne considérerons donc que le cas du TSP symétrique pour faciliter la recherche.

## 2.5 Classification des méthodes de résolution du TSP:

Il existe principalement, deux classes des méthodes pour la résolution du problème du voyageur de commerce. Une classe dite exacte, dont les méthodes résolvent le problème à l'optimalité, mais jusqu'à présent tous les algorithmes de cette classe arborent des complexités exponentielles. Et une classe dite approchée, dont le but est de fournir rapidement des tours de bonne qualité, dont le coût ne dépasse pas trop celui d'un tour optimal [21].

### 2.5.1 Méthodes exactes:

Il existe plusieurs méthodes dans la littérature, pour plus des informations, le lecteur peut se référer à la documentation [30]. Dans ce paragraphe nous allons citer quelques-unes seulement afin de bien expliquer cette approche.

#### 2.5.1.1 Méthode de Procédure par Séparation et Évaluation(PSE) :

Pour le problème du voyageur de commerce, l'une des méthodes exactes les plus classiques et les plus performantes reste la Procédure par Séparation et Évaluation (PSE). Cette méthode repose sur le parcours d'un arbre de recherche. Dans un chemin de cet arbre, le premier nœud représente la ville de départ, son successeur la deuxième ville visitée, puis la troisième ville visitée, etc. À chaque étape de l'algorithme, on crée autant de nœuds qu'il reste de villes à visiter. À chaque nœud, le choix consiste à sélectionner la prochaine ville à visiter parmi les villes restantes. Ainsi, voici l'arbre de recherche pour l'exemple présenté dans la figure 2.2.



somme des poids des arêtes déjà sélectionnées dans le cycle avec la somme des  $x$  plus petits poids parmi les arêtes restantes,  $x$  étant le nombre d'arêtes manquantes dans le cycle en cours de construction. À partir d'un nœud et de sa borne inférieure, les solutions descendantes de ce nœud ne pourront pas avoir une valeur plus petite que cette borne inférieure. Si jamais, à un nœud donné, la valeur de la borne inférieure excède la valeur de la borne supérieure, alors il est inutile d'explorer les nœuds en dessous de celui-ci. Enfin, la valeur de la borne supérieure peut être actualisée lorsqu'est trouvée une solution réalisable qui possède une valeur plus petite. Ce système de calcul de bornes demande un faible coût en temps de calcul et permet d'augmenter la rapidité de la PSE, puisqu'elle coupe les branches inutiles à explorer.

Les chercheurs ont mis au point différentes techniques pour diminuer la taille de l'arbre et augmenter la rapidité de la PSE. Certaines sont basées sur le choix de l'ordre de visite des villes. Ainsi, une stratégie de recherche qui fonctionne bien pour fixer l'ordre de visite des villes est la règle du plus proche voisin : au nœud correspondant à une ville donnée, la recherche du prochain nœud, c'est-à-dire de la prochaine ville à visiter, commencera par le nœud le plus proche de celui considéré. Elles peuvent aussi reposer sur une évaluation à chaque nœud, ou encore sur des propriétés du problème qui permettent de tirer des conclusions au sujet de certaines villes ou sur des sous-ensembles de villes. C'est une telle démarche qui a été utilisée pour la niveau expert de l'applet[24].

### 2.5.1.2 Méthode par Programmation linéaire en nombres entiers:

L'examen des techniques de résolution linéaire sur le problème du TSP est intéressant d'un point de vue historique, car les méthodes de programmation linéaire ont été bâties pour ce problème en particulier.

Ainsi, pour résoudre un problème de TSP en utilisant la modélisation linéaire, on est amené à développer un arbre de recherche en posant des points de choix sur les valeurs des variables qui sont fractionnaires dans la solution optimale courante. A chaque nœud de cet arbre, on rajoute des contraintes au programme linéaire courant. De multiples algorithmes peuvent être obtenus suivant le nombre de contraintes rajoutées à chaque iteration [30].

Si l'on se contente de rajouter la contrainte d'affectation de la variable du point de choix, on obtient la version la plus simple d'algorithme de *branch and bound*[30].

### 2.5.1.3 Méthode par Programmation dynamique:

La programmation dynamique est une technique générale de résolution exacte de problèmes d'optimisation qui consiste à énumérer les solutions du problème. Cependant, contrairement à la programmation par contraintes qui énumère de manière *implicite* l'ensemble des solutions, et évite de les générer toutes en rejetant des ensembles de solutions pour lesquels on prouve que la valeur de la fonction objective ne sera pas assez intéressante, la programmation dynamique, elle, procède à une énumération explicite de l'ensemble des solutions. Quand la programmation par contraintes s'efforce de propager de manière aussi efficace que possible les contraintes pour couper autant que possible l'arbre de recherche et est ainsi parfois amenée à faire des calculs lourds à chaque nœud de l'arbre, la programmation dynamique prend le contre-pied de cette approche et cherche à factoriser autant que possible les calculs pour faire le minimum de travail possible à chaque étape et éviter tout raisonnement redondant. La programmation dynamique n'énumère ainsi pas toutes les solutions séparément les unes des autres, mais filtre l'ensemble des solutions pour énumérer des groupes de solutions. Il s'agit ainsi d'une énumération factorisée et complète.

Pour trouver une formulation par récurrence du TSP, on ouvre le cycle et on appelle chaîne Hamiltonienne tout chemin passant une et une seule fois par chaque sommet. Soit alors  $V = \{0, \dots, n\}$  et soit 0 le dépôt, pour  $x \in \{1, \dots, n\}$  et  $S \subseteq \{1, \dots, n\}$ ,  $x \notin S$ , on note  $f(S, x)$  la longueur de la plus petite chaîne Hamiltonienne partant du dépôt, visitant tous les sommets de  $S$  et terminant en  $x$ .  $f$  peut être calculée par une fonction de récurrence :

$$f(S, x) = \min_{y \in S} (f(S - \{y\}, y) + d(y, x)) \quad [30] \quad (4)$$

et la valeur du tour optimal est  $f(\{1, \dots, n\}, 0)$ . Le calcul du tour optimal nécessite de stocker  $n2^n$  valeurs de  $f$  (on est en effet amené à considérer les  $2^n$  parties de  $\{1, \dots, n\}$  pour le premier argument et toutes les valeurs de  $\{1, \dots, n\}$  pour le second). L'utilisation astucieuse de la formule de récurrence permet ainsi de diminuer la complexité par rapport à une énumération naïve des  $n!$  solutions possibles). Si l'on stocke ces valeurs dans un tableau d'entiers, en utilisant un codage binaire (par vecteur de bits) de  $S$ , alors, on peut remplir le tableau en le parcourant par index croissants (le codage étant croissant pour l'inclusion d'ensembles, quand on veut remplir  $f(S, x)$ , les valeurs de  $f$  pour tous les sous ensembles de  $S$  ont déjà été calculées et on peut appliquer la formule de récurrence) [30].

### 2.5.2 Méthodes approchées:

Dans le cas d'un nombre de villes si grand que même les meilleures méthodes exactes nécessitent un temps beaucoup trop long de résolution, le problème sera NP-Hard, d'où des méthodes approchées, ou algorithmes d'approximation, sont utilisées.

Ces derniers algorithmes permettent d'obtenir en un temps très rapide de bonnes solutions, pas nécessairement optimales, mais d'une qualité suffisante.

Étant donné que le problème du voyageur de commerce a été, et continue à être largement étudié du fait de sa complexité et du nombre important de problèmes dérivés, il existe de nombreux algorithmes d'approximation. Chacun a ses avantages et ses inconvénients. La méthode retenue ne sera pas la même selon que l'on privilégie le temps de calcul, la qualité de la solution, ou encore le choix entre plusieurs solutions nous mentionnons ce qui suit[24]:

#### 2.5.2.1 Algorithmes Gloutons:

Une famille de méthodes est celle des algorithmes gloutons, dont l'un des plus connus est la méthode **par insertion**. L'idée est la suivante : le parcours du voyageur de commerce est construit pas à pas en y insérant de nouvelles villes. À un instant donné de l'algorithme, un certain cycle de villes a été construit. L'étape suivante consiste à insérer une ville supplémentaire dans le cycle de manière optimale, c'est-à-dire qu'elle augmente au minimum la longueur totale du cycle. À l'étape initiale de l'algorithme, le parcours de voyageur est composé de deux villes, la ville de départ et celle qui en est la plus proche. L'algorithme se termine lorsque toutes les villes à visiter ont été insérées. Cependant, même si l'insertion d'une ville dans le cycle est optimale et rapide à calculer, la solution finale n'est pas nécessairement optimale, mais elle est obtenue rapidement.

Voici les étapes de l'algorithme gloutons pour TSP itinérant:[25]

- Étape 1: entrez la matrice de distance,  $[D_{ij}]$   $i = 1, 2, 3, \dots, n$ , où  $n$  est le nombre de nœuds dans le réseau de distance.
- Étape 2: sélectionnez au hasard une ville de base, que ce soit  $X$  et supprimez la colonne  $X$  de la matrice de distance
- Étape 3: incluez  $X$  comme première ville de la visite.

- Étape 4: dans la ligne X, recherchez l'entrée de cellule de matrice la moins non supprimée et identifiez la colonne correspondante (rompre le lien au hasard), que cette colonne soit Y.
- Étape 5: inclure Y comme prochaine ville à visiter dans la visite.
- Étape 6: supprimez la colonne Y de la matrice de distance.
- Étape 7: Vérifiez si toutes les colonnes de la matrice de distance sont supprimées. Si oui, passez à l'étape 9: sinon passez à l'étape 8.
- Étape 8: Réglez  $X = Y$  et passez à l'étape 4.
- Étape 9: inclure la première ville comme dernière ville dans la visite.
- Étape 10: répertoriez les villes de la visite ainsi que la distance totale correspondante.

### 2.5.2.2 Plus proche voisin:

L'algorithme **du plus proche voisin**, qui peut lui aussi être considéré comme un algorithme glouton, est également simple. La première étape repose sur le choix aléatoire d'une première ville, et les étapes suivantes consistent à se déplacer de ville en ville en appliquant la règle du plus proche voisin, c'est-à-dire en sélectionnant la prochaine ville telle que le poids entre la ville courante et la prochaine ville soit minimal, et ce, jusqu'à avoir visité toutes les villes. Il faut enfin revenir à la première ville choisie, pour obtenir un cycle.

Les étapes de l'algorithme sont les suivantes [26]:

1. Sélectionnez une ville au hasard.
2. Trouvez la ville non visitée la plus proche et allez-y.
3. Reste-t-il des villes non visitées? Si oui, passez à l'étape 2.
4. Retournez dans la première ville.

Nous pouvons obtenir le meilleur résultat en exécutant à nouveau l'algorithme pour chaque sommet et en le répétant pendant n fois.

Le théorème suivant, dû à Rosenkrantz, Stearns et Lewis [16], montre que cet algorithme d'approximation peut avoir un comportement bien pire.

**Théorème:** pour toutes les instances de m-ville I du problème du voyageur de commerce avec l'inégalité du triangle,

$$NN(I) \leq \frac{1}{2} ([\log_2 m] + 1) OPT(I) \quad [26] \quad (5)$$

De plus, pour des valeurs arbitrairement grandes de  $m$ , il existe des instances de  $m$ -villes pour lesquelles

$$NN(I) > \frac{1}{3} \left( \log_2 (m + 1) * \frac{4}{3} \right) OPT(I) \quad [26] \quad (6)$$

L'importance principale de ce théorème peut être énoncée assez succinctement:  $R_{NN=\infty}$  ce n'est pas une garantie prometteuse. De sorte que,  $m \rightarrow \infty$   $NN(I) \rightarrow \infty$ ;

Les performances de l'algorithme du plus proche voisin laissent clairement beaucoup à désirer. Une modification différente de cet algorithme est proposée ci-dessous. Il est intéressant de trouver des valeurs de garantie similaires avec le théorème ci-dessus. Pour cette modification, l'algorithme NN n'est pas prometteur en théorie, mais il donne de bons résultats dans la pratique[26].

### 2.5.2.3 L'élastique:

La méthode **de l'élastique** n'est pas facile à mettre en œuvre, mais l'idée reste simple. Comme son nom l'indique, elle repose sur un élastique dont la propriété est de s'étirer tout en gardant une force l'empêchant de se détendre. Pour comprendre le principe, il suffit d'imaginer que les villes sont des points fixes distants les uns des autres en fonction des poids. Il s'agit de placer un élastique au milieu des villes et d'étirer celui-ci jusqu'à ce qu'il passe par tous ces points fixes, tout en essayant de le détendre le moins possible.

les étapes de l'algorithme sont les suivantes[27] :

1. Initialisez tous les sommets comme non visités.
2. Sélectionnez un sommet arbitraire, définissez-le comme sommet actuel  $u$ . Marquer  $u$  comme visité.
3. Découvrez le bord le plus court reliant le sommet actuel  $u$  et un sommet non visité  $v$ .
4. Définissez  $v$  comme sommet actuel  $u$ . Marquez  $v$  comme visité.
5. Si tous les sommets du domaine sont visités, alors terminez. Sinon, passez à l'étape 3.

### 2.5.2.4 Clustering:

Le TSP peut être défini comme un graphe non orienté  $G = (V, E)$  s'il est symétrique, ou comme un graphe direct  $G = (V, A)$  s'il est asymétrique. L'ensemble  $V = \{1, \dots, n\}$  est un ensemble de sommets ou nœuds,  $E = \{(i, j) : i, j \in V, i < j\}$  a ensemble d'arcs non orientés,  $A = \{(i, j) : i, j \in V, i \neq j\}$  un ensemble d'arcs dirigés.  $A$  est la matrice de coût  $C = C_{ij}$  définie sur  $E$  ou éventuellement sur  $A$ . Le coût de la matrice satisfait l'inégalité du triangle à condition que

$$C_{ij} \leq C_{ik} + C_{kj}, \text{ pour tout } i, j, k \quad (7)$$

où les sommets sont des points dans le plan  $P_i = (X_i, Y_i)$ ; et  $C_{ij}$  est la distance euclidienne calculé par (8). L'inégalité du triangle est satisfaite si  $C_{ij}$  est la longueur du chemin le plus court de  $i$  à  $j$  dans  $G$ .

$$C_{ij} = \sqrt{(x_i - x_j)^2 + (y_i - y_j)^2} \quad (8)$$

Anil, Bramel et Hertz [28] définit le CTSP en envisageant de commander les clusters pour TSP, où un vendeur itinérant commence et termine son voyage dans une ville spécifique doit visiter un ensemble de  $n$  points divisés en  $k$  clusters non connectés, les  $k$  points de cela la grappe est visitée avant les points de la grappe  $k + 1$  pour  $k = 1, 2, \dots, k - 1$  cherchant la distance de déplacement totale minimale.

Soit un graphe complet non orienté  $G = (V, E)$  où  $k + 1$  grappes notées  $C_i \subseteq V$ , pour chaque  $i = 0, 1, 2, \dots, k$ , préétablies. On suppose que  $C_i \cap C_j = \emptyset$  pour tout  $1 \leq i, j \leq k, i \neq j$  et  $C_0$  est désigné comme un nœud unique  $0 \in V$  et peut être un dépôt  $C_0 = 0$ . Le CTSP cherche à déterminer la distance minimale de agent de voyage de banlieue commençant et se terminant dans la même ville et visitant chacun d'eux, qui sont appelés  $V$  et sont dans un sens. Pour résoudre ce problème, Phientrakul [28] a proposé une technique appelée  $k$ -means, pour regrouper en grappes avec les étapes décrites ci-dessous:

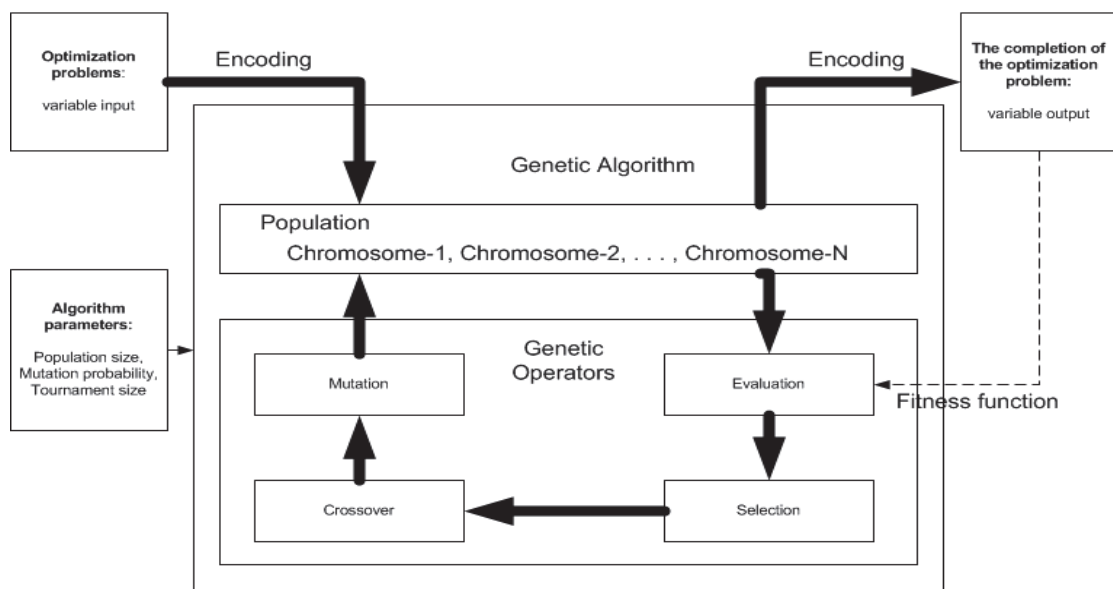
1. Choisissez une valeur entière pour  $k$ .
2. Sélectionnez arbitrairement  $k$  objets (utilisez-les comme ensemble initial de  $k$  centroïdes).
3. Affectez chacun des objets à un cluster, qui est le plus proche du centroïde.
4. Recalculez le centroïde de  $k$  grappes.
5. Répétez les étapes 3 et 4 jusqu'à ce que les centroïdes ne changent plus

Une autre technique proposée par l'auteur est appelée Gaussian Mixed Model appliquée par la distribution normale formant des grappes. Le modèle utilise l'algorithme de maximisation Hope EM [29], pour ajuster la distribution gaussienne des données. L'algorithme commence par définir le nombre de clusters  $k$  et sélectionner les paramètres  $k$  des distributions gaussiennes

$\lambda = (\mu_1, \mu_2, \dots, \mu_k, \sigma_1, \sigma_2, \dots, \sigma_k)$  où chaque grappe a une distribution de probabilité normale avec  $N$ .

### 2.5.2.5 l'algorithme génétique(GA):

John Holland a proposé l'algorithme génétique en 1975. Dans le domaine de l'intelligence artificielle, l'algorithme génétique est une heuristique de recherche qui imite le processus de l'évolution naturelle. L'algorithme génétique appartient à la classe des algorithmes évolutionnaires. Les GA commencent par diverses solutions aux problèmes qui sont encodées en population, une fonction de fitness est appliquée pour évaluer la fitness de chaque individu, après quoi une nouvelle génération est créée à travers le processus de sélection, de croisement et de mutation. Après la fin de l'algorithme génétique, une solution optimale est obtenue. Si la condition de terminaison n'est pas satisfaite, l'algorithme continue avec une nouvelle population [31]. L'algorithme génétique global simple présenté sur la figure 2.3.



**Figure 2 3:** structure de L'algorithme génétique global simple [32]

- Représentation :

Plusieurs méthodes de représentation ont été proposées pour représenter un problème de TSP comme une représentation binaire, matricielle et de chemin. La représentation du chemin est probablement la représentation la plus évidente d'une tournée sur TSP .

- **Initialisation:**

Dans cette étape, une population initiale est générée à partir d'une sélection aléatoire de solutions (chromosomes). La performance de l'algorithme génétique est influencée par la taille de la population si le problème devient plus difficile, alors la taille de la population devrait augmenter .

- **Évaluation:**

Après la population initiale, pour améliorer les solutions, chaque chromosome de la population est évalué en utilisant la fonction fitness. La fonction fitness que nous utilisons est inverse de la fonction objectif. De cette façon, nous pouvons trouver le meilleur chromosome qui correspond au chemin le plus court.

- **Sélection:**

La sélection du processus consiste à choisir deux parents dans la population pour un processus de croisement ultérieur. La sélection de tournois est utilisée pour cette section, en raison de son efficacité et de sa simplicité de mise en œuvre .

- **Crossover:**

Le croisement est le processus qui imite l'accouplement entre deux chromosomes dans le but de produire une progéniture. Une nouvelle progéniture est générée via le croisement de l'ordre (OX) de deux parent chromosomes. OX est utilisé pour effectuer la représentation chemin / permutation, car OX concerne plutôt les permutations circulaires .

- **Mutation:**

La fonction de la mutation est d'ajouter la diversité de la population et d'empêcher les chromosomes de tomber dans les minima locaux . L'implémentation actuelle utilise une mutation d'échange. Qui sélectionne au hasard deux gènes d'un chromosome et les échange. Après avoir créé une nouvelle population par croisement et mutation, il y a un grand chance, que nous perdions le meilleur chromosome . C'est pourquoi la méthode d'élitisme (sélection d'élite) est utilisée. L'élitisme a pour principal objectif de déterminer les meilleurs individus et de les copier immédiatement vers la génération suivante.

- Condition de résiliation:

La condition de terminaison est le critère utilisé pour arrêter le processus évolutif.

Lorsque le processus évolutif a atteint la période de temps maximale, arrêtez-vous.[32]

Simple GA de TSP[33] :

```
// xy est une matrice ville-localisation
t ← 1 // t est les itérations actuelles
initialiser Pop (t) avec N chromosomes Popi (t) // N est la taille de la pop
alors que non (condition de fin) faire
pour i ← 1 à N faire
fi ← f (Popi (t)) // f est la fonction fitness
pour i ← 1 à N faire
NewPopi (t + 1) ← choisissez aléatoirement Popi (t) ∈ Pop (t) avec pj = fj / ∑k=1n fk
CrossPop (t + 1) ← recombiner (NewPop (t + 1)) avec Pc
// Pc est la probabilité de croisement
MutPop (t + 1) ← muter (CrossPop (t + 1)) avec Pm // Pm est la probabilité de mutation
Pop (t + 1) ← MutPop (t + 1)
t ← t + 1
```

## 2.6 Conclusion:

Dans ce chapitre, nous avons fait un état de l'art sur le problème du voyageur de commerce. Pour ceci, nous avons défini le problème TSP, donné un bref historique et présenté les différentes catégories des algorithmes utilisés ainsi que présentés, pour chaque catégorie, quelques méthodes les plus populaires issues de la littérature des travaux.

Dans le chapitre qui suit, Nous allons présenter notre travail qui vise à utiliser les services LBS dans le problème TSP. Pour implémenter le problème TSP, nous avons utilisé la méthode de l'algorithme génétique qui représente un des méthodes les plus célèbre et efficace dans le traitement des problème NP-Hard.

# **CHAPITRE 3**

## **CONCEPTION ET REALISATION**

### 3.1 Introduction:

Dans ce chapitre, nous allons présenter la conception ainsi que la réalisation de notre travail qui consiste à utiliser les services basées localisation (Location Based Services (LBS)) dans le problème du voyageur de commerce (TSP).

### 3.2 Environnement de travail:

Dans ce qui suit, les différents outils que nous avons utilisés pour la réalisation de notre travail.

#### 3.2.1 Android Studio:



**Figure 3.1:**Android studio

Android Studio est l'environnement de développement officiel pour le développement d'applications Android. Il a été créé par Google et publié en 2014, et il a remplacé l'outil de développement d'Eclipse (ADT). Il est disponible gratuitement sous licence Apache.

Android occupe environ 71% du marché des applications mobiles. La majorité de ces applications sont codées en Java. Parmi ces fonctionnalités principales

- Une exécution instantanée des modifications du code dans l'application en cours d'exécution

- Un émulateur riche qui permet de simuler des applications pour des appareils mobiles ou même des smart TV
- Firebase Messaging et Google Endpoints pour l'intégration au cloud. [35]

### 3.2.2 JAVA:



**Figure 3.2:** JAVA

Java est le langage le plus utilisé dans le développement sous Android. Il a l'avantage de la grande portabilité sur différents systèmes d'exploitation, Windows, Linux, Mac OS, ou autre. Avec un environnement de développement comme Android Studio, on peut créer des applications mobiles plus complexes.

### 3.2.3 JSON:



**Figure 3.3:** JSON

JSON (JavaScript Objet Notation) est un langage léger d'échange de données textuelles. Pour les ordinateurs, ce format se génère et s'analyse facilement. Pour les programmeurs, il est pratique à écrire et à lire grâce à une syntaxe simple et à une structure en arborescence. JSON permet de représenter des données structurées (comme XML par exemple).

### 3.3 APIs:

Une API (Application Programming Interface) consiste en un code qui permet à deux programmes logiciels de communiquer. Côté développeur, l'API définit la manière de rédiger un programme qui sollicite des services auprès d'un système d'exploitation ou d'une autre application. Les API sont mises en œuvre au moyen d'appels de fonction, constitués de verbes et de noms. La syntaxe requise est décrite dans la documentation de l'application appelée.

Puisque nous devons utiliser la distance entre les stations, nous allons donc utiliser deux API et plus de l'API du Map tel qu'il est présenté dans la figure 3.4. Ces deux APIs sont:

- Distance Matrix API: est un service qui fournit la distance et le temps de déplacement pour une matrice d'origines et de destinations. L'API renvoie des informations basées sur l'itinéraire recommandé entre les points de début et de fin, tel que calculé par l'API Google Maps, et se compose de lignes contenant les valeurs de durée et de distance pour chaque paire.
- Directions API: est un service qui calcule les directions entre les emplacements. Vous pouvez rechercher des itinéraires pour plusieurs modes de transport, y compris le transport en commun, la conduite, la marche ou le vélo.

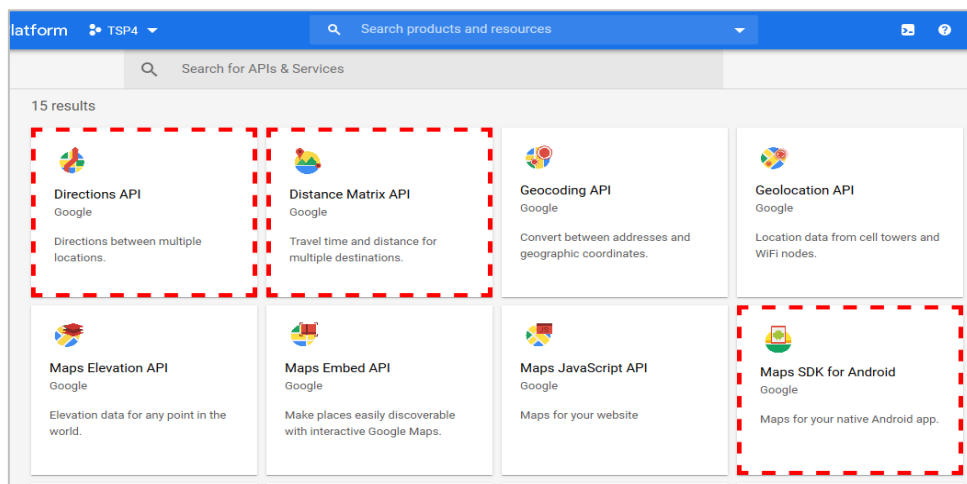
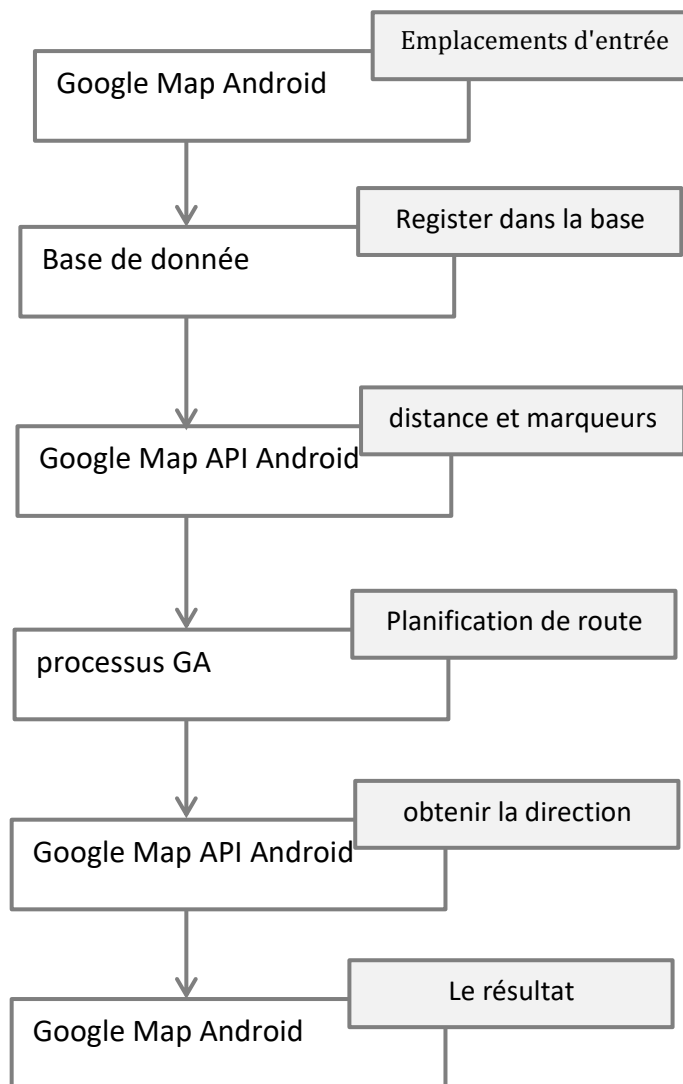


Figure 3.4: page d'activation les APIs



### 3.4 Conception de travail:

Notre solution vise à implémenter une application mobile qui utilise le LBS pour résoudre le TSP afin d'obtenir l'itinéraire optimal sur Google Maps dans Android OS. Pour ceci, nous avons utilisé Google Maps pour enregistrer ou appeler les stations s'ils ont déjà enregistré et les affichés dans la carte, puis l'algorithme GA sera exécuté en utilisant les APIs qu'on a déjà expliqué, puis en fin le resultat de l'exécution sera affiché dans la carte. Les différentes étapes de notre application sont présentées dans la figure 3.6.



**Figure 3.6:** les étapes de notre application

### 3.4.1 Emplacements d'entrée:

Tout d'abord, l'utilisateur sélectionne toutes les stations auxquelles il souhaite accéder via Google Map puis il les ont enregistrer. Il faut oter que si les statios sont déjà enregistrés, il faut simplement les fait appeler.

### 3.4.2 Register dans la base:

Deuxièmement, les stations sont stockées dans la base de données comme suit(tableau 1):

Id_station	Cordonné X	Cordonné Y
M'sila	35.702028	4.544826
Boussada	35.207589	4.164424
.....	.....	.....

**Tableau 1:**Base de donnée des stations

### 3.4.3 Distance et Marqueurs:

Après avoir attribué tous les points (stations), la matrix API de distance entre en jeu, telle que nous faisons passer les points comme suit:

<https://maps.googleapis.com/maps/api/distancematrix/json?units=imperial&origins=point1|point2|.....|pointN&destinations= point1|point2|.....|pointN&key=Clé>

Supposons que nous ayons trois villes, par exemple {M'sila, Ain El hadjel, Bousaada}. Nous voulons rechercher la matrice de distances, à travers Distance Matrix API Nous pouvons trouver les distances entre les villes via le lien suivant:

<https://maps.googleapis.com/maps/api/distancematrix/json?units=imperial&origins=Msila|Ain+El+hadjel|Boussada&destinations=Msila|Ain+El+hadjel|Boussada &key=Clé>

### 3.4.4 Planification de route

#### 3.4.4.1 Matrice de distances:

Lors de l'analyse JSON nous extrayons matrice de distance comme suit(Tableau 2):

	Point1	Point2	.....	PointN
Point 1	0	D12	.....	D1N
Point2	D21	0	.....	D2N
.....	.....	.....	0	.....
pointN	DN1	DN2	.....	0

**Tableau 2:**Matrice de distance

Tell que D la distance donc nous utiliserons l'algorithme génétique comme technique d'optimisation

L'exemple précédent peut nous donner le résultat suivant(Tableau 3):

	M'sila	Ain El hadjel	Bousaada
M'sila	0	68558	68526
Ain El hadjel	68558	0	62850
Bousaada	68526	62850	0

**Tableau 3:**Matrice de distance de 3 stations précédent

#### 3.4.4.2 Algorithme GA:

L'algorithme génétique hybride prenant un ensemble de données (matrice de distance) pour obtenir la distance utilisée dans le processus d'évaluation.

Supposons que nous ayons 9 stations:{1,2,3,4,5,6,7,8,9}

1- Initialisation :

Nous créons d'abord population(chromosomes) telle que nous choisissons aléatoirement ensemble de solutions comme suit:

$$C1=\{1,3,2,9,8,7,6,5,4\}.$$

$$C2=\{9,3,4,2,1,7,6,5,8\}.$$

.....

$$CN=\{2,3,1,9,4,8,7,5\}.$$

Telle que C le chromosome et N la taille de population

2- Fitness:

Cette fonction est utilisée pour sélectionner les parents Ici, nous sélectionnons au hasard un groupe de chromosomes par exemple:

$$C1=\{2,3,4,5,6,7,8,1,9\}$$

$$C2=\{6,1,2,9,8,7,4,5,9\}$$

$$C3=\{4,9,1,2,3,6,7,8,5\}$$

fittest Est la valeur de la longueur du chemin. dans le groupe d'éléments nous choisissons le chromosome qui contient la plus petite valeur de fittest.

3- Crossover:

Cette fonction capable de produire un itinéraire valide est le croisement ordonné. Dans cette méthode de croisement, nous sélectionnons un sous-ensemble du premier parent(Figure 3.7), puis ajoutons ce sous-ensemble à la progéniture. Toutes les valeurs manquantes sont ensuite ajoutées à la progéniture(Figure 3.8) du deuxième parent afin qu'elles soient trouvées. Pour rendre cette explication un peu plus claire, considérons l'exemple suivant:

1	2	3	4	5	6	7	8	9
9	8	7	6	5	4	3	2	1

**Figure 3.7:** Parents

					6	7	8	
9	5	4	3	2	6	7	8	1

**Figure 3.8:** progéniture

Ici, un sous-ensemble de la route est tiré du premier parent (6, 7, 8) et ajouté à la route de la progéniture. Ensuite, les emplacements de route manquants s'ajoutent dans l'ordre à partir du deuxième parent. Le premier emplacement dans l'itinéraire du deuxième parent est 9, ce qui n'est pas dans l'itinéraire de la progéniture, il est donc ajouté dans la première position disponible. La position suivante dans la route des parents est 8, qui est dans la route de la progéniture, donc elle est ignorée. Ce processus se poursuit jusqu'à ce que la progéniture ne contienne plus de valeurs vides. S'il est correctement mis en œuvre, le résultat final devrait être une route qui contient toutes les positions que ses parents ont faites sans aucune position manquante ou dupliquée.

#### 4- Mutation:

la méthode de mutation ne devrait être capable de mélanger l'itinéraire, elle ne devrait jamais ajouter ou supprimer un emplacement de l'itinéraire, sinon elle risquerait de créer une solution invalide. Un type de méthode de mutation que nous pourrions utiliser est la mutation par échange.

Avec la mutation d'échange, deux emplacements sur la route sont sélectionnés au hasard, puis leurs positions sont simplement échangées. Par exemple, si nous appliquons la mutation swap à la liste suivante, [1,2,3,4,5], nous pourrions nous retrouver avec,

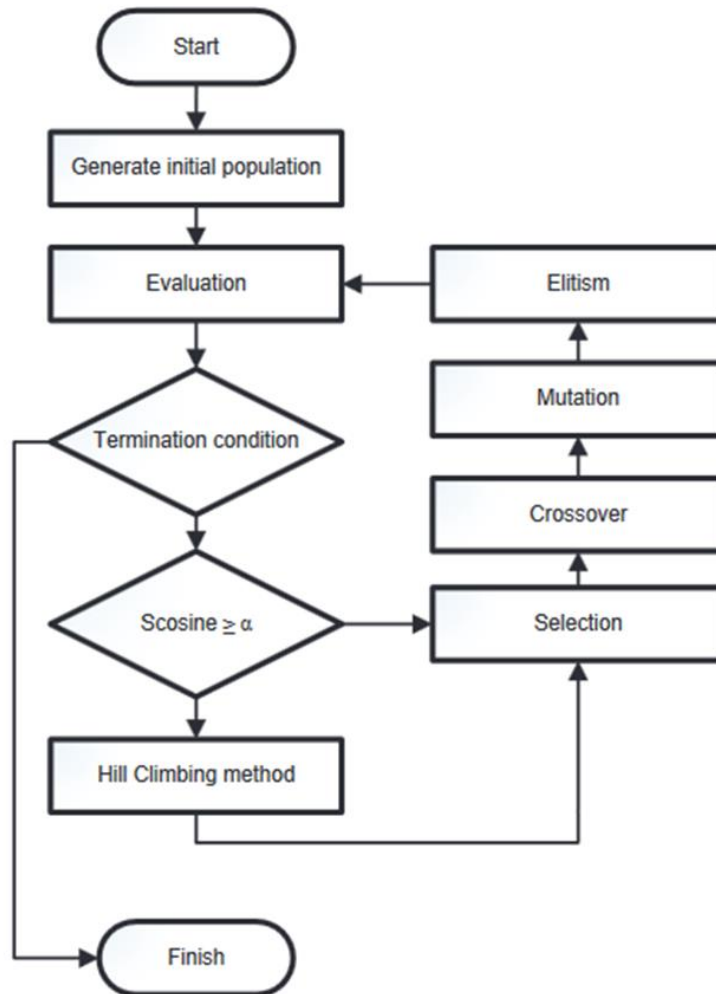
[1,2,5,4,3]. Ici, les positions 3 et 5 ont été changées, créant une nouvelle liste avec exactement les mêmes valeurs, juste un ordre différent. Étant donné que la mutation de swap consiste uniquement à échanger des valeurs préexistantes, elle ne créera jamais une liste dont les valeurs sont manquantes ou en double par rapport à l'original, et c'est exactement ce que nous voulons pour le TSP.

1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	2	8	4	5	6	7	3	9

**Figure 3.9:** Chromosome avant et après mutation

5- Nous répétons ces étapes plusieurs fois jusqu'à atteindre la génération qui contient la solution requise.

Une forme générale de toutes les étapes de l'algorithme génétique(Figure 3.10):



**Figure 3.10:** Flux de travail de GA

### 3.4.5 Obtenir le direction:

Après avoir extrait la distance la plus courte sous la forme d'une liste de points nous utilisons donc Directions API pour tracer le chemin comme suit:

- Nous envoyons deux points {point1,point2} via le lien <https://maps.googleapis.com/maps/api/directions/json?origin=point1&destination=point2&sensor=false&mode=driving&key=clé>.
- La réponse sous format JSON (Figure 3.11) qui contient ligne poly

```

▼ geocoded_waypoints:
  ▼ 0:
    geocoder_status: "OK"
    place_id: "ChIJP43GBdT4iBIRNmCv5KpeR_w"
    types:
      0: "route"
  ▼ 1:
    geocoder_status: "OK"
    place_id: "ChIJdZxkfMwzixIRKtcpNTFLDe4"
    types:
      0: "route"
▼ routes:
  ▼ 0:
    ▶ bounds: {}
    ▶ copyrights: "Map data ©2020"
    ▶ legs: []
    ▼ overview_polyline:
      ▼ points: "ck}uEwikQtXuTbs}MlBq@SgAc@_FBwBgBiH:
                \\uIeu@sByk@mB{e@wAyN_DyYmOit@sBcka@
    summary: "N89"
    warnings: []
    waypoint_order: []
status: "OK"

```

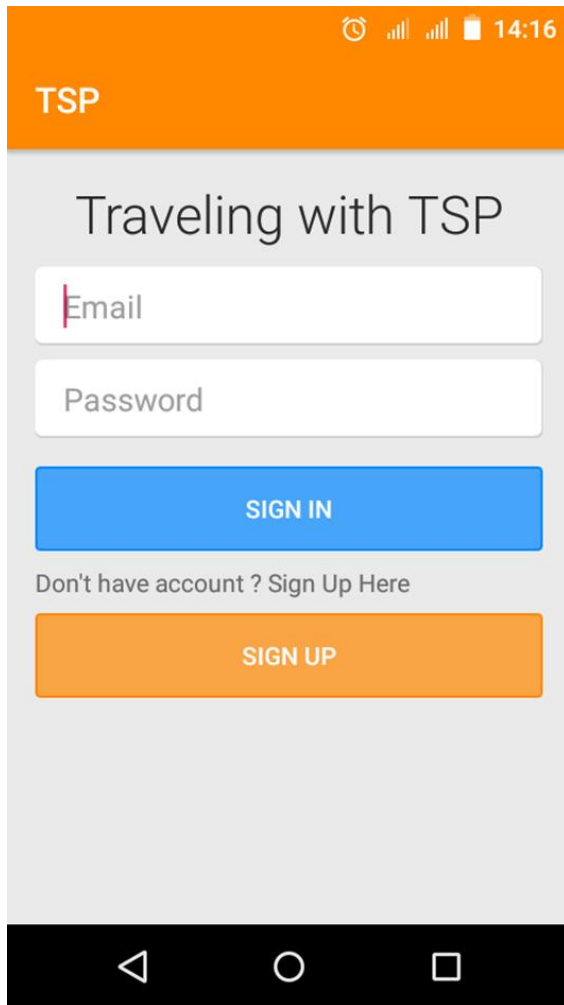
**Figure 3.11:** réponse de Directions API

### 3.4.6 Le résultat:

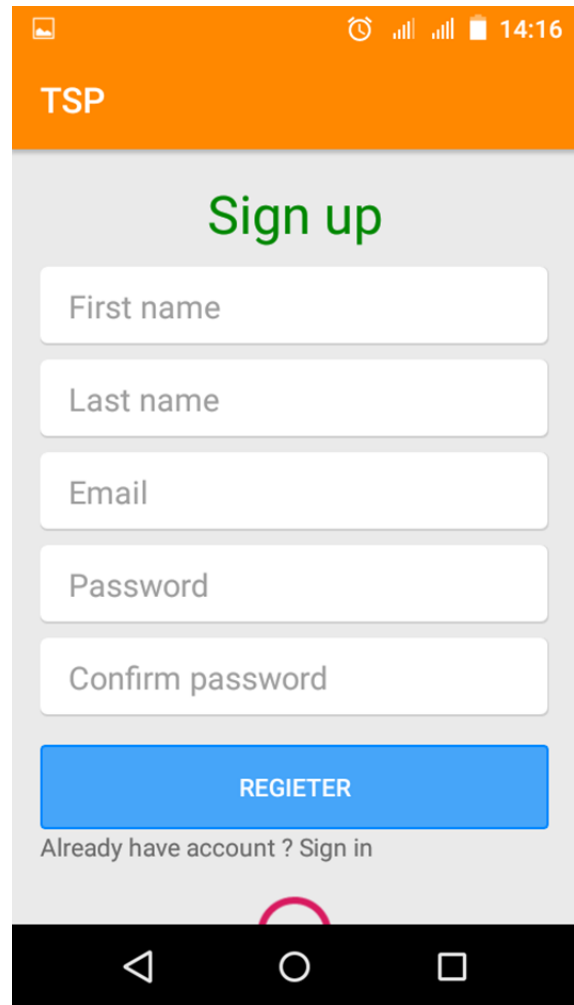
Enfin, nous dessinons le chemin sur la carte.

### 3.4.7 Exemple de notre travail:

- 1- Écran de connexion: (Figure:3.12)
- 2- Écran d'inscription: (Figure:3.13)



**Figure 3.12:** Écran de connexion



**Figure 3.13:** Écran d'inscription

3- nous avons sélectionné 8 stations {M'sila, Oulad mansor, Termount, Ain el hdjel, Boussada, Ben srour, M'cif, Magra}(Figure:3.14).

4- Obtenez le chemin le plus bas (Figure:3.15).

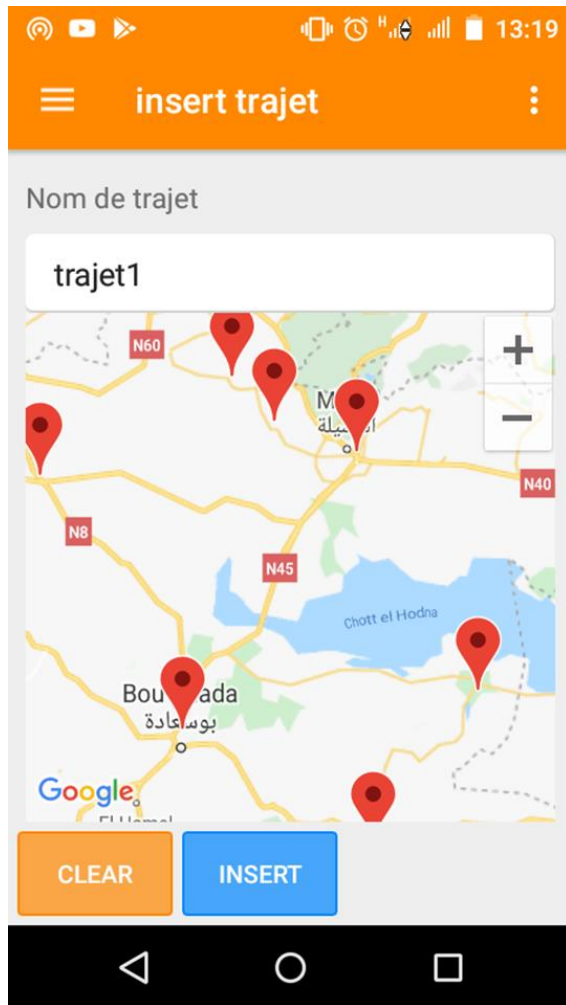


Figure 3.14: Écran d'entrée des stations

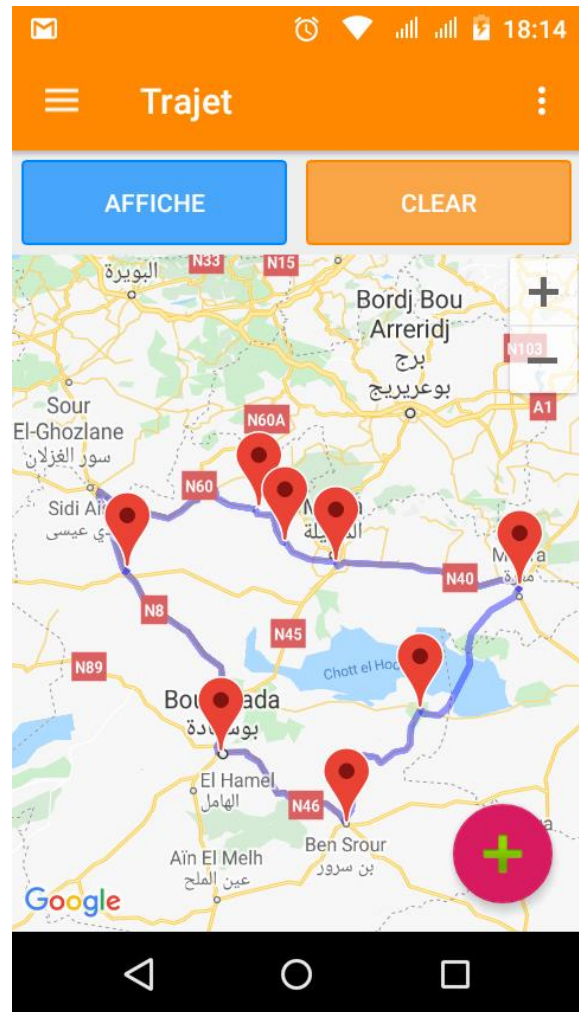


Figure 3.15: Écran d'affichage

5- et en fin, Les figures 3.16 et 3.17 montrent au véhicule comment naviguer sur le chemin:

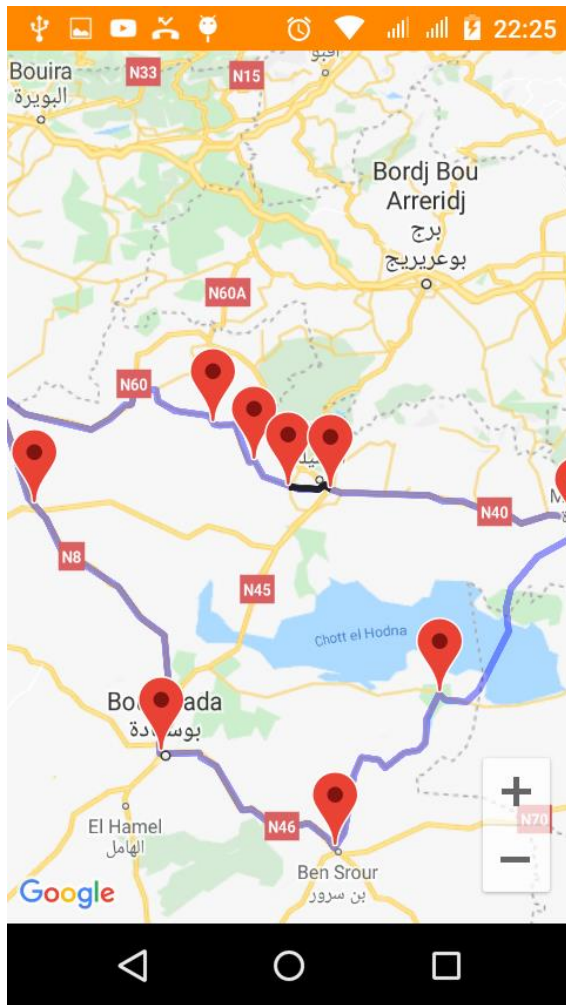


Figure 3.16: Le début du parcours du véhicule

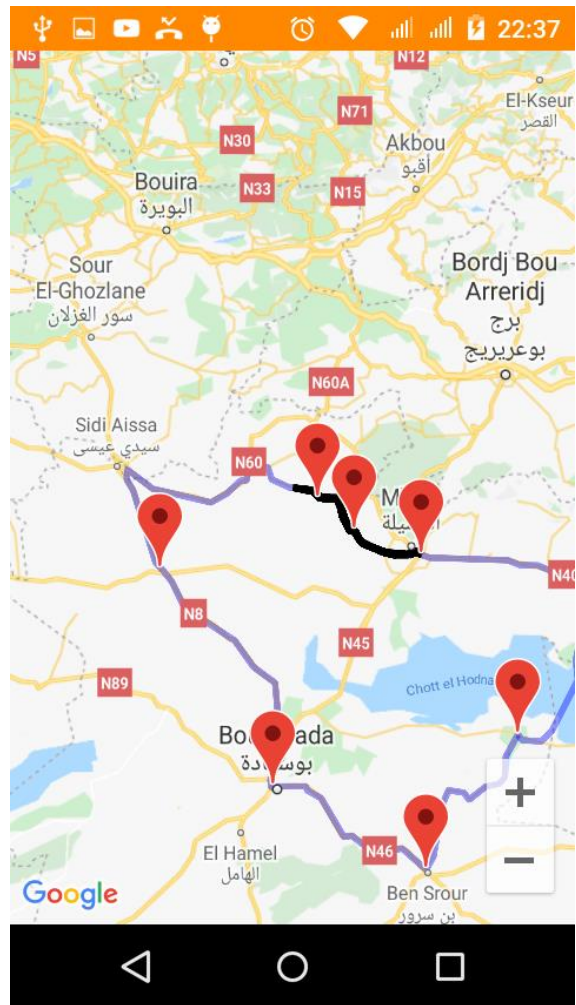


Figure 3.17: Le véhicule en itinérance

### 3.5 Conclusion:

Dans ce chapitre, nous avons présenté l'environnement de développement de notre travail, détaillé les différentes étapes de notre conception puis, en fin, démontré notre réalisation à l'aide d'un exemple.

## **Conclusion générale**

Ce travail a pour objectif d'utiliser, à nouveau, la technologie LBS qui est une technologie très importante et utilisé dans divers domaines, dans le problème de localisation présenté par le problème TSP. Nous avons étudié les deux domaines dans le premier et le deuxième chapitre respectivement, puis nous avons présenté notre travail dans le troisième chapitre. Par conséquent, nous avons créé une application Android qui permet de traiter et collecter toutes les informations géographiques nécessaires (positionnement, traçage des routes ....) en utilisant un algorithme génétique GA pour la résolution de problème de TSP, et en a démontré notre travail à l'aide d'un exemple .

Nous avons rencontré des problèmes pendant la réalisation de notre travail; d'abord, le problème de corona virus et la fermeture de l'université, en plus les difficultés techniques présentés par les faits des ressources qui sont payables ainsi que l'installation difficile de l'outil Android Studio afin de l'utiliser en ligne. Malgré toutes ces problèmes, nous avons réussi de prendre le défi et réalisé le travail demandé.

## **Bibliographie:**

- [1] Rifaat Abdalla Sultan Qaboos University ,article, "Mobile GIS and Location-Based Services (LBS) ",publication 2016,
- [2] [http://www.mobileinfo.com/LocationBasedServices/identification\\_methods.htm](http://www.mobileinfo.com/LocationBasedServices/identification_methods.htm)
- [3] Wikipedia , [https://en.wikipedia.org/wiki/Location-based\\_service](https://en.wikipedia.org/wiki/Location-based_service)
- [4] Springer International Publishing Switzerland 2016 R. Abdalla, Introduction to Geospatial Information and Communication.
- [5] Brimicombe, Allan; Li, Chao (2009-02-17). Location-Based Services and Geo-Information Engineering. John Wiley & Sons. p. 1. ISBN 978-0-470-85738-0.
- [6] Ahson, Syed A.; Ilyas, Mohammad (2011-06-03). Location-Based Services Handbook: Applications, Technologies, and Security. CRC Press. ISBN 978-1-4398-5672-7.
- [7] Gartner, Georg; Huang, Haosheng (2014-11-05). Progress in Location-Based Services 2014. Springer. p. 273. ISBN 978-3-319-11879-6.
- [8] Schiller, Jochen; Voisard, Agnès (2004-05-21). Location-Based Services. Elsevier. p. 10. ISBN 978-0-08-049172-1.
- [9] "Active Badge system, Cambridge University Computer Laboratory". Archived from the original on 2013-01-27. .
- [10] Rantalainen, Timo (1995), "Location of Mobile Station in the GSM network", Master's thesis available at Aalto University Otaniemi Main Library (P1 Ark S80).
- [11] US6370629 - Controlling Access to Stored Information Based on Location And/Or Time
- [12]<https://www.companeo.com/geolocalisation-de-vehicules/guide/type-geolocalisation-vehicule>
- [13] CLAUDE GUEDAT, OLIVIER BRETTE, « systèmes de géolocalisation », cours, janvier 2010.
- [14] RENAL Paul TATSO, « Intégration d'un observatoire urbain sur Google Maps », mémoire de master, novembre 2011, UNIVERSITE DE DOUALA – CAMEROUN.
- [15] WILLY BEAUDEMOULIN, MAGALI CHESNE « système d'information géographique et politique foncière », conférence à Beauvais -France ,20et 21 mars 2014.
- [16]Costas Pontikakos, Thomas Glezakos and Theodore Tsiligiridis Location-based services: architecture overview.pdf

- [17] Location based services: ongoing evolution and research agenda Article (PDF Available) in Journal of Location Based Services · August 2018
- [18] university of zurich,ETH- Zurich , "fondations of location based services.pdf"
- [19] my google maps .
- [20] Ratnesh Kumar and Haomin Li. On asymmetric tsp : Transformation to symmetric tsp and performance bound. Journal of Operations Research, 1996.
- [21] mounir hammani ,memoire master "Nouvelle heuristique pour la resolution du Probleme du Voyageur de Commerce" juillet 2016 .
- [22] Douglas Vickers, Marcus Butavicius, Michael Lee, and Andrei Medvedev. Human performance on visually presented traveling salesman problems.Psychological Research, 65(1) :34–45, 2001.
- [23] James N MacGregor and Tom Ormerod. Human performance on the traveling salesman problem. Perception & Psychophysics, 58(4) :527–539, 1996.
- [24] <https://interstices.info/le-probleme-du-voyageur-de-commerce/>
- [25] samson ejim abubakar tafawa balewa university "Implementation of Greedy Algorithm in Travel Salesman Problem.pdf " September 2016.
- [26] Gozde kisilate ; On the Nearest Neighbor Algorithms for the Traveling Salesman Problem Article in Advances in Intelligent Systems and Computing · January 2013 DOI: 10.1007/978-3-319-00951-3\_11.
- [27] [https://en.wikipedia.org/wiki/Nearest\\_neighbour\\_algorithm](https://en.wikipedia.org/wiki/Nearest_neighbour_algorithm)
- [28] <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0201868>
- [29] Dempster A.P.,Laird N.M and Rubin D. Maximum likelihood from incomplete data via the EM algorithm. Journal of the Royal Statistical Society.1977;39(1):1–38.
- [30] these chap\_4 \_(TSP). pdf .
- [31] N. Kumar, Karambir, and R. Kumar, Int. J. Latest Res. Sci.Tech. 1, 98-101, (2012).
- [32] Subiyanto Subiyanto, Teguh Narwadi . An application of traveling salesman problem using the improved genetic algorithm on android google maps , Conference Paper in AIP Conference Proceedings · March 2017.
- [33] Yong Deng,1 Yang Liu,2 and Deyun Zhou1, An Improved Genetic Algorithm with Initial Population Strategy for Symmetric TSP,article.pdf , Received 18 June 2015; Accepted 9 August 2015.
- [34] Djaalab Mokhtar , Le problème du voyageur de commerce : Méthodes exactes, Méthodes approchées,page 38, these master 2017.

[35]BARROIS, Antoine.[Enligne] 17 10 2017. <https://www.supinfo.com/articles/single/6135-top-10-ide-developpeurs-java>.

### ملخص

يعد مشكل البائع المتجول (TSP) من المشاكل القديمة والتي يصعب حلها على مستوى الخرائط حيث قمنا في هذه المذكرة بإدخال خدمات LBS على TSP واستخدام الخوارزمية الجينية لإيجاد اقصر طريق يسلكه البائع المتجول لزيارة جميع المدن لكونها تستعمل في حل العديد من المشاكل المشابهة.

كلمات مفتاحية: TSP,LBS,GA

### Résumé

Le problème du voyageur de commerce (TSP) est un ancien problème difficile à résoudre au niveau des cartes, où dans cette note, nous avons entré les services LBS sur le TSP et utilisé l'algorithme génétique pour trouver le chemin le plus court que le vendeur de rue prend pour visiter toutes les villes car il est utilisé pour résoudre de nombreux problèmes similaires.

**Mots clés:** TSP,LBS,GA

### Abstract

Traveling salesman problem (TSP) is an old problem that is difficult to solve at the level of maps, where in this note we have entered the LBS services on the TSP and used the genetic algorithm to find the shortest path the street vendor takes to visit all cities because it is used to solve many similar problems.

**Keywords:** TSP, LBS, GA