



MEMOIRE
En Vue de l'Obtention de Diplôme de Master II en
Architecture
Option : Architecture urbaine

Intitulé de la recherche

L'emploi des SIG comme une plateforme pour une
gestion intelligente de la mobilité

Cas d'étude : ville d'Oran

REALISE PAR :

MR : TAHAR OUANASSE

ENCADRE PAR :

Mme KHELIFI. LAMIA

Maitre de conférence -B-

Devant le jury composé de :

Présidente : Mme Boustil Feriel **Université Saad Dahleb de Blida1**

Examinatrice: Mme Khettab Samira **Université Saad Dahleb de Blida1**

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Remerciements

Je remercie Dieu le tout puissant pour le courage et la patience qu'il m'a donné pour que je puisse terminer ce modeste travail.

J'adresse également mes remerciements les plus sincères à Mme
KHELIFI Lamia, pour son encadrement exemplaire, ses orientations, ses encouragements et ses précieux conseils.

Un grand merci à ma famille, mes amis, mes collègues, mes professeurs et tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce modeste travail.

MR OUANASSE TAHAR

Résumé :

Cette recherche s'intéresse à l'utilisation des Systèmes d'information géographique comme une plateforme pour une gestion intelligente de la mobilité, elle prend comme cas d'étude le pôle urbain de la ville d'Oran. Ainsi, l'étude s'interroge sur la manière d'arriver à une mise en place d'une gestion intelligente de la mobilité dans le nouveau pôle urbain d'Oran par le biais des systèmes d'informations géographiques (SIG) afin de pouvoir concrétiser le concept 'smart city' dans ce pôle.

Ce travail vise alors à fournir des orientations qui pourraient être utiles dans la gestion du système de transport intelligent dans cette ville. Pour ce, nous avons entrepris une simulation de l'environnement numérique à l'aide des systèmes d'information géographique, en utilisant une variété de dispositifs de détection pour pouvoir gérer les objets virtuels comme dans le monde réel pour ressortir les éléments fondamentaux liés à notre problématique ainsi la géo-conception constituera un cadre clé pour la conceptualisation, car le SIG permet d'intégrer une variété de données provenant de différentes sources et effectuées ainsi des analyses et une planification spatiale, offrant l'avantage aux services publique d'avoir une meilleur gestion des infrastructures aériennes et souterraines sans oublier l'utilisation de la 3D qui offre une simulation réaliste et d'un environnement ou une situation critique et qui pourra être résolu grâce à cette simulation.

En outre, un modèle d'analyse network a été suivi dont le but est de résoudre les problèmes de transport en utilisant des données de représentation réelle des conditions, l'analyse traite 02 questions (le plus court chemin du point 1 au point, et le chemin le plus court pour visiter plusieurs points), puis on passe aux différentes étapes d'analyse et un jeu de donnée réseau doit être créer à partir d'un jeu de classe d'entité dans une base de données ensuite on passe aux données de l'analyse et dans cette analyse on a fait un test sur une petite zone dans la Wilaya d'oran) après cela vient le model Builder qui est une application qui permet de rassembler plusieurs tâches dans un seul modèle et qui se finalise afficher le plus court chemin qui passe par tous les arrêts.

Mots clés : durable, mobilité, intelligente, SIG, gestion urbaine.

Abstract :

This research focuses on the use of Geographic Information Systems as a platform for intelligent mobility management, taking as a case study the urban pole of the city of Oran. Thus, the study examines how to implement intelligent mobility management in Oran's new urban hub through geographical information systems (GIS) in order to be able to implement the 'smart city' concept in this hub.

This work then aims to provide guidance that could be useful in managing the intelligent transportation system in this city. To do this, we undertook a simulation of the digital environment using geographic information systems, using a variety of detection devices to be able to manage virtual objects as in the real world to highlight the fundamental elements related to our problem so the geo-design will be a key framework for conceptualization, because GIS allows for the integration of a variety of data from different sources, thus carrying out analyses and spatial planning, offering the advantage to public services of having a better management of the aerial and underground infrastructures without forgetting the use of the 3D which offers a realistic simulation and an environment or a critical situation and which can be solved thanks to this simulation.

In addition, a network analysis model has been followed, the aim of which is to solve the transport problems by using data of real representation of conditions, the analysis deals with 02 questions (the shortest route from point 1 to point, and the shortest route to visit several points), then we move on to the different analysis steps and a network dataset must be created from an entity class set in a database then we move on to the analysis data and in this analysis we made a test on a small area in the Wilaya d'oran) after This comes the Builder model which is an application that allows you to gather several tasks in a single model and which ends up displaying the shortest path that goes through all stops.

Keywords : sustainable, mobility, intelligent, GIS, urban management

يركز هذا البحث على استخدام أنظمة المعلومات الجغرافية كمنصة لإدارة التنقل الذكي، مع أخذ القطب الحضري لمدينة وهران
و على هذا فإن الدراسة تدرس كيفية تنفيذ إدارة التنقل الذكي في المركز الحضري الجديد ل وهران
أنظمة المعلومات الجغرافية حتى تتمكن من تنفيذ مفهوم "المدينة الذكية" في هذا المركز.

ثم يهدف هذا العمل إلى توفير التوجيه الذي قد يكون مفيداً في إدارة نظام النقل الذكي في هذه المدينة. للقيام بذلك، قمنا بإجراء
محاكاة للبيئة الرقمية باستخدام أنظمة المعلومات الجغرافية، استخدام مجموعة متنوعة من أجهزة الكشف للتمكن من إدارة
الأجسام الافتراضية كما في العالم الحقيقي لتسليط الضوء على العناصر الأساسية المرتبطة بالمشكلة التي نتواجهها، بحيث
يكون التصميم الجغرافي إطاراً أساسياً لوضع المفاهيم، لأن نظام المعلومات الجغرافية (GIS) يسمح بدمج مجموعة متنوعة
من البيانات من مصادر مختلفة، مما يؤدي إلى إجراء التحليلات والتخطيط المكاني، توفير ميزة للخدمات العامة من خلال إدارة
ضل للبنى التحتية الجوية وتحت الأرض دون نسيان استخدام التقنية الثلاثية الأبعاد التي توفر محاكاة واقعية وبيئة أو حالة
حرجة ويمكن حلها بفضل هذه المحاكاة.

وبالإضافة إلى ذلك، تم اتباع نموذج لتحليل الشبكة، يهدف إلى حل مشاكل النقل باستخدام بيانات التمثيل الحقيقية
ويتناول التحليل سؤاليين (أقصر طريق من النقطة 1 إلى النقطة، وأقصر طريق لزيارة عدة نقاط)، ثم ننتقل إلى خطوات التحليل
المختلفة ويجب إنشاء مجموعة بيانات الشبكة من فئة وحدة في قاعدة بيانات ثم ننتقل إلى بيانات التحليل وفي هذا التحليل قمنا
على منطقة صغيرة مدينة وهران يأتي نموذج Builder الذي هو تطبيق يسمح لك بتجميع عدة مهام
في نموذج واحد والذي ينتهي بعرض أقصر مسار يمر عبر كافة نقاط التوقف.

الكلمات الرئيسية: مستدامة، تنقل، ذكية، نظام المعلومات الجغرافية، إدارة حضرية.

Table des matières :

Remerciements.....	03
Résumé.....	04
Abstract.....	05
.....	06
Table des matières.....	07
Liste des figures.....	10
Liste des tableaux.....	11
Liste des abréviations.....	12
Introduction à la thématique générale du master « architecture urbaine ».....	13

CHAPITRE 1 :« INTRODUCTIF »

1.1. Introduction générale.....	15
1.2. Problématique.....	17
1.3. Hypothèses.....	18
1.4. Objectifs.....	19
1.5. Méthodologie.....	19
1.6. Structure du Mémoire.....	20

CHAPITRE 2 : « ETAT DES CONNAISSANCES »

2.1. Introduction.....	22
2.2. Le Développement Durable Au Service De La Ville Durable.....	22
2.2.1. Contexte international.....	22
2.2.2. La planification stratégique de développement durable.....	23
2.3. La ville durable et la ‘smart City’.....	23
2.3.1. Les forces de la « ville intelligente ».....	25
2.3.2. Les limites de la « ville intelligente ».....	26
2.4. Les systèmes d’information géographique (SIG).....	26
2.4.1. Le développement du SIG.....	28

2.4.1.1.L' intégration du 3S.....	29
2.4.1.2. La combinaison de la technologie d'orientée objet et du SIG.....	29
2.4.1.3.SIG en Trois dimensions et espace-temps.....	29
2.4.1.4. Web GIS : La combinaison de l'internet avec SIG.....	30
2.4.1.5. La combinaison entre le SIG et la technique de virtuelle-réalité.....	30
2.4.1.6. La combinaison entre le SIG et le système d'expert et le réseau nerveux.....	30
2.5. L'impact de l'informatisation dans l'urbanisme.....	30
2.5.1. Le stockage des données SIG et l'application.....	32
2.5.2. L'application du SIG dans l'analyse complète et dans la prévention.....	32
2.5.3. Application du SIG dans l'analyse spatiale.....	32
2.5.4. La caractéristique dynamique et la fonction en temps réel du SIG.....	33
2.6. L'utilisation du Système d'information géographique en urbanisme.....	33
2.7. Les SIG une plateforme pour les villes intelligentes.....	33
2.8. Applications SIG pour les villes intelligentes.....	35
2.9. Application SIG dans les pays étrangers.....	36
2.10. Exemples de villes intelligentes dans le monde.....	37
2.11. Transport et mobilité.....	39
2.11.1. Du transport à une gestion intelligente de la mobilité.....	39
2.11.2. Système de transport intelligent (STI/STI).....	41
2.11.3. Objet et périmètre des ITS.....	42
2.11.4. La notion de système d'information (SI).....	43
2.11.5. Les domaines d'application des ITS.....	44
2.12. Synthèse.....	45
<u>CHAPITRE 03 : « CAS D'ETUDE »</u>	
3.1. Introduction.....	47
3.2. Présentation du contexte d'étude.....	47
3.3. Infrastructure de mobilité.....	50
3.3.1. Les types de moyens de transport.....	50
3.3.2. Les modèles de système de transport en commun.....	51
3.3.3. Les modes de transports en commun de la ville d'Oran.....	52

3.3.3.1. Les bus.....	53
3.3.3.2. TRAMWAY.....	57
3.3.3.3. Le Transport Ferroviaire : une opportunité à saisir.....	58
3.3.3.4. La proximité de l'aéroport d'Oran au projet.....	59
3.3.4. Investigation méthodologique.....	59
3.3.4.1. Applications tester.....	60
3.3.4.2. Model Builder.....	65
3.4. Rétrospective des applications et sites web développer par les START-UP Algériennes.....	68
CONCLUSION GENERALE.....	71
BIBLIOGRAPHIE.....	74

Liste des figures :

<u>Figure 1</u> : Les composantes de la Smart City (la ville intelligente comme vecteur pour le développement durable :le cas de la ville de montréal .joelle simard,2015).....	24
<u>Figure 2.1</u> : La structure du SIG. (cour gestion de projet SIG, YOUSSEF MBODJI 2018).....	27
<u>Figure 2.2</u> : La structure de SIG. (Système d'information géographique- cours et Travaux pratiques, BOUKLI HACENE Cherifa, RABAH FISSI Amina).....	27
<u>Figure 3</u> : l'évolution de l'urbanisme (GIS in Sustainable Urban Planning and Management A Global Perspective , Martin van Maarseveen, Javier Martinez, and Johannes Flacke,2016).....	32
<u>Figure 4</u> : Les systèmes de transport intelligent - Production interne et Bretagne (Acceptabilité, acceptation et appropriation des Systèmes de Transport Intelligents : élaboration d'un canevas deco-conception multidimensionnelle orientée par l'activité Stéphanie Quiguer,2013).....	42
<u>Figure 5</u> : La chaîne d'information des ITS (Miles et Chen, 2006).....	43
<u>Figure 6</u> : Architecture de système de transport intelligents mis au point par la police japonaise (Japon traffic Management Technology Association, Miles et Chen 2006).....	
<u>Figure 7</u> : le contexte transfrontalier maghrébin et méditerranéen d'Oran (Etude du plan d'occupation du sol « P.O.S » -zone ouest de la ville d'Oran Communes : Oran, Es-Senia et Misserghine).....	47
<u>Figure 8</u> : Le contexte régional et métropolitain de la ville d'Oran(Etude du plan d'occupation du sol « P.O.S » -zone ouest de la ville d'Oran Communes : Oran, Es-Senia et Misserghine).....	47
<u>Figures 9.10.11.12</u> : Le Front de Mer/littoral–Reconquête de la façade maritime.....	48
<u>Figures 13.14.15.16</u> : Espace Central – Réhabilitation ou Rénovation / Exurbanisation.....	49
<u>Figure 17.18.19.20</u> : Espace Péricentral /périphérie suburbaines – Densification et Extension planifiée.....	49
<u>Figure 21.22.23.24</u> : Espace Péricentral / périphérie urbaine –Densification et Extension planifiée.....	49
<u>Figure 25.26.27.28</u> : Espace Rural– Expansion urbaine et Rurbanisation.....	50
<u>Figure 29</u> : La ligne de tramway et ses stations.....	57
<u>Figure 30</u> : Tramway entre hier et aujourd'hui.....	58
<u>Figure 31</u> : arrêts de bus dans la ville d'Oran	59
<u>Figure 32</u> : Image Satellite de la ville d'Oran Institut national de cartographie et de télédétection).....	62
<u>Figure 33</u> : Image Satellite de USTO (Institut national de cartographie et de télédétection)	62

Liste des tableaux :

<u>Tableau 01</u> : Synthèse des domaines et sous-domaine de la ville intelligente (Sandra Breux et Jérémy Diaz, 2017).....	25
<u>Tableau 02</u> : Synthèse du domaine transport et mobilité (Sandra Breux et Jérémy Diaz, 2017).....	39
<u>Tableau 3</u> : Services aux utilisateurs des STI selon la classification ISO (RT14813-1 :2007), extrait de Miles et Chen (2006, p.15).....	45
<u>Tableau 4</u> : Types de moyens de transport (direction de transport)	51
<u>Tableau 5</u> : Modèles de système de transport en commun (direction de transport).....	52
<u>Tableau 6</u> : Les modes de transport en commun de la ville d’Oran (direction de transport).....	52
<u>Tableau 7</u> : Les lignes de bus (direction de transport)	53
<u>Tableau 8</u> : Les lignes utilisées uniquement par ETO.....	55
<u>Tableau 9</u> : Caractéristiques des lignes de l’entreprise ETO.....	56

Liste des abréviations :

SIG : Système d'information géographique

TIC : Technologies d'information et de communication

ODD : Objectifs de développement durable

GPS : Global Positioning System (Système de positionnement global)

BIM : Building Information Modeling (Bati immobilier modélisé)

IoT : Internet of Things

FM : Facility Management

PIB : Produit Intérieur Brut

ENR : Energies renouvelables.

UE : Union Européenne

ITS : Intelligent Transport System (système de transport intelligent)

SDAAM : Schéma Directeur d'Aménagement de l'Aire Métropolitaine.

PAW : Plan Directeur de Wilaya

PDAU : Plan Directeur d'Aménagement et d'Urbanisme

DAO : DESSIN Assisté Par Ordinateur

ETO : Entreprise de transport d'Oran

INCT : Institut national de cartographie et de télédétection

INTRODUCTIONALATHEMATIQUEGENERALEDUMASTER

« ARCHITECTURE URBAINE »

Le thème « architecture Urbaine » s'inscrit dans l'optique des études concernant le contrôle des transformations de la forme urbaine, au sein de l'approche morphologique de la ville et du territoire, ainsi que celle du contrôle de la production des formes urbaines (approche fonctionnaliste) de la ville des années 1950-70, en utilisant les modèles de l'urbanisme moderne. Il privilégie le fonds territorial comme fondement de la planification des ensembles urbains, s'appuyant sur la connaissance de la recherche urbaine qui investit actuellement le domaine des pratiques nouvelles et des instruments nouveaux de projet ainsi que les nouveaux moyens de contrôle de l'urbanisation et de ses formes.

Le Master « Architecture Urbaine » soulève tout particulièrement la problématique spécifique de la capacité des instruments d'urbanisme normatifs et réglementaires en vigueur à formuler et produire des réponses urbaines adéquates aux transformations que connaissent les villes dans leurs centres et périphéries.

Il s'agit alors d'un élément de réponse possible pour la reconquête de la fabrication de la ville face à la crise de l'objet architectural et à la crise de l'urbanisme, devenu trop réglementaire.

Les pratiques de l'urbanisme opérationnel (à finalité strictement programmatique et fonctionnaliste) nécessitent une attitude critique de la part des intervenants sur la ville : c'est l'architecture urbaine qui constituera l'apport spécifique de l'architecte dans la pratique plurielle de l'aménagement de la ville, correspondant à une nouvelle manière de penser l'urbanisme.

C'est l'alternative à l'urbanisme au travers de cette notion, qui se définit en filigrane de l'ensemble de ces propos qui nous permettront de construire une démarche de substitution au sein de laquelle l'histoire et le territoire constitueront les dimensions essentielles.

L'objectif principal du master « Architecture Urbaine » s'inscrit dans une construction théorique qui fait de l'abandon de l'utopie de la ville fonctionnelle du mouvement moderne et de l'acceptation de la ville concrète héritée de l'histoire, la référence essentielle de la démarche du master. La ville héritée de l'histoire est le contexte obligé d'inscription de l'architecture. En retour l'architecture.... Construit la ville.

I. Chapitre Introductif

1.1.Introduction générale :

L'accélération de l'urbanisation est un phénomène mondial. Selon des estimations récentes, les trente premières années du XXI^e siècle devraient se caractériser par une expansion sans précédent des zones urbaines. En 2025, environ 58 % de la population mondiale (4,6 milliards de personnes) vivra dans une zone urbaine, et ce taux atteindra 80 % pour les pays développés (L. VIEVARD. « *La ville intelligente : modèle et finalité* ». (Rapport)- FRV100 (Oct. 2014)). Le défi de l'urbanisation est considérable : surpopulation, changement climatique, qualité de l'environnement, accès à l'énergie, etc... La planification urbaine doit repenser la manière de fournir à la population les services de base et ce, de façon durable et à un coût abordable. Les zones urbaines représentent 10 % de la surface terrestre, une proportion qui ne cesse de croître. Les agglomérations consomment environ 65 % de l'énergie primaire disponible et comptent pour environ 70 % des émissions de gaz à effet de serre, essentiellement dues à la fourniture d'énergie pour l'éclairage, le chauffage, la climatisation et les transports. Un autre défi majeur attend les agglomérations urbaines : selon un récent rapport de l'Organisation Mondiale de la Santé (OMS), 92 % des populations urbaines ne respire pas un air sain. C'est pour répondre à tous ces deux défis majeurs, changement climatique et dégradation de la qualité de l'air, que devra se structurer la ville de demain. (www.ifpenergiesnouvelles.fr)

De ce fait, les villes sont constamment pressées de fournir des services de meilleure qualité et d'améliorer leurs prestations, pour :

- Rendre l'économie locale plus compétitive.
- Optimiser l'utilisation des ressources disponibles.
- Réduire les coûts et augmenter l'efficacité et la productivité.
- Remédier aux encombrements et aux problèmes environnementaux.

Ceci nous incite à tourner vers des solutions innovantes et à expérimenter diverses applications infrastructurelles cristallisées dans le concept de villes intelligentes.

La ville intelligente a vu le jour dans les mégalo-poles asiatiques comme Hong-Kong ou Singapour depuis bientôt une vingtaine d'années. De nos jours, de nombreuses villes, comme Stockholm, Rio De Janeiro ou encore Lyon se transforment, construisent et testent leurs modèles SMART. Les villes intelligentes offrent, d'une part, une opportunité de croissance substantielle dans les années à venir, et d'autre part de nombreux défis. (Les villes changent le monde ; les cahiers n° 176 de l'institut PARIS REGION ; 2019)

Les projets de villes intelligentes sont plutôt complexes et comprennent des espaces résidentiels et commerciaux reposant sur une infrastructure d'alimentation en énergie, les routes, l'eau, le drainage et les eaux usées, c'est-à-dire une ville virtuelle qui vit et qui respire. (La ville

intelligente comme vecteur pour le développement durable : le cas de la ville de Montréal Joëlle Simard, 2015)

De ce fait, le besoin d'une plate-forme technologique commune permettant l'intégration, la coordination et le fonctionnement en synergie de différents acteurs de l'écosystème de la ville intelligente est un facteur de succès essentiel.

Par ailleurs, les définitions théoriques et les manifestations pratiques de la ville intelligente (ou smart city) varient énormément d'un pays à l'autre, il reste que l'intégration des dernières technologies de l'information et de la communication soit un élément commun à toutes.

Économie, mobilité, environnement, habitants, mode de vie et administration sont les six domaines d'intelligence des villes qui doivent être améliorés par celles-ci en utilisant les dernières technologies. Une ville est considérée comme étant intelligente si celle-ci a lancé au moins une initiative visant à réaliser un des six caractères d'une ville intelligente. Selon une étude qu'a menée la commission Industrie, recherche et énergie du Parlement européen, en 2014, environ 90% des villes européennes de plus de 500.000 habitants étaient des villes intelligentes. (La ville intelligente origine, définitions, forces et limites d'une expression polysémique. Sandra Breux et Jérémy Diaz, 2017)

En Algérie, la nouvelle ville de Sidi Abdellah est considérée comme première tentative algérienne de créer une cité intelligente ou smart city. Une première partie de la ville nouvelle de Sidi Abdellah, à savoir 10.000 logements, a été livrée en Décembre 2016 et d'autres parties ont été réceptionnées quelques temps plus tard, mais depuis, mis à part les logements et la domiciliation de quelques entreprises, le Cyber Park est resté à l'état de projet. (Les villes nouvelles en Algérie : une question apparemment réglée, mais une réalité complexe ; Rachid Sidi Boumedine et Pierre Signoles, 2016).

En effet, l'essence de la ville intelligente, c'est de trouver un équilibre entre conservation et développement, améliorer la qualité de vie sans compromettre l'avenir à l'aide des technologies de l'information et des décisions reposant sur des données.

Ainsi, une ville intelligente est définie par les six attributs suivants :

1. **Personnes intelligentes** : La formation aux TIC, en plus des compétences linguistiques.
2. **Economie intelligente** : Création de nouveaux emplois de qualité basés sur l'économie de partage, le financement participatif et les technologies financières.
3. **Environnement intelligent** : L'équilibre entre développement urbain et conservation de l'écologie, la technologie de l'information a un rôle prépondérant dans ces aspects. Par exemple, une société britannique a proposé d'utiliser un drone chargé de graines germées pour faire tomber

des gousses dans le sol à raison d'un milliard d'arbres par an. Il est dix fois plus rapide que la méthode actuelle et ne coûte que 20% des semis à la main.

4. **Gouvernement intelligent** : Le gouvernement utilise pleinement les technologies de l'information, les données ouvertes et accroît la transparence de la gouvernance, facilitant ainsi la communication entre le gouvernement et le public, ce qui stimule l'innovation civique. La mise en place d'une infrastructure commune de données spatiales et l'ouverture des informations gouvernementales peuvent encourager le public à réfléchir ensemble aux moyens d'améliorer la qualité de la vie. Les exemples de réussite sont le GeoHub à Los Angeles et le Dubai Pulse à Dubaï.

5. **une vie intelligente** : la cybersécurité à l'ère d'Internet, les changements de mode de vie apportés par l'Internet des objets, etc., ont fait progresser la technologie.

6. **Mobilité intelligente** : Un système de transport multimodal.

1.2.Problématique

De nos jours, les villes font face à plusieurs problèmes entravant leurs développements. Dans les recherches urbaines actuelles, les crises sanitaires sont au cœur des débats scientifiques, ou l'urbanisation est perçue comme facteur de propagation des différentes pandémies telle que la COVID-19. Il faut donc repenser la ville pour qu'elle puisse s'adapter à cet environnement fragile et incertain. L'urbanisme durable par l'introduction de l'intelligence des villes constitue aujourd'hui une solution pour assurer la résilience, l'adaptation et le développement urbain.

La ville algérienne vit une urbanisation accélérée et connaît en parallèle une demande croissante en matière de mobilité. Dès lors, les préoccupations économiques, sociales et environnementales se dirigent vers la question du développement « durable » et plaçant la ville au centre de plusieurs défis, notamment l'amélioration du cadre de vie urbain, la satisfaction des besoins de déplacement des citoyens et la préservation de son environnement.

A l'image des grandes villes algériennes, Oran a connu une forte croissance démographique dans les dernières décennies. Cette croissance s'est traduite par un territoire urbain de plus en plus vaste et notamment par de nombreuses extensions urbaines non planifiées. (Transport, mobilité, et accès aux services des populations défavorisées : Le cas des habitants des grandes périphéries d'Oran. F. REBOUHA,2010).

Cependant, la plupart des zones périurbaines font état d'insuffisances liées aux équipements et aux emplois, ce qui engendre des besoins de mobilité importants vers le centre-ville et les centres secondaires de la métropole.

Cette extension désorganisée engendre aujourd'hui de multiples risques liés au transport. En effet, les politiques urbaines ont des difficultés à gérer les besoins en matière d'habitat, d'équipement et de transport dans des zones d'extensions diffusées de la métropole oranaise. Afin de tenter de répondre à ces besoins et pallier aux différents problèmes, l'Algérie tente à travers sa stratégie de création de nouvelles villes de suivre le chemin de l'intelligence et ce, en essayant de proposer des solutions technologiques pour face aux difficultés que rencontrent les pouvoirs publics, essentiellement en matière de gestion des infrastructures des grandes villes, devant une croissance continue de la population. Nous citons à titre d'exemple : les problèmes liés aux réseaux de transport collectif, de gestion des déchets ménagers, de gestion des infrastructures d'eau d'énergie et de télécommunication.

A cet effet, nous posons le questionnement suivant :

- **Comment peut-on arriver à une gestion intelligente de la mobilité dans le nouveau pôle urbain d'Oran ?**
- **Est-ce que les systèmes d'informations géographiques (SIG) appliqués à la mobilité peuvent jouer le rôle de plateforme afin de concrétiser le concept 'smart city' dans ce pôle ?**

1.3.Hypothèses

Afin de répondre à cette problématique, nous avons formulé les hypothèses suivantes :

Hypothèse 01 :

Devant la réalité physique du tissu urbain et la complexité du métabolisme urbain, une gestion intelligente de la mobilité doit faire recours au facteur « technologique ou d'intelligence artificielle » mais en prenant en charge le risque de perturbation « déphasage ».

Hypothèse 02 :

Le transport intelligent s'appuie sur deux facteurs : la technologie ainsi que l'expérience et l'observation, et pour pouvoir réaliser un Système d'information Géographique comme plateforme, la méthode d'analyse et de comparaison s'avère la plus adéquate pour concrétiser le concept 'smart' dans le pôle urbain. Cette hypothèse tend vers l'opérationnalité et ne prends pas en compte l'aspect contextuel.

1.4.Objectifs

Nos objectifs sont les suivants :

- Examiner les différents aspects de la « ville intelligente » pouvant simplifier et améliorer le cadre de vie notamment dans son mode de déplacement.
- Vérifier l'application de quelques concepts sur le contexte local à travers le rôle de la technologie à résoudre les problèmes de transport urbain notamment par le biais des systèmes d'information géographique.
- Participer dans la réflexion de l'intelligence de nos villes à travers le volet mobilité.

1.5.Méthodologie :

Dans le but d'atteindre nos objectifs et de confirmer ou infirmer nos hypothèses de recherche, le déroulement de notre travail suit les étapes suivantes :

Etape I : Recherche bibliographique

Cette étape vise à comprendre tous les éléments, les définitions et les concepts de base en rapport à notre sujet de recherche.

- Une synthèse bibliographique qui permet d'être à jour sur l'état de la recherche en matière de mobilité et de ville intelligente ainsi que l'utilisation des systèmes d'information géographique en milieu urbain.
- Une analyse d'exemples internationaux.

Etape II : Travail opérationnel et de simulation

- Intervention dans le contexte algérien avec un essai d'utiliser les SIG dans la gestion de la mobilité et du transport intelligent, l'exemple local fera objet d'une simulation numérique et de discussion des résultats.

1.6.Structure du mémoire

Afin d'atteindre notre objectif de recherche et d'apporter les éléments de réponse à la problématique posée, notre mémoire se structure comme suit :

Chapitre I : introductif C'est la partie qui illustre d'une manière précise notre problématique : commençant par une introduction générale qui donne une idée générale sur notre recherche puis une problématique solutionnée par des hypothèses qui se réfèrent à des objectifs et de méthodologie.

Chapitre II : Etat de l'art - La première partie présente les définitions et les caractéristiques des concepts liés au thème, sur trois niveaux différents : Le concept général (Ville intelligente), le concept spécifique (transport intelligent) (Système d'Information Géographique), et le contexte d'application (ville nouvelle). Ensuite l'interaction de ses différents niveaux à une échelle pratique, pour en extraire le ou les modèles à adopter et/ou à adapter. Ensuite, nous finirons par exposer des exemples à suivre.

Chapitre III : Consacré à l'étude de cas et à l'investigation méthodologique par le biais de la simulation numérique à l'aide des systèmes d'information géographique. Il s'agit de faire ressortir les éléments primordiaux liés à notre problématique en se basant sur : l'analyse du système urbain, l'application des différents systèmes de localisation intelligente tel que nous l'avons établi et l'évaluation pour vérifier l'apport de ces systèmes intelligents au contexte local.

II. Etat des connaissances

2.1.Introduction

Ce chapitre a pour objectif de dresser un état de l'art pour ce qui concerne un ensemble de connaissances relatives au thème étudié commençant par la compréhension des différents concepts et notions liés à la ville intelligente, ses définitions et ses différentes composantes.

Enfin, nous présentons une synthèse bibliographique qui explique le contexte de notre recherche, quelques résultats des recherches antérieurs pertinentes ont été aussi exposés.

2.2.Le Développement Durable Au Service De La Ville Durable

Dans cette partie nous allons voir les grandes lignes du développement durable afin de saisir ce concept. Nous présenterons aussi la mise en œuvre, le contexte de réalisation et la démarche pour devenir une ville durable.

Le concept de développement durable est un concept qui s'adapte à son contexte. Il se base sur trois axes essentiels : l'axe économique ; l'axe environnemental et l'axe social. Dans cette section, nous allons présenter l'évolution de ce concept, du contexte international au contexte municipal. (La ville intelligente comme vecteur pour le développement durable : le cas de la ville de Montréal).

2.2.1 Contexte international

En 1987, le rapport « notre avenir à tous » plus connu sous le nom de « Rapport Brundtland » est produit par la commission sur l'environnement et le développement. Le comité a été mis sur pied en 1983 par l'Organisation des Nations Unies (ONU) qui avait pour but de proposer des recommandations pour répondre à la croissance économique, l'accroissement de la pauvreté et la consommation des ressources naturelles. (La ville intelligente comme vecteur pour le développement durable : le cas de la ville de Montréal).

Ce rapport aborde le développement durable pour la première fois et émet une définition très connue aujourd'hui qui est la suivante :

« Le développement durable est un développement qui répond aux besoins du présent sans compromettre la capacité des générations futures de répondre aux leurs. Deux concepts sont inhérents à cette notion : le concept de "besoins", et plus particulièrement des besoins essentiels des plus démunis, à qui il convient d'accorder la plus grande priorité, et l'idée des limitations que l'état de nos techniques et de notre organisation sociale impose sur la capacité de l'environnement à répondre aux besoins actuels et à venir. » (ONU, 1987)

Le concept de développement durable a été abordé une seconde fois en 1992 par la commission sur l'environnement et le développement au sommet de la terre dans la ville de Rio, où il a été décidé que le développement durable passera par les collectivités locales.

L'Agenda 21 est le nom donné à ce plan d'action du 21^e siècle, divisé en quarante chapitres. Ces chapitres définissent essentiellement à quels secteurs le développement durable doit être appliqué. (Gagnon, 2015)

Le développement durable est aujourd'hui adapté à plusieurs domaines, car au fil des années plusieurs organisations, conférences et sommets ont utilisé ce concept de base afin de réagir à la fragilité de notre environnement par rapport à l'activité humaine.

2.2.2 La planification stratégique de développement durable

La planification stratégique de développement durable s'effectue au sein des organismes municipaux et régionaux. La Loi sur le Développement durable propose un cadre pour guider ce type de démarche. Cette démarche est orientée vers les politiques, les programmes et les d'actions. Les principales étapes pour réaliser une planification stratégique de développement durable sont l'engagement, la planification qui comprend le diagnostic territorial, l'élaboration de la stratégie et la vision ainsi que le plan d'action. Ensuite, il y a la mise en œuvre, les mesures et les redditions de compte ainsi que l'évaluation globale de l'expérience du projet. Cette démarche doit s'appliquer à l'ensemble des services de l'organisme municipal et régional. La participation citoyenne est de mise, mais c'est principalement la mise en œuvre du plan d'action issu de la planification stratégique qui est la ligne directrice de cette démarche. La rigueur et la qualité de la démarche ainsi que des résultats concrets définissent le succès d'une telle démarche. Quelques villes au Québec ont réalisé ce type de démarches, dont la Ville de Sainte-Julie depuis 2012 ainsi que la Ville de Montréal depuis 2005 (MAMROT, 2013).

2.3. La ville durable et la 'smart City'

« Si les expressions « futur cities », « eco city », « intelligent cities », « compact cities », « innovative cities », « green cities », compact cities » sont employées de façon stable pour caractériser les villes de demain, l'expression « smart cities » connaît un usage grandissant » (Mair et al., 2014).

La prise de conscience au début des années 70 de la finitude écologique de notre planète, avec notamment la publication en 1972 du rapport "Halte à la croissance " par le Club de Rome, a débouché sur le concept du développement durable (ONU, Rapport Brundtland, "Our Common Future", 1983). Ce concept a conduit ensuite à celui de la **ville durable** désignant une ville ou un territoire urbanisé respectant les principes du développement durable qui, au-delà des enjeux évidents liés à l'énergie et à l'environnement, se préoccupe également de son organisation sociale, économique et culturelle pour et avec les habitants.

En 2007, Rudolf Giffinger, expert en recherche analytique sur le développement urbain et régional à l'université technologique de Vienne, a annoncé six critères pour définir ce qu'est la **Smart City** (Rudolf Giffinger, 2007) : économie intelligente (**Smart Economy**), gouvernance

intelligente (**Smart Governance**), mobilité intelligente (**Smart Mobility**), environnement et énergie durable (**Smart Environment**), habitat intelligent (**Smart Living**), écocitoyenneté (**Smart People**).

En septembre 2015, les États membres de l'ONU ont adopté le programme de développement durable à l'horizon 2030, décliné sous la forme de 17 objectifs de développement durable (ODD). Parmi ces 17 ODD se trouve l'**objectif n° 11 "Villes et communautés durables"** (<https://www.un.org/sustainabledevelopment/fr/objectifs-de-developpement-durable/>).

Au même temps, l'essor des technologies de l'information et de la communication (TIC) a favorisé l'émergence du concept de "**ville intelligente**" ou "Smart City" dans laquelle l'utilisation stratégique du numérique devait aboutir à une optimisation de la planification et de la gestion urbaines, dans le but d'accroître la qualité des services urbains ou encore d'en réduire les coûts, et finalement de favoriser l'émergence des métropoles durables (fig. 1).



Fig. 1 - Les composants de la Smart City (la ville intelligente comme vecteur pour le développement durable : le cas de la ville de Montréal, Joëlle Simard, 2015)

La transformation intelligente des villes sous l'impulsion des nouvelles technologies a progressivement intégré des aspects de la vie urbaine aussi variés que l'économie, l'éducation, la démocratie, les infrastructures, les transports, l'environnement, la sécurité et la qualité de vie (Lombardi et al. 2012). Face à la variété croissante des composants de l'intelligence des villes, les tableaux suivants synthétisent les différents domaines et sous-domaines identifiés dans la

littérature (voir page suivante). Ces tableaux se basent sur les travaux publiés depuis l'étude réalisée en 2007 par une équipe de chercheurs de l'Université de Vienne, qui a opéré un classement des villes moyennes européennes « intelligentes » selon six dimensions : smart economy (competitiveness) ; smart people (social and human capital) ; smart governance (participation) ; smart mobility (transport and ICT) ; smart environnement (naturalresources and smart living (quality of life). (Griffinger et al., 2007).

<p>1. Technologie et données</p> <ul style="list-style-type: none"> • Infrastructure des télécommunications • Centre de données • Plateformes numériques 	<p>2. Économie</p> <ul style="list-style-type: none"> • Entreprises high tech et transformation numérique des entreprises • Innovation, entrepreneuriat et créativité • Universités, centres de recherche • Marketing territorial et partenariats internationaux
<p>3. Population</p> <ul style="list-style-type: none"> • Capital humain et social • Attractivité (<i>brain drain</i>) • Cohésion et inclusion sociale • Proactivité des citoyens 	<p>4. Transport et mobilité</p> <ul style="list-style-type: none"> • Ingénierie • Informations aux usagers • Mobilité durable et accessibilité locale
<p>5. Qualité de vie et environnement</p> <ul style="list-style-type: none"> • Services publics • Réseaux intelligents • Énergie renouvelable • Bâtiments et logements de qualité • Densité et lutte contre l'étalement urbain 	<p>6. Destination touristique</p> <ul style="list-style-type: none"> • Expérience touristique • Activités de co-création • Visibilité
<p>7. Gouvernance</p> <ul style="list-style-type: none"> • e-Gouvernement • e-Démocratie • Interopérabilité et partenariats • Transparence • Engagement et participation des citoyens dans les prises de décisions • Protection 	

Tableau1–Synthèse des domaines et sous-domaine de la ville intelligente (Sandra Breux et Jérémy Diaz, 2017)

2.3.1 Les forces de la « ville intelligente »

Selon (LA VILLE INTELLIGENTE Origine, définitions, forces et limites d'une expression polysémique Sandra Breux et Jérémy Diaz), la popularité de la ville intelligente repose sur l'idée qu'elle constituerait une réponse à plusieurs défis, déjà mentionnés plus haut, que rencontrent les villes contemporaines. En ce sens, comme le souligne Kitchin (2016), la ville intelligente apporterait son lot de promesses.

Trois grandes promesses :

- 1- Une ville efficace, rationalisée et leader ;
- 2- Une ville plus stimulante ou il fait bon vivre ;
- 3- Une ville durable.

2.3.2 Les limites de la « ville intelligente »

- 1) Un modèle « vendu » en l'absence de besoins et sans prise en considération du contexte ;
- 2) Une ville connotée politiquement ;
- 3) Un renforcement des inégalités sociales et territoriales, voire une augmentation de celles-ci.

2.4. Les systèmes d'information géographique (SIG)

Le concept SIG est né en 1963, proposé par le topographe canadien **R.F. Tomlinson**, le SIG a commencé à pénétrer et s'appliquer dans différents pays et différents domaines. Avec le support du matériel et logiciel de l'informatique, traiter et manipuler les données géospatiales, utiliser le modèle géographique et analyser les données, cette technologie s'est rapidement impliquée dans la science informatique, la science de l'information, la télédétection, la géographie, la cartographie, les études environnementales, et les études de ressources. Le SIG couvre une grande variété, donc sa définition peut se faire de différentes manières, généralement à partir du point suivant :

- ✓ **Définition sur la fonction** : le SIG est un ensemble d'acquisition, de stockage, d'exposition, d'édition, de traitement, d'analyse de la production et l'application de système d'application informatique.
- ✓ **Définition sur l'application** : Avec les nombreux domaines d'application, une définition sur les différents systèmes d'application : système d'information en milieu urbain, le système d'information de territoire, le système spatial à l'aide de décision, le système d'information de la planification.
- ✓ **Définition sur la manipulation** : le SIG est un outil pour la manipulation des données géographiques, tels que la collection, le stockage, la requête, la transformation et l'affichage de données.
- ✓ **Définition sur la base de données** : le SIG est un système de la gestion de base de données, les données sont les séquences spatiales, ce système est basé sur les données géospatiales pour les manipulations.

En bref, le **SIG** est un système qui se base sur l'analyse de la gestion de base de données et gestion des objets spatiaux. Les opérations sont sur les données géospatiales ; une différence essentielle avec les autres systèmes d'information.

Du point de vue de l'application, le SIG se compose par matériel, logiciel, données, opérateur et manière. Matériel et logiciel sont l'environnement pour la construction du SIG, les données sont les objets pour l'opération, la méthode offre la solution pour la construction du SIG, l'opérateur

est le facteur dynamique qui affecte et coordonne directement les autres composants. (SIG : une histoire des définitions, 2004, R.F.Tomlinson)

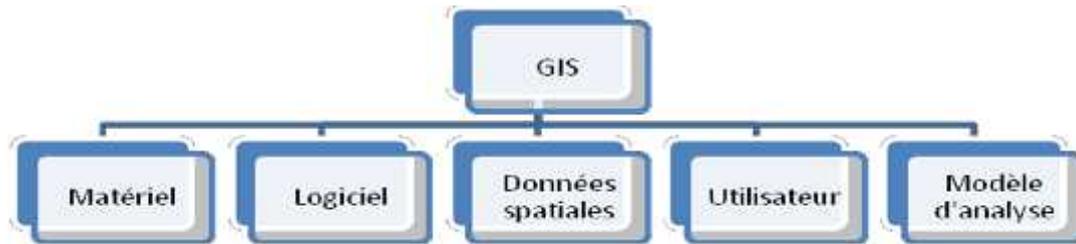


Fig. 2.1 La structure du SIG (cour gestion de projet SIG, YOUSSEPH MBOUZI 2018)

Les objectifs du SIG sont dans les domaines suivants :

1) L'acquisition des données :

Les cartes numériques, les données numériques et le codage manuel.

2) traitement des données :

La vérification des données obtenues, le formatage et conversion des données.

3) stockage des données :

Stocker les données d'attribut différent dans une base de données pour la requête et l'analyse facile.

4) l'analyse spatiale :

Parlarspécifiquespatialesetl'analysespacialeenfaisantlesconclusionspourdécision.

L'analyse spatiale standardise rarement, ceci est un processus complexe. Les typiques d'analyse spatiale sont : topologique requête spatiale, l'analyse de tampon, l'analyse de superposition.

5) la sortie des résultats :

Faire les cartes, les images ou les tableaux pour représenter les résultats des étapes ci-dessus :

Les relations entre les fonctions et les relations entre les objets de traitement des données :

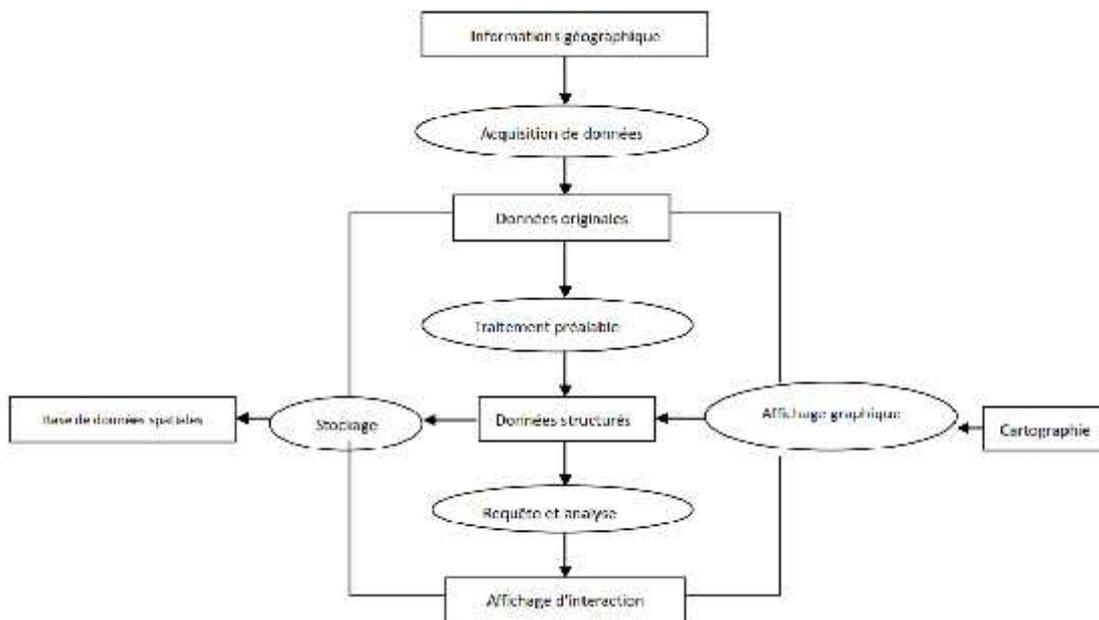


Fig. 2.2 La structure du SIG (système d'information géographique- cours et Travaux pratiques, BOUKLI HACENE Cherifa, RABAH FISSI Amina)

2.4.1. Le développement du SIG

Le SIG a commencé à se développer dans le milieu des années 1960. Le niveau du développement de l'informatique était limité, capacité de stockage faible, l'information pertinente n'est pas exhaustive. Mais à ce stade, les nombreux organismes de recherche du SIG ont émergé, promouvant le développement du SIG.

Dans les années 1970, avec le développement de la technologie informatique, la capacité de stockage informatique est en augmentation, ce qui accélère le développement du SIG. L'augmentation de la capacité de stockage informatique supporte l'archivage, la récupération et l'exportation des données spatiales permet également la conversion du SIG vers l'utilitaire. A ce moment, les pays occidentaux déclenchent une vague de protection de l'environnement. Le SIG est appliqué dans la protection de l'environnement, l'utilisation des terres, le développement des ressources. Il est de plus en plus attaché à l'importance du gouvernement, les entreprises, les instituts de recherche. Dans les années 1980, avec l'avènement des ordinateurs générateurs de données et des circuits super intégrés à grande échelle, de nombreuses sociétés informatiques se sont jointes au développement de logiciels SIG, tels que ARC/INFO, MapInfo, GENAMAP, TIGRIS MICROSTATION, IRDS/MRS, SYSTEM9. Ainsi, de plus en plus de personnes connaissent le SIG et l'utilisent dans de nombreux domaines (notre-planete.info Système d'Information Géographique SIG).

À cette période, un grand développement du SIG dans le traitement des données, l'analyse spatiale, l'édition des cartes l'interaction homme-ordinateur etc.

Dans les années 90, le SIG est dans l'âge des utilisateurs, la technologie est largement utilisée dans les nombreux aspects, durant cette période, le développement de la technologie du réseau informatique enclenche le développement du SIG, le SIG comme un des produits high-techs a les avantages comme le large éventail de libre, le partage d'informatique de ressources, plates-formes multiples de support matériel et l'utilisation facile.

Le SIG continue à s'améliorer. L'automatisation, la diversité d'échantillonnage d'information, la multifonctionnalité du modèle d'évaluation globale, la normalisation du traitement d'information etc...

Au 21ème siècle, la télédétection, la technologie internet, la technologie de positionnement globale, le SIG et d'autres technologies modernes effectuent les applications transversales. Avec le support de technique, former une technique intégrée avec le cœur SIG, en conséquence, le SIG a commencé à s'appliquer dans un niveau plus large, commence également la recherche de la technologie d'intégration et la technologie géospatiales dans le niveau supérieur.

Depuis les années 1990, le système d'information géographique a les caractéristiques d'information, technique et l'application de l'espace, il avance à grand pas vers l'industrie et l'intégration. Actuellement, les industries au sein de système d'information géographique ont établi dans le monde une large application des divers produits sur la terre numérique, la

sensibilisation des communautés sur le SIG augmente. Le SIG joue un rôle important dans les nombreux d'instituts notamment dans le gouvernement, aussi, il est une partie nécessaire dans le projet « la Planète numérique » (notre-planete.info Système d'Information Géographique SIG).

En Chine, la recherche sur le SIG a commencé dans les années 1970, au début, il est juste appliqué dans les domaines de topographie, la télédétection et la cartographie. Après les années 90, le SIG a été développé sans précédent, largement utilisé dans les domaines de l'enquête sur les ressources, l'évaluation environnementale, la prévision des catastrophes, l'aménagement du territoire, l'urbanisme, la télécommunication, le transport, l'élevage, la finance etc... Avec les progrès technologiques, l'application et le développement d'internet, le SIG montre les tendances suivantes :

2.4.1.1. L'intégration du 3S

L'intégration du 3S (système d'information géographique, système de télédétection, système de positionnement globale) est le résultat inévitable du développement du SIG, la technique GPS permet de se positionner en géospatiale et en temps réel. Le système de télédétection peut fournir les dernières images géographiques en temps réels. Traiter et analyser les données de GPS et les données de télédétection dans le système d'information géographique, pour obtenir les informations dynamiques des entités géographiques complètes et précises, mais aussi réaliser l'intégration ensemble des images et des graphiques, cette technologie est la technologie dominante du SIG, est la direction principale du futur développement du SIG.

2.4.1.2. La combinaison de la technologie d'orientée objet et du SIG

Le modèle des données du SIG comprend deux aspects principaux : les données entités de graphiques, qui sont géré par la topologie ; les données d'attribut, qui sont gérées par une base de données relationnelles. La technique orientée objet peut fournir les moyens efficaces pour la fiabilité, la maintenabilité et l'évolutivité du logiciel, peut également suppléer les insuffisances de la base de données.

2.4.1.3. SIG en Trois dimensions et espace-temps

Les données du SIG peuvent traiter les données spatiales de la terre en trois dimensions, avec le soutien et le développement de l'infographie, on peut afficher et décrire les choses de la terre en trois dimensions, par rapport à l'espace bidimensionnel, la technique de 3D est un avancement majeur.

L'utilisation de la technique de trois dimensions peut présenter les entités géographiques de manière intuitive. Favorable à une observation plus détaillée. Il y a une caractéristique temporelle des informations géographiques, c'est-à-dire le système d'information géographique permet d'afficher le changement du temps continue. On peut utiliser le modèle de l'espace-temps, prévoir l'espace géographique et les données géographiques, donc fournir un support technique pour développer les ressources disponibles de la terre rationnement, et aussi guider les activités humaines. La recherche sur la technique de 3D et sur l'application du SIG est un sujet important.

2.4.1.4. Web GIS : La combinaison de l'internet avec SIG

Ce modèle permet de partager des données spatiales mondiales dans les différents domaines, est le mode du système d'information géographique plus ouvert. WebGIS fournit des données vectorielles, mais aussi beaucoup d'images graphiques, vidéo dynamique et d'autres informations. Utiliser l'internet pour publier les données spatiales, les utilisateurs peuvent chercher les données, faire la requête, la production et l'analyse sur Internet.

2.4.1.5. La combinaison entre le SIG et la technique de virtuelle-réalité

La technologie de virtuelle-réalité est le produit du développement des informations de socialisation, qui utilise une variété d'équipements modernes, crée une simulation de l'environnement numérique, en utilisant une variété de dispositifs de détection, les utilisateurs peuvent gérer les objets virtuels comme dans le monde réel. L'utilisation de cette technique rend le SIG plus attractif, cette technique de visualisation est une supériorité majeure du développement du SIG.

2.4.1.6. La combinaison entre le SIG et le système d'expert et le réseau nerveux

Depuis longtemps, le traitement des données du système d'information géographique manque de capacité de raisonnement, c'est-à-dire qui peut refléter un phénomène géographique, mais pour les données d'attribut et les données spatiales, il manque encore de capacité de raisonnement, donc la fonction de prise de décision est faible. Pour résoudre ce problème on a besoin de beaucoup d'expérience humaine et de connaissances spéciales. A l'heure actuelle, il s'agit d'un système expert informatique pour simuler le processus du raisonnement des experts humains, selon le programme existant du système informatique, traiter les données brutes, faire le raisonnement de données, fournir la décision finale de l'information. Les anthropologues peuvent jouer un rôle dans ce processus, donc on peut appeler SIG intelligent. Le SIG est établi sur la base de la technique de l'information informatique, son développement est lié à l'accompagnement du développement de la technologie informatique pour optimiser et améliorer en permanence.

2.5.L'impact de l'informatisation dans l'urbanisme

Afin d'expliquer nos propos, nous prenons la Chine comme exemple. En effet, en 1999, la proportion d'urbanisation de la Chine était de 30.9%, la Chine est entrée dans une période de développement rapide d'urbanisation. L'urbanisation apporte des opportunités pour le développement de la ville, elle améliore également la force nationale et la modernisation de la Chine, cette dernière apporte également de grandes défis, tels que la confusion de l'espace urbain, la pollution de l'environnement, l'occupation des sols agricoles, gaspillée les ressources, une expansion rapide de la population, l'embouteillage, l'augmentation des catastrophes naturelles etc. Le 21ème siècle est la période du développement rapide de l'industrialisation de la Chine, l'expansion de l'économie nationale, l'afflux important de la population urbaine, la croissance

de la ville et de la population, qui sont présentés comme une évolution sans précédent de l'urbanisation, la planification urbaine a également mis en avant une nouvelle tâche.

Le système d'information géographique utilisé dans l'urbanisme en Chine à partir des années 1980. Après les années 90, le développement de la technique d'informatique accélère rapidement, tandis que les zones côtières de la Chine en raison de la force économique et la nécessité urgente pour le développement urbain, déclenchent la vague de la construction du SIG urbain, les zones côtières économiques de la Chine font face à une croissance de la construction urbaine, dans le même temps, l'information de l'espace urbain est devenue une ressource plus précieuse. Par conséquent, les villes côtières ont établi leurs propres systèmes d'information géographique en milieu urbain. Cette tendance a conduit le système d'information géographique urbain mis en place dans les autres parts de la Chine, elle a promu le développement du SIG en milieu urbain.

Actuellement, l'une des caractéristiques de la mesure de modernisation urbaine dans les pays développés est la création du SIG urbain. Il y a un grand écart entre la Chine et les pays développés en cette matière, mais le développement rapide de la ville a fait une réforme urgente des tâches de planification urbaine. (La Chine à l'heure des villes intelligentes, L'Information géographique, Armand Colin, 2016,).

Actuellement, les villes accueillent près de 35% à 45% de la population en Chine, créant la valeur totale de 60% à 70% du PIB. On peut dire que la ville est le centre de communication de l'activité économique nationale. Le développement des villes modernes a besoin de beaucoup d'informations géospatiales. Le développement du SIG est la technique importante et les moyens pour le développement de la ville. Le système d'information géographique peut s'associer à une variété de données de la ville (données spatiales et données d'attribut) pour une analyse objective et la gestion scientifique, nous pouvons utiliser la technique de réseau informatique, la technique multimédia, la technique de gestion de base de données pour décrire les informations et les données géospatiales obtenues, et analyser les données avec la méthode visuelle et mathématique, construire le modèle mathématique correspondant. Cette technique est de loin supérieure aux méthodes traditionnelles d'urbanisme.

Du point de vue de l'état du développement urbain, la taille des villes, la fonction des villes et l'économie du développement ainsi que les méthodes de planification traditionnelle ne peuvent pas satisfaire les besoins du développement urbain, le travail de l'urbanisme et l'aménagement du territoire croissant. L'utilisation de système d'information géographique a changé la façon dont l'urbanisme, améliore le niveau de l'urbanisme, le développement urbain a apporté de nouvelles opportunités, le développement rapide du SIG, rend le stade de la cartographie traditionnelle au stade de l'utilisation du logiciel AutoCAD de l'urbanisme de la Chine, représenté et assisté par ordinateur. On peut dire maintenant que l'urbanisme basée sur le SIG est devenu le courant principal de la planification urbaine, et le développement du SIG fournit la technique importante

pour l'urbanisme.

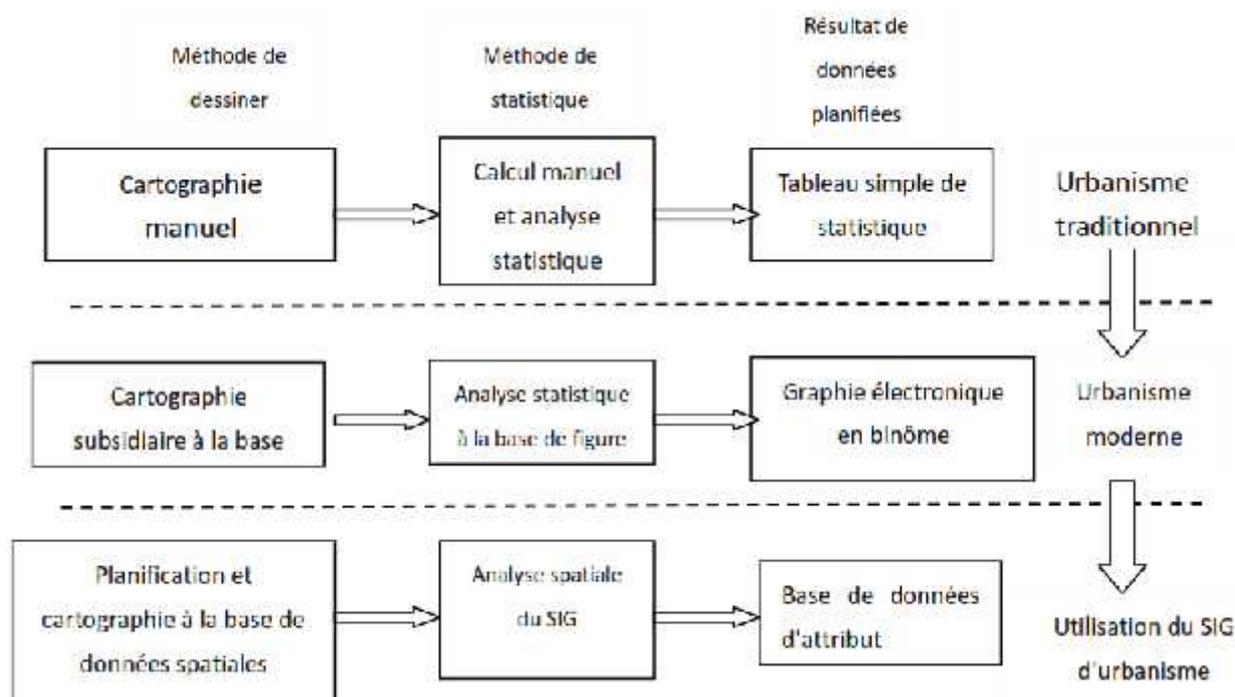


Fig. 3 l'évolution de l'urbanisme ((GIS in Sustainable Urban Planning and Management A Global Perspective , Martin van Maarseveen, Javier Martinez, and Johannes Flacke,2016))

L'urbanisme est basé sur les nombreuses informations géographiques pour analyser et intégrer. Avec le SIG, l'urbanisme a fait de grands progrès. Dans la nouvelle situation, le système d'information géographique a de profonds impacts sur l'urbanisme, principalement dans les domaines suivants :

2.5.1. Le stockage des données SIG et l'application

Le système d'information géographique peut stocker des données géographiques de diverses manières, et ainsi d'assurer la diversité de la nature dynamique des données, puis exporter les informations géographiques de plusieurs façons. A l'appui de système informatique peut réaliser le stockage de masse de données et la gestion, améliorer la capacité de la collecte d'information et la capacité de traitement des données.

2.5.2. L'application du SIG dans l'analyse complète et dans la prévention.

Le SIG est un type de modèle mathématique de la ville, ce modèle peut non seulement évaluer les résultats du rôle de la vraie ville, mais peut aussi faire une prévision de tendance des résultats futurs. En comparant les options de décisions différentes et leur conséquence pour prendre les décisions optimales.

2.5.3. Application du SIG dans l'analyse spatiale.

Les fonctions de la requête spatiale et l'analyse spatiale du SIG dans l'urbanisme peut amener l'analyse quantitative, donc l'analyse et l'échange de visites entre le graphique et l'image sera plus facile. Les fonctions spécifiques du SIG peuvent résoudre une série de problèmes analytiques, par exemple : l'analyse de superposition, l'analyse de réseau, l'analyse de tampon, l'analyse de topologie.

2.5.4. La caractéristique dynamique et la fonction en temps réel du SIG

Les données du SIG ont les caractéristiques dynamiques et la fonction en temps réel. On peut mettre à jour les données à l'appui de la technique de télédétection pour refléter fidèlement la situation et les changements dans le monde réel, donc cette caractéristique offre l'ajustement dynamique et le support technique pour l'urbanisme. On peut également utiliser le SIG pour la rétroaction de surveillance pour une constante amélioration.

2.6. L'utilisation du Système d'information géographique en urbanisme

La ville est l'établissement humain et le centre socio-économique et culturelle. Avec le développement économique et social, la vitesse de développement de la ville augmente, le niveau d'urbanisation de la Chine est croissant. L'urbanisme ne peut plus suivre la voie traditionnelle, mais a besoin d'une nouvelle adaptation pour stocker un grand nombre d'information géographique de la ville. L'urbanisme est lui-même l'application complète du SIG, à travers la collecte, le traitement, l'analyse, l'affichage d'un grand nombre d'information géo spatiale et les informations d'attribut, on peut obtenir les bases de documents pour bien aménager. Au début, la cartographie dans l'urbanisme est la main-dessin, on fait les calculs simples sur les éléments dans la carte. A la fin des années 1990, on a commencé à utiliser le logiciel AutoCAD et les autres logiciels de cartographie, l'efficacité du travail est améliorée, mais le logiciel a une caractéristique commune : les structures de données spatiales ne peuvent pas satisfaire les besoins de l'urbanisme, l'analyse statistique des résultats ne peut pas être une bonne association avec les informations géospatiales (Application du système d'information géographique sur le développement urbain)

2.7. Les SIG une plateforme pour les villes intelligentes

Alors que les zones urbaines deviennent de plus en plus surpeuplées et que leur potentiel de développement futur est de plus en plus réduit, le développement de nouvelles villes autonomes apparaît de plus en plus comme une solution alternative à ces problèmes. La technologie est au cœur de ces nouvelles villes autonomes permettant l'automatisation et la surveillance et la gestion intégrée de la ville en temps réel via un réseau de capteurs, de caméras, d'appareils sans fil et de centres de données. Également appelées villes intelligentes, ces nouvelles villes autonomes sont une zone urbaine développée qui crée un développement économique durable et une qualité de vie élevée en excellant dans de nombreux domaines clés tels que l'économie, l'environnement, l'efficacité énergétique, la mobilité, la gouvernance, les personnes et les conditions de vie.

Les villes intelligentes offrent, d'une part, une opportunité de croissance substantielle dans les années à venir, tandis que, d'autre part, offrent de nombreux défis. Les projets de ville intelligente sont plutôt complexes et comprennent des espaces résidentiels et commerciaux reposant sur une

infrastructure d'infrastructure pour l'alimentation en énergie, les routes, l'eau, le drainage et les eaux usées, c'est-à-dire une ville virtuelle qui vit et qui respire. Le besoin d'une plate-forme technologique commune permettant l'intégration, la coordination et le fonctionnement en synergie de différents acteurs de l'écosystème de la ville intelligente est un facteur de succès essentiel.

Un système d'information centralisé basé sur un système d'information géographique (SIG) fournit un cadre informatique qui intègre non seulement toutes les parties prenantes, mais également tous les aspects des processus de ville intelligente, de la conceptualisation à la maintenance en passant par la planification. (Classement Juniper Research, 2016)

Ainsi, un système d'information centralisé basé sur les SIG fournit un cadre informatique pour la maintenance et le déploiement des données et des applications tout au long du cycle de vie du développement de la ville. (Classement Juniper Research, 2016)

Acquérir : Trouvez les bons sites pour le développement de la ville, affichez les limites légales, obtenez une valorisation correcte de vos sites existants / nouveaux

Planification et conception : Identifiez les lacunes et déterminez les solutions optimales. Intégrez le SIG à la plupart des outils de conception, y compris la conception assistée par ordinateur (CAO), la modélisation des informations du bâtiment (BIM), offrant ainsi de meilleures capacités d'analyse et d'estimation des coûts à votre processus de conception d'infrastructure.

Construire : Intégrez les logiciels de gestion de projet et de gestion financière au SIG pour une meilleure gestion des projets. Les SIG peuvent fournir un point d'entrée unique pour tous les documents et fichiers liés à la construction.

Vendre : comprendre où et comment commercialiser les projets urbains, attirer les acheteurs et les locataires et améliorer les taux de rétention. Analyser les données démographiques et les conditions du marché afin de fournir une image plus précise de l'adéquation d'un bien aux besoins.

Maintenir : Gérez facilement des actifs disparates. Intégrez votre inventaire d'actifs à l'historique des inspections et à la gestion des ordres de travail pour gérer vos investissements critiques de manière rentable.

2.8.Applications SIG pour les villes intelligentes

Sélection de site et acquisition de terres :

Le SIG peut combiner et intégrer différents types d'informations pour aider à prendre de meilleures décisions. Il fournit également des outils de visualisation de haute qualité qui peuvent améliorer la compréhension et améliorer la capacité de prise de décision en ce qui concerne l'identification, la valorisation et la sélection du site. En analysant les données de localisation - proximité du réseau routier, fertilité du sol, utilisation du sol, capacité portante du sol, profondeur de la nappe phréatique et vulnérabilité aux catastrophes telles que les inondations, les tremblements de terre - les organisations immobilières peuvent parvenir à une juste évaluation de la propriété. L'analyse, la cartographie et la modélisation des avantages d'un site ou d'un lieu par rapport à un autre peut être évaluées. En outre, cela peut également être utilisé pour obtenir une compensation appropriée liée au marché pour les propriétaires en fonction de paramètres d'évaluation et dans la planification de la réhabilitation et de la réinstallation.

Conformité environnementale/légale : les SIG permettent de répondre aux exigences réglementaires avec moins de temps et moins de difficultés en fournissant une plate-forme commune de communication avec les régulateurs et le public. Les données existantes peuvent être directement connectées à un flux de travaux de conformité garantissant leur conformité. De plus, les sorties graphiques basées sur les SIG peuvent aider à générer rapidement des rapports qui montrent clairement comment les exigences de conformité et les règlements de construction sont respectés.

Planification, conception et visualisation : la géo-conception constituera le cadre clé pour la conceptualisation et la planification de villes intelligentes ; il aidera à chaque étape de la conception du projet à l'analyse du site, aux spécifications de conception, à la participation et à la collaboration des parties prenantes, à la création de la conception, à la simulation et à l'évaluation. Le SIG permet aux planificateurs d'intégrer une variété de données provenant de sources multiples effectué des analyses et une planification spatiale. Les services publics peuvent gérer et cartographier l'emplacement de millions de kilomètres de circuits aériens et souterrains.

En intégrant les informations relatives aux images, à l'élévation et à l'environnement dans l'environnement CAD / BIM, les ingénieurs peuvent continuer à utiliser des logiciels connus tout en ayant accès à d'importantes données SIG. Les fichiers de conception peuvent être importés dans un SIG et liés à un logiciel financier pour une meilleure main-d'œuvre et de meilleurs matériaux, ainsi qu'une estimation du coût total du projet. Avec ces types de capacités, les SIG sont un composant essentiel des systèmes d'information techniques du futur.

Un système d'information géographique 3D peut être utilisé pour créer une simulation réaliste d'un projet, d'un environnement ou d'une situation critique.

Les SIG peuvent aider à accroître la durabilité d'une installation en réduisant la consommation d'énergie et d'eau, en optimisant l'élimination des déchets et en réduisant l'empreinte carbone du bâtiment. En gérant les informations à l'intérieur et à l'extérieur des bâtiments, jusqu'au niveau des actifs, les SIG peuvent aider, par exemple, à différencier l'impact environnemental du développement, à la planification et à l'évaluation des modèles de quartier et à la conception, estimer le «potentiel piétonnier» des projets LEED-ND basés sur des données sur les voies piétonnières, les pistes cyclables, l'accessibilité au transport en commun, les entrées de bâtiments et divers autres facteurs. (Spatial analysis in geographic information system, 2020 ; Racha Saber Noufel).

Construction et gestion de projet : le SIG, intégré au logiciel de gestion de projet et financier, fournit une vue complète des projets et de leur état actuel et facilite le suivi des performances. Les SIG aident à organiser toutes les informations de projet pertinentes, des données de sol aux études géotechniques, en passant par la planification, les études environnementales, les dessins techniques, les cartes de projet, les stocks et le contrôle des actifs.

Ventes et marketing : avec les SIG, les promoteurs urbains peuvent conquérir des entreprises potentielles en créant des outils de vente informatifs et des rapports marketing qui mettent en évidence le potentiel économique d'un nouvel emplacement ou d'un développement futur. Pour les résidents, les SIG aident à présenter une représentation visuelle de toutes les informations ayant une incidence sur l'opportunité et la valeur d'un bien immobilier, leur donnant ainsi une image beaucoup plus précise de l'adéquation d'un bien immobilier à leurs besoins.

Facility Management (FM) : un système d'information basé sur les SIG constitue une base solide pour une meilleure gestion des installations en générant des informations intégrées qui permettent de prendre de meilleures décisions d'allocation. Les SIG peuvent s'intégrer au système de gestion des installations actuel et l'étendre.

2.9. Application SIG dans les pays étrangers

SIG est un système d'information créatif qui utilise les connaissances géographiques. Le SIG est basé sur la base de données géospatiales, avec le support de logiciels informatiques, faire la collection, la gestion, l'opération, l'analyse, la simulation et l'affichage sur les données géographiques. En utilisant la méthode d'analyser sur le modèle géographique, fournissant les différents types de données spatiales dynamiques, il est un système informatique qui est établi pour les études de la géographie et les services de prise de décision de géographique.

Utiliser l'ordinateur pour traiter et analyser les informations géographiques est le noyau de la technique du SIG. Le SIG est utilisé non seulement dans le domaine militaire, enquête sur les

ressources, l'évaluation de l'environnement, mais il est également utilisé dans l'aménagement du territoire, la gestion des infrastructures municipales, le transport, la télécommunication, l'électricité, l'agriculture etc. Le SIG d'urbain est une branche importante.

Les autres pays ont commencé étudier le système d'information géographique depuis les années 1970, avec presque 40 ans de développement, maintenant le SIG est largement utilisés dans différents domaines dans le monde, et cette technique est devenue l'une des infrastructures de la ville. Etats-Unis, le Japon, l'Europe occidentale, les nombreux pays ont utilisé le SIG dans les domaines de l'urbanisme, l'infrastructure de transport, le génie municipal, la prévention des catastrophes etc.

2.10. Exemples de villes intelligentes dans le monde

1- Singapour

Cité-État reconnue comme l'une des villes les plus intelligentes et connectées d'Asie, Singapour se caractérise par sa forte densité de population et le peu d'espace et de ressources disponibles. Aussi, le gouvernement singapourien a adopté très tôt les principes de la Smart City : une gouvernance centralisée et planifiée utilisant la big data et les solutions collaboratives pour améliorer à la fois la qualité de vie, l'environnement et favoriser le développement économique. Dénommé Smart Nation et lancé en 2015, le programme de transformation de Singapour compte cinq domaines clés :

- **National Digital Identity**, pour permettre aux citoyens et aux entreprises d'effectuer des transactions numériques de manière pratique et sécurisée ;
- **E-Payments**, pour permettre à tous de faire des paiements simples, rapides, transparents et sûrs ;
- **Smart Nation Sensor Platform**, pour déployer des capteurs et d'autres dispositifs IoT (Internet of Things) qui rendront la ville plus vivable et sécurisée ;
- **Smart Urban Mobility**, pour exploiter les données et les technologies numériques, y compris l'intelligence artificielle et les véhicules autonomes, pour améliorer les transports publics ;
- **Moments of Life**, pour relier les services gouvernementaux aux habitants, à travers différentes agences.

Au-delà de cette vision très technologique, Singapour a identifié le Clean Tech Industry, regroupant les aspects énergétiques et environnementaux, comme un secteur majeur à développer.

On y traite de l'ensemble des problématiques liées aux ressources en eau, à la qualité de l'air, à la gestion et au recyclage des déchets, aux bâtiments à énergie positive, à l'efficacité énergétique.

Singapour fait également appel à un large mix d'ENR — solaire, éolien, énergies marines, piles à combustibles, biomasse, biocarburants — sans oublier le stockage d'énergie. (Smart city : top 10 des villes. (Smart city ; top 10 des villes intelligentes du monde ; 2021)

2-Amsterdam

Capitale des Pays-Bas (840 000 habitants en 2016), Amsterdam a défini sa stratégie énergétique d'ici à 2040 (Energy Strategy, 2040) des services municipaux neutres en carbone dès 2015, 80 à 90 % de réduction des émissions de CO2 par rapport à 1990 pour l'ensemble de la ville à l'horizon 2050, avec un objectif de 40 % dès 2025.

Plusieurs actions concrètes sont mises en œuvre en ce sens : des bâtiments neutres pour le climat pour toute nouvelle construction, des limitations de trafic, le déploiement de véhicules électriques, le développement de l'hydrogène pour les poids lourds, l'usage optimal de l'éolien et du solaire et l'augmentation de l'efficacité énergétique (en particulier pour le port), le développement de smart grids et, enfin, le développement de réseaux thermiques avec stockage de chaleur et de froid.

Si depuis plusieurs années, la ville d'Amsterdam se positionne comme un acteur majeur dans la lutte contre le réchauffement climatique, la ville s'intéresse également au développement économique durable. Ainsi, la plateforme Amsterdam Smart City a vu le jour en 2009 sur l'initiative du Conseil économique d'Amsterdam et de l'opérateur électrique Liander. Cette initiative vise à mettre en œuvre des projets pilotes dans la zone métropolitaine d'Amsterdam et à créer de nouveaux partenariats entre entreprises privées, institutions publiques, organismes de recherche et habitants (<https://amsterdamsmartcity.com>).

3-Copenhague

La capitale danoise se dirige vers une croissance intelligente, intégrée à ses politiques environnementales radicales. Le **Copenhagen Solutions Lab** a reçu un prix en 2017 pour un système qui surveille le trafic, la qualité de l'air, la gestion des déchets, la consommation d'énergie et d'autres éléments et compare les opérations en temps réel.

Il intègre des réseaux de stationnement, des feux de circulation, des structures, des compteurs intelligents et des systèmes de recharge pour véhicules électriques pour **faciliter la circulation en temps réel**. Il optimise également la consommation d'énergie par coût de carburant, flux de trafic et conditions météorologiques. La capacité d'évaluer, de calculer et de mesurer ces deux données vise à accroître la production de services. (Smart city ; top 10 des villes intelligentes du monde ; 2021)

2.11. Transport et mobilité

Le transport a été l'un des premiers secteurs à intégrer des dispositifs numériques pour mieux gérer les flux dans la ville. Globalement, trois dimensions sont utilisées pour saisir le transport et la mobilité intelligente d'une ville (Sandra Breux et Jérémy Diaz, 2017): (1) l'amélioration des flux logistiques pour assurer une plus grande efficacité des entreprises par une connaissance plus accrue du réseau ; (2) la mise à disposition d'informations numériques en temps-réel aux usagers sur l'état du trafic ; (3) l'aide au développement de modes de déplacement collaboratifs ou alternatifs pour les personnes dans la transition vers une mobilité moins dépendante de la voiture individuelle.

Domaine	Sous-domaine	Description
Transport et mobilité Intelligente	Flux logistique	Examen des flux logistiques auprès des entreprises de la ville et des défis à surmonter.
	Info-transport	Diffusion des informations auprès des usages lors du pré-voyage et surtout, en voyage, dans le but d'améliorer l'efficacité du trafic et du transport ainsi que d'assurer une expérience de voyage de haute qualité.
	Mobilité des personnes	Développement des modes de transport en commun et des véhicules basés sur des carburants et des systèmes de propulsion respectueux de l'environnement, soutenus par des technologies avancées et des comportements proactifs des citoyens.

Tableau 2–Synthèse du domaine transport et mobilité (Sandra Breux et Jérémy Diaz, 2017)

2.11.1. Du transport à une gestion intelligente de la mobilité

Le transport est un élément essentiel dans notre quotidien et notre société. En se développant, le réseau du transport va avoir un impact économique et social majeur qui va permettre à des territoires d'attirer des habitants et donc des investisseurs ; aux entreprises de se développer ; aux individus d'accéder à l'emploi, la consommation et la culture.

Au siècle dernier, la construction des infrastructures routières ainsi que la généralisation de l'automobile ont structuré nos territoires et transformé nos modes de vie (thèse Quiguer, Stéphanie. Acceptabilité, acceptation et appropriation des Systèmes de Transport Intelligents : élaboration d'un canevas de co-conception Multidimensionnelle orientée par l'activité – 2013).

Malgré sa réussite sociale, le véhicule individuel a de lourdes conséquences environnementales, sanitaires et économiques, dues à son développement massif (Lepeltier, 2001, CAS, 2010 ; 2012) puisque les transports routiers sont les premiers contributeurs de gaz à effet de serre (Commissariat général au développement durable, 2010). De surcroît, la Commission Européenne établit le nombre de morts sur les routes, en 2009, à 34 000 décès sur l'ensemble de l'Union (Commission Européenne, 2011).

La surcharge des infrastructures routières et sa congestion représente un coût économique estimé à 1% du PIB des Etats membres (International Transport Forum, 2007). Enfin, la flambée des prix des hydrocarbures fragilise les pays importateurs comme ceux de l'UE. « Si nous ne résolvons pas cette dépendance à l'égard du pétrole, notre capacité à nous déplacer – de même que notre sécurité économique – pourrait être gravement affectée, avec d'importantes conséquences pour l'inflation, la balance commerciale et la compétitivité globale de l'économie européenne » (Commission Européenne, 2011, p.3).

Afin de faire face à ces défis, des objectifs ambitieux ont été mis en place (ibid.) : réduction des émissions de gaz à effet de serre de 60% d'ici à 2050 ; tendre vers le « zéro décès ». Le mouvement qui est porté par une volonté politique, tend à devenir de plus en plus partagé, et s'accompagne d'évolutions significatives en termes d'usages et d'innovations, du point de vue des gestionnaires des infrastructures mais aussi des utilisateurs, appuyés par le développement de systèmes technologiques de plus en plus performants.

Peu à peu, le terme transport disparaît pour laisser place à la mobilité, qui est la fonction de se déplacer avec toutes les possibilités numériques et physiques offertes. Du point de vue de certains, cette transformation s'explique par le fait que la possession d'une voiture n'est plus une nécessité pour la nouvelle génération, elle devient une commodité plutôt qu'un luxe ou un plaisir (CAS, 2010).

Les déplacements se font de manière plus raisonnable et nos sociétés voient de nouveaux services se développer. On observe par exemple :

- Une réduction des déplacements en automobile (Ollivro, 2009) ;
- Une forte croissance d'utilisation des transports collectifs (Gart, 2011) qui offre désormais de nouvelles perspectives en termes de qualité de service, contrairement à autrefois où ses utilisateurs n'étaient que des jeunes ou des personnes à faibles revenus.
- Le développement du covoiturage ou autopartage (partage de véhicules) ;
- Un retour des usages des modes doux (vélos, marche à pied) ;
- Une consommation et des démarches administratives qui s'effectuent de plus en plus à distance, via internet.
- L'apparition de l'intermodalité (Margail, 2000 ; Ménerault, 2006) : capacité d'enchaîner plusieurs modes, au cours d'un même trajet.

Avec la transformation des modes de développement, la société progresse. Les TIC (Technologies de l'Information et de la Communication) et les systèmes de géolocalisation jouent désormais un rôle essentiel dans pour la gestion de la mobilité des biens et des personnes (Ertico&Navtech, 2002a ; US-DOT, 2008 ; CAS, 2012).

La disponibilité constante d'internet offre un accès quasi-continu à l'information en mobilité. L'utilisation des ITS (Systèmes de Transport Intelligents ou Intelligent Transport Systems), par

les organisations publiques et privées, est motivée par une optimisation nécessaire des déplacements mais également par les opportunités qu'elles créent en termes de nouveaux services. Ces systèmes technologiques deviennent un atout fondamental qui permettrait à court-terme, de répondre aux enjeux environnementaux, économiques et sociaux que les pouvoirs publics doivent affronter (Bonnaïfous, 1999 ; Commission Européenne, 2011 ; CAS, 2012). Ils sont aussi un vecteur d'innovation et de croissance considérable pour les acteurs privés (ITS America, 2011). Malgré les incontestables succès et les opportunités offertes par ces dispositifs,

« Forcer de constater que les ITS ne se développent pas à la vitesse imaginée par les spécialistes, lorsqu'ils ont commencé à parler de ce concept, il y a une vingtaine d'années » (Nouvier, 2009, p. 19). En effet, malgré le grand succès et les nombreuses opportunités offertes par ces dispositifs, un certain nombre d'obstacle est apparu en termes de transparence des usages, de compétences à déployer et d'évaluation concrète de leurs apports (ibid.).

En France, la problématique du déploiement des ITS est souvent abordée par une tentative de recouvrement entre un pôle technologique, poussé par les fournisseurs de systèmes, et un pôle politique, orientant les priorités et cadres de déploiement (Ministère de l'Ecologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, 2011b). Dès lors, l'utilisateur est sous-estimé et écrasé entre des deux pôles. L'enjeu de transformation de l'activité des acteurs du système, qui était un point sensible pour la réussite de certains déploiements (COMOAR, 2011), ne s'appuie sur aucune méthode, ni même aucune définition claire.

Or, pour permettre un déploiement coordonné des ITS, il est nécessaire de concevoir un passage de l'invention à l'innovation, c'est-à-dire un processus social et économique par lequel une nouveauté technique ou organisationnelle va s'ancrer dans un usage effectif et durable (Alter, 2000, 2002).

Par ailleurs, selon le même auteur, afin de développer un cadre, un certain nombre d'invariants peuvent être proposés afin de résoudre le problème de transformation humaine et sociale avec une réelle valeur ajoutée dans le projet de déploiement du système de transport intelligent.

2.11.2 Système de transport intelligent (STI/STI)

Le système de transport intelligent fait référence à un sous-domaine du transport, impliquant « l'application complète de la technologie de communication, de contrôle et de traitement. Information au système de transport » (Miles & Chen, 2006, page 2). Ils sont généralement représentés par les acronymes anglais de ITS (Intelligent Transportation System) ou STI (version française). « Le système de transport intelligent (STI) est une application avancée. Bien qu'il n'inclue pas à proprement parler de processus intelligents, il vise à fournir des services innovants liés aux différents modes de transport et à la gestion du trafic, afin que les différents utilisateurs

puissent mieux comprendre la situation et permettre à Safer, une utilisation plus coordonnée et « plus intelligente » des réseaux de transport » (Directive 2010/40/UE, p. 1).

Cependant, la traduction littérale du mot « intelligence » a des problèmes de compréhension. Il faut l'entendre au sens de l'information (Ygnace, 2010), c'est-à-dire des capacités de collecte et de traitement des données que les STI apportent au secteur des transports et de la gestion mobile. Ils couvrent tous les différents modes de déplacement, « et prennent en compte toutes les composantes du système de transport - véhicules, infrastructures et conducteurs ou utilisateurs en interaction dynamique » (Miles & Chen, 2006, p. 2). Le support technique des STI, qui allie technologies de l'information et télécommunications, est introduit par le terme de télématique appliquée aux transports. Top of Form.

2.11.3. Objet et périmètre des ITS

D'une manière générale, on peut dire que le système de transport se compose de deux pôles :

- Les cotations disponibles, reflétées dans les véhicules, les infrastructures et les services ;
- La combinaison des besoins de mobilité du personnel (usagers) et du transport de marchandises. Cette offre et cette demande ne se chevauchent souvent pas, ce qui entraîne des situations problématiques (congestion, immobilité, etc.) liées à l'inadéquation entre leurs caractéristiques.

L'ITS interviendra à l'interface entre ces deux extrêmes, en essayant de fournir un service qui peut optimiser l'offre et la satisfaction de la demande grâce à l'utilisation des TIC et de la géolocalisation (Global Navigation Satellite System), en tenant compte de leurs limites inhérentes et systémiques (Par exemple, la réduction des gaz à effet de serre ou de la congestion des réseaux de transport).

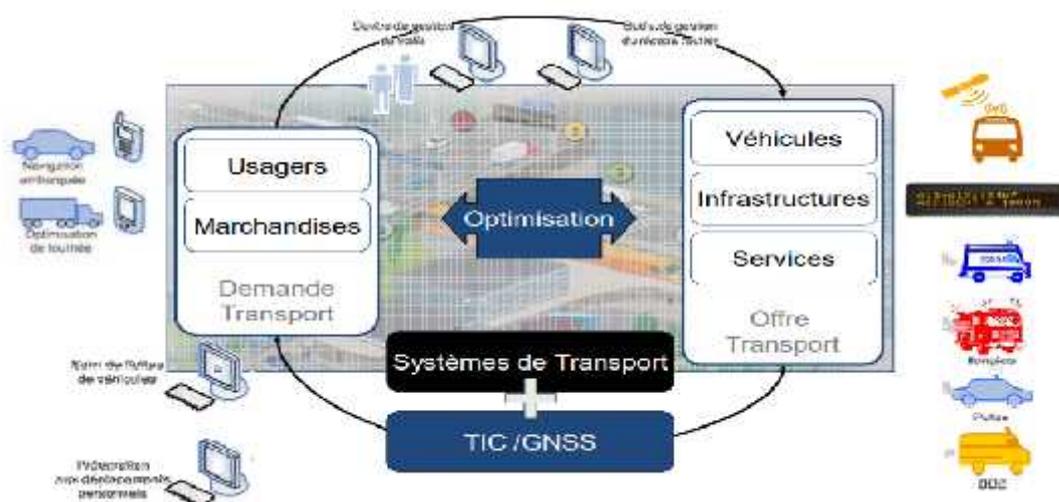


Fig. 4 Les systèmes de transport intelligents - Production interne et Bretagne -(Acceptabilité, acceptation et appropriation des Systèmes de Transport Intelligents : élaboration d'un canevas deco-conception multidimensionnelle orientée par l'activité Stéphanie Quiguer,20 fe 2013

D'une part, l'ITS optimisera sa structure (par exemple en attribuant des voies ou en adaptant les itinéraires de bus en fonction des usagers qui souhaitent les utiliser) pour la rendre plus fluide, etc...

2.11.4. La notion de système d'information (SI)

Le second concept de base des ITS repose sur sa capacité à gérer de l'information au sein du système de transport (Miles & Chen, 2006). nous définissons un système d'information comme « un ensemble organisé de ressources : matériel, logiciel, personnel, données, procédures... permettant d'acquérir, de traiter, de stocker des informations (sous forme de données, textes, images, sons, etc.) dans et entre des organisations » (ibid., p. 3) Ainsi, nous considérons que les dispositifs d'électronique embarquée (correcteurs de trajectoire, radars anticollision, etc.), qui régulent la conduite d'un véhicule en réaction à un comportement de ce même véhicule et sans interaction avec une autre composante du système de transport, ne constituent pas en soi des ITS. Ce positionnement nous est propre et n'est pas nécessairement partagé par l'ensemble de la communauté des ITS (Ertico&Navtech, 2002a). En nous appuyant sur l'ouvrage de Reix (2004), Le pivot d'un système d'information réside dans la notion d'organisation de ressources finalisées pour répondre à des objectifs. Pour Reix (2004), un SI résulte d'une construction dont le but est de répondre au mieux à des objectifs que les utilisateurs futurs assignent au système. Ce qui est au cœur d'un Système de Transport Intelligent.

Ces fonctionnalités et services portés par les ITS peuvent être modélisés sous la forme d'une chaîne d'information (figure 2), comprenant « l'acquisition de données (issues du système de transport), les communications, le traitement de données, la diffusion de l'information et l'utilisation de l'information (à des fins de soutien aux utilisateurs des STI en matière de décision et de contrôle) » (Miles & Chen, 2006, p.42). Des facteurs externes interviennent dans cette chaîne d'information, comme par exemple les conditions météorologiques, les niveaux de pollution de l'air.

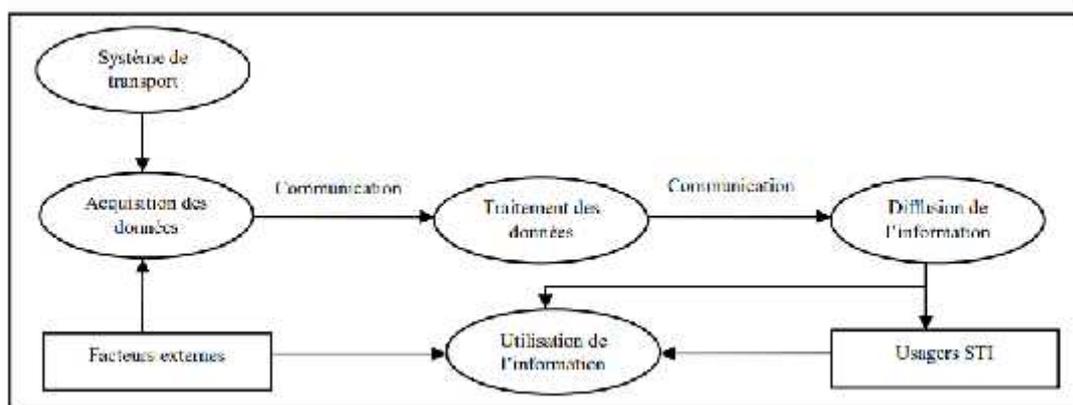


Fig. 5 La chaîne d'information des ITS (Miles et Chen, 2006)

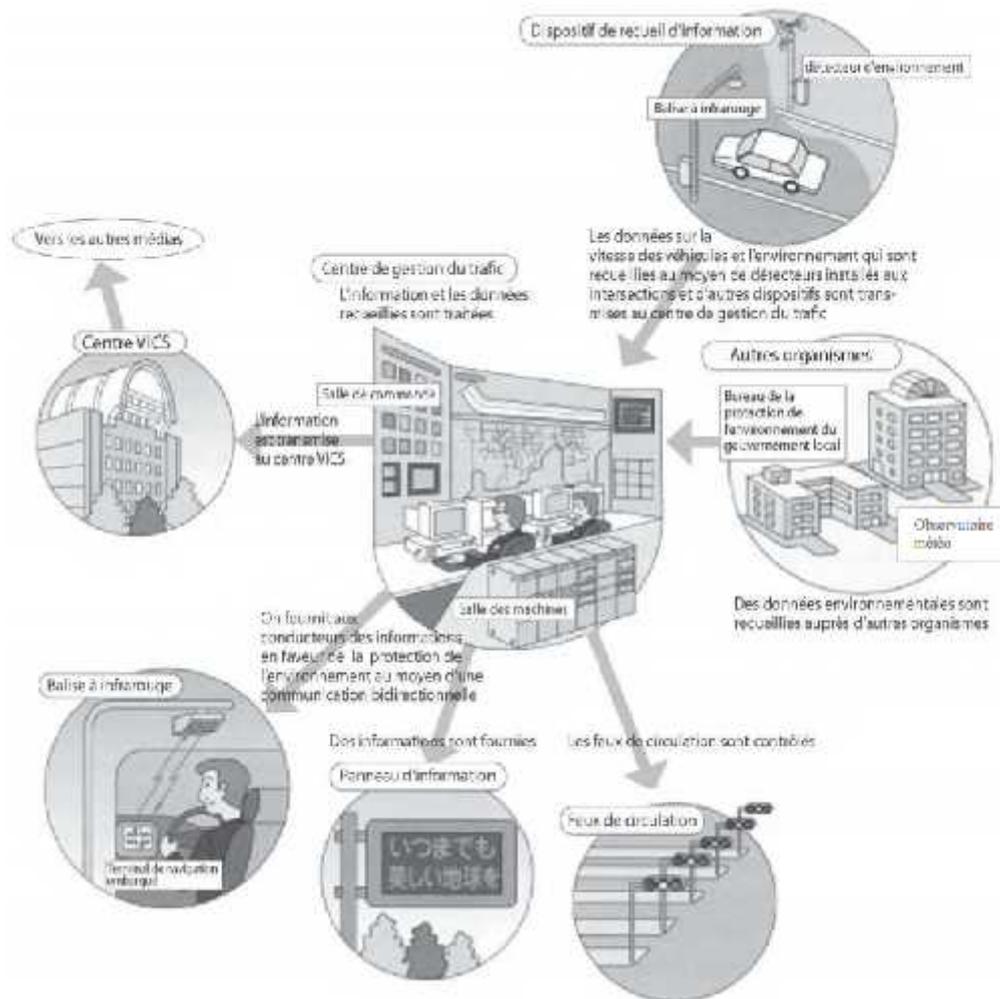


Fig. 6 Architecture de système de transport intelligents mis au point par la police japonaise
(Japon traffic Management Technoly Association, Miles et Chen 2006)

2.11.5. Les domaines d'application des ITS

Les problématiques de la mobilité changent d'une manière rapide et sont facteurs d'innovations créant ainsi de nouveaux usages qui se développent.

Depuis 2009, les travaux sur les réseaux électriques intelligents ou Smart Grids ont connu une amélioration très importante et cela est due aux de nouvelles réflexions et possibilités offertes en matière de mobilité électrique offrant ainsi un large champ d'applications des ITS au croisement du transport et de la gestion de l'énergie électrique.

D'autre part, les réseaux sociaux qui a connu un développement assez récent a permis d'acquérir des données et cela à partir de la production d'informations par les usagers ou Crowdsourcing (Asfora&Bousquié, 2011).

L'instance de normalisation internationale ISO a fait un effort considérable à travers le comité de normalisation TC204. La norme 14813 dans sa dernière version (RT14813- 1:2007) propose une

classification des services aux utilisateurs des ITS au regard de onze domaines (tableau ci-dessous): l'information des voyageurs; la gestion et l'exploitation du trafic; les services embarqués – aide au conducteur et contrôle des véhicules; le transport de marchandises et l'exploitation des véhicules commerciaux; l'exploitation des transports en commun; les services d'urgence; le paiement électronique; la sûreté personnelle; la surveillance des conditions météorologiques et environnementales; la gestion et coordination des interventions en cas de catastrophes; la sûreté nationale.

Information aux voyageurs	1.1	Information préalable aux déplacements
	1.2	Information en cours de déplacement
	1.3	Information sur les services de voyage
	1.4	Guidage routier et navigation – avant les déplacements
	1.5	Guidage routier et navigation – en cours de déplacement
	1.6	Soutien à la planification des déplacements
Gestion et exploitation du trafic	2.1	Gestion et contrôle du trafic
	2.2	Gestion des incidents liés au transport
	2.3	Gestion de la demande
	2.4	Gestion de l'entretien de l'infrastructure des transports
	2.5	Surveillance policière et contrôle du respect de la réglementation
Services embarqués – Aide au conducteur et contrôle de véhicules	3.1	Amélioration de la vision
	3.2	Conduite automatisée du véhicule
	3.3	Prévention des collisions
	3.4	Préparatifs de sécurité
	3.5	Déploiement de dispositifs de retenue avant la collision
Transport de marchandises et exploitation de véhicules commerciaux	4.1	Prédétermination des véhicules commerciaux
	4.2	Processus administratifs liés aux véhicules commerciaux
	4.3	Inspection automatisée en bordure de route
	4.4	Contrôle de sécurité à bord des véhicules commerciaux
	4.5	Gestion des parcs de véhicules de transport de marchandises
	4.6	Gestion intermodule de l'information
	4.7	Gestion et contrôle des centres intermodaux
	4.8	Gestion des transports de marchandises dangereuses

Tableau 3 : services aux utilisateurs des STI selon la classification ISO (RT14813-1 :2007),
extrait de Miles et Chen (2006, p.15)

2.12.Synthèse :

Dans ce chapitre, nous avons exposé plusieurs concepts qui nous ont semblé utiles pour la compréhension de la thématique de recherche. L'étude du concept « SMART CITY » à travers sa définition, ses composantes son évolution nous a permis d'avoir toutes les données théoriques nécessaires à ce sujet, vient s'ajouter à cela le concept « SIG » qui lui traite de l'information géographique ainsi que tous ses composantes. Enfin, nous avons défini le concept « ITS », et énuméré quelques exemples qui traitent de la concrétisation de ces concepts dans des villes, offrant une base de données pouvant servir comme outil d'analyse et de comparaison avec le cas d'étude.

III. Cas d'étude

3.1.Introduction :

Ce chapitre cible le cas d'étude de notre recherche. A travers une méthodologie basée sur la mise en application des données théoriques recueillis dans le chapitre précédant sur un cas réel, à savoir la ville d'Oran, que nous présenterons dans son état de fait ainsi que ses orientations urbanistiques et ses infrastructures pour finaliser avec une démonstration sur une extension « NETWORK » du logiciel ARCGIS en prenant un quartier d'Oran « LISTO » à titre d'exemple et une rétrospective des applications similaires.

3.2.Présentation du contexte d'étude

La ville d'Oran fait partie des villes d'Alger dont la préoccupation dépasse largement le périmètre de la ville. Les autorités publiques se sont fixées comme objectif de rendre la ville d'Oran non seulement un 'Pôle de Compétitivité' dans la polarisation triangulaire (Oran – Sidi Belabbes – Tlemcen) pour générer un ensemble de compétitivité régionale, mais aussi à l'inscrire dans un espace émergent transfrontalier maghrébin et euro-méditerranéen. (Rapport sur le nouveau pôle d'Oran, 2017).



Fig. 7 : le contexte transfrontalier Maghrébin et méditerranéen d'Oran



Fig. 8 : le contexte régional et métropolitain de la ville d'Oran

Orientations du SDAAM

L'objectif est d'arriver à un recentrage de la croissance urbaine à travers les projets de Renouvellement urbain / Restructuration du territoire urbain d'Oran avec ses (06) communes (mobilité urbaine, niveau d'équipements et de services métropolitain, requalification urbaine des quartiers, corridor vert, protection des terres agricoles).

Orientations du P.A.W

L'objectif global consiste à organiser le territoire à travers une métropole attractive et compétitive capable d'impulser le développement économique et social d'une région.

L'objectif spécifique se base sur l'aménagement des projets porteurs et productifs afin de maîtriser l'étalement urbain, préserver les ressources naturelles, créer une image forte du territoire et offrir des espaces viables.

Orientations du P.D.A.U (en cours de révision)

- La dimension du devenir de la ville d'Oran comme métropole internationale.
- L'étalement urbain et ségrégation sociale.
- Fragmentation spatiale : essaimage des fragment suburbains comme simple addition et juxtaposition des nouvelles entités urbaines avec une faible polarisation.
- Remise à niveau du territoire urbain à travers la nouvelle mobilité, et apparition des émergences urbaines et architecturales qui ne favorisent pas la cohérence et la consolidation du territoire.
- Résorption des différents plans-programmes mis en place.
- Réappropriation des charges patrimoniales (urbaines, architecturales, paysagères et culturelles) dans la reconstruction du territoire d'Oran.

Il s'agit alors pour les autorités publiques de travailler sur deux axes dont l'un est la tendance en cours de métropolisation de l'aire urbaine d'Oran, quant au deuxième axe c'est celui de relancer le débat urbanistique entre les différents acteurs urbains sur les enjeux du devenir de la ville d'Oran.

Le Front de mer/littoral

- **Identité de la zone** : barrières géomorphologiques et fermeture du front de mer par les infrastructures portuaires et de communication / littoralisation des activités urbaines.
- **Phénomène urbain** : Reconquête du front de mer à travers des projets structurants (résidences et équipements touristiques).



Fig. 9.10.11.12 : Le Front de Mer/littoral–Reconquête de la façade maritime

L'Espace Central

- **Identité de zone** : Espace référentiel patrimonial/dégradation socio-urbanistique et architecturale.

- **Phénomène urbain :** réhabilitation du patrimoine urbain et architectural en cours. Rénovation urbaine brutale– Démolition /reconstruction.

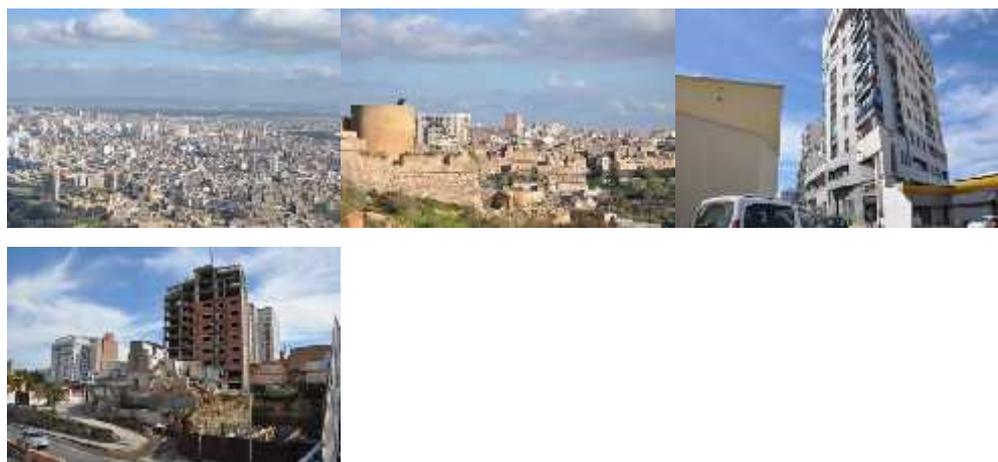


Fig. 13.14.15.16 : Espace Central – Réhabilitation ou Rénovation /Exurbanisation

L’Espace Péricentral /Périphérie suburbaines

- **Identité de la zone :** Urbanisation fragmentaire et Discontinuité urbaine /Friche industrielle.
- **Phénomène urbain :** Densification des espaces interstitiels / Développement de nouvelles centralités /Extension urbaine densifiée.



Fig. 17.18.19.20: Espace Péricentral /périphérie suburbaines – Densification et Extension planifiée

L’Espace Péricentral / Périphéries urbaines

- **Identité de la zone :** Urbanisation fragmentaire et Discontinuité urbaine /Friche industrielle.
- **Phénomène urbain :** Densification des espaces interstitiels / Développement de nouvelles centralités/Extension urbaine densifiée.



Fig. 21.22.23.24: Espace Péricentral /périphéries urbaines–Densification et Extension planifiée

Ex-croissance Urbaine et Espace Périurbain

- **Identité de la zone** : Pôles urbains secondaires satellitaires / accroissement de la mobilité / densité de la population / déséquilibre urbain.
- **Phénomène urbain** : Remise à niveau-intégration à l'aire métropolitaine.

L'Espace Rural

- **Identité de la zone** : Paysage naturel et agraire avec des limites variables.
- **Phénomène urbain** : Extension urbaine.



Fig. 25.26.27.28: Espace Rural– Expansion urbaine et Rurbanisation

En conclusion, le site d'intervention croise les trois (03) thématiques urbaines, à savoir : Ex-croissance /Périphéries urbaines– Espace Périurbain– Espace Rural.

3.3. Infrastructures de mobilité

La localisation et l'implantation des infrastructures est décisive pour les besoins de mobilité et de transport du nouveau pôle urbain d'Oran.

A l'heure actuelle, le besoin de se déplacer dans la même journée est devenu plus qu'une nécessité et cela pour différentes raisons (travail, faire de achats, se divertir, etc...) et pour se faire on utilise différents moyens de se déplacer (l'automobile, bus, train, métro, tramways, avion, ect...)

3.3.1 Les types de moyens de transport

Comme toutes grandes villes, le système de transport de la ville d'Oran EST est un système diversifié. Il contient différents types de moyens de transport, ce qui lui donne une plus grande capacité à couvrir les zones urbaines les plus importantes et à accueillir les usagers et les visiteurs quotidiens. Plusieurs déplacements peuvent recouvrir un seul motif en utilisant divers modes de déplacement. Ces derniers peuvent être classés selon différents critères, comme c'est présenté dans le tableau au-dessous :

Critères		Types	
		Transport individuel	Transport en commun
Moyens utilisés	Modes motorisés	Véhicule particulière, Les deux-roues	Taxi, Métro, Bus, Train, Tramway, Téléphérique, Avion, Bateau...
	Modes non motorisés	La marche à pied, vélo	

Tableau 4 - types de moyens de transport (direction de transport)

3.3.2. Les modèles de système de transport en commun

Les systèmes de transport en commun sont classés en plusieurs catégories :

- Les systèmes de transport non guidés,
- Les systèmes de transport guidés tels que le tramway et le métro,
- Les systèmes hybrides.

Le réseau d'autobus est le système de transport non guidé le plus répandu. L'avantage du bus est de pouvoir contrôler son itinéraire. L'absence d'une infrastructure dédiée induit un coût d'exploitation peu important et permet de desservir des zones à faible densité de population. Les principaux inconvénients des systèmes de transport non guidés sont leur grande instabilité face à un événement instantané, leur totale dépendance vis-à-vis de la circulation routière, et leur gestion du personnel qui est lourde et difficile. Les inconvénients, de ce mode de transport, ont conduit les exploitants des grandes agglomérations à l'utiliser en complément d'autres systèmes guidés.

La principale caractéristique des systèmes de transport guidés est qu'ils sont exploités en sites propres. Par conséquent, ils ne sont pas totalement dépendant de la circulation à la différence du métro qui dispose réellement d'un site propre, le tramway est plus ou moins dépendant de la circulation du fait qu'il emprunte généralement les voies routières.

Le tableau suivant montre quelques avantages et inconvénients des systèmes guidés et non guidés :

Mode de transport	Avantages	Inconvénients
Non guidés (Bus)	-Souplesse dans le choix d'itinéraire. -cout d'exploitation peu important.	-Instabilité face à un évènement instantané. -Totale dépendance vis-à-vis de la circulation. -Gestion du personnel lourde et difficile.
Guidés (Tramway, Métro, train)	-Une exploitation en site propre. -Une limitation stricte des mouvements autorisés.	-Dimensions réduites des réseaux. -Des structures de ligne simples. -Fréquence d'exploitation faible. -Comportement des usages, ceux-ci arrivent aléatoirement en station.

Tableau 5 - modèles de système de transport en commun (direction de transport)

Certaines grandes et moyennes agglomérations à l'instar de la ville Oran ont opté pour un système de transport hybride qui comprend une partie en site propre et une partie en circulation normale. Le choix d'un système de transport doit dépendre du nombre de personnes susceptibles de l'emprunter quotidiennement. Le métro et le tramway sont réservés aux villes possédant une forte densité de population susceptible de les emprunter tous les jours. Ce type de réseaux se distingue par :

- Un réseau typique limité aux dimensions d'une ville. Il est en outre caractérisé par des temps de parcours généralement petits entre des points d'arrêts successifs
- Des structures de lignes simples et interdépendantes les unes des autres
- Des fréquences d'exploitation élevées. Elles sont autorisées par les structures des lignes et sont nécessaires pour répondre à la demande des passagers.

3.3.3. Les modes de transports en commun de la ville d'Oran

Le réseau de transport en commun de ville d'Oran comprend deux modes de transport, les bus et le tramway.

Le tableau suivant présente quelques statistiques sur les transports publics pour wilaya d'Oran.

Ligne	Nombre de Revendeurs	Nombre de bus/ Rames	La capacité
Tramway	01	20	350 Person pour chaque rame
Urbain	782	1194	69442

Semi-Urbain	884	1174	37510
ETO	01	158	15800

Tableau 6 - Les modes transport en commun de la ville d'Oran (direction de transport)

3.3.3.1. Les bus

Ce mode se compose de lignes urbaines et de lignes semi-urbaines. Le transport collectif par bus est un aspect important du transport urbain dans la ville, où les lignes de bus sont indiquées par des chiffres ou des lettres ou les deux.

Ce mode comprend la Société publique des transports urbains et périurbains d'Oran « ETO » et les concessionnaires privés. Le tableau suivant montre les lignes communes entre les privés et l'ETO :

Nom ligne	Nombre de revendeurs	Départ	Arrivé	Nombre de BUS	Nom de ligne
101	7	Place Zeddour Ibrahim	Lotissements		/
03	3	Place Zeddour Ibrahim	Hai kara 02	3	16
06	21	Jardin Publique	El karma	25	/
102	3	Palais de sports	Hai Ennore	25	/
103		Pôle universitaire belgaide	Gare	/	
			Elbahia		
12	10	Es-Sénia	Ain Elbaida	11	/
17	17	Place Ben Daoude	Hai coca	19	/

18	38	Sidi Elhouari	Hai Yaghmoracen	41	/
28	32	Dar El hayat	Hai 404 log	44	/
29	26	Gare SNTF	Hai felaoucen	30	/
34	53	Place El Mokrani	Hai G Cherif Hahia	66	/
37	54	Place Ben Daoude	Hai Ben Arba	70	8
39	45	Palais de sports	Hai Ennejma	53	/
41	42	Palais de sports	Sidi Elbachir	54	/
49	10	Palais de sports	Cité Petite lac	11	/
4G	68	Hai Yaghmoracen	Station USTO	85	/
51	55	Palais de sports	Hai Elyassamin	67	5
59	11	Palais de sports	Sidi Echahmi	14	/
61	8	Pôle universitaire belgaide	Hai Essabah	8	/
71	5	Hai Ibn Rochd	Hai Ben daoude	5	/
B	58	Avn Fares Elhouari	Hai Essiddikia	77	8
C	9	Hai belgaide	Avn colonelle Lotfi	9	9
H	2	Hai Ben Arba	Hôpital Canastel	34	/
P1	28	Pôle universitaire belgaide	Lycée Lotfi	31	14
S	3	Palais de sports	Pôle universitaire belgaide	17	/
Elbarki-Hai Ennejma	32	Elbarki	Hai Ennejma	34	/
Elbarki-Hai Elamel	18	Elbarki	Hai Elamel	18	/
Elbarki-Sidi Echahmi	2	Elbarki	Sidi Echahmi	2	/
Es-Sénia-Sidi Echahmi	10	Es-Sénia	Sidi Echahmi	12	/

Tableau 7 – Les lignes de bus (direction de transport)

Remarque : Les points de départ et d'arrivé des lignes communes sont différents.

Le tableau suivant montre les lignes utilisées uniquement par la société publique des transports urbains et périurbains d'Oran ETO

Nom de ligne	Nombre de bus	Départ	Arrivé
16	3	AADL 2500 log Ain baida	Gare SNTF
23	7	Gare routière Elbahia	Place 1 ^{er} Novembre
50	2	4500 log hayatErrejnci	Palais de sports
52	2	4500 log hayatErrejnci	Lycée Lotfi
53	6	Hai Belgaid 4400 log	Avn colonelle Lotfi
54	7	Hai Belgaid 2000 log	Avn colonelle Lotfi
A	5	Hai Les amandes	Hai 4500 log
G01	3	Hai 2000 log	Gare routière Elbahia
K03	6	Palais de sports	Hai El amal
NAVETTE	2	Aéroport Ahmed Ben Bella	Université Es-Sénia

Tableau 8 – Les lignes utilisées uniquement par ETO

Le tableau (9) présente la description de chacun des lignes de l'entreprise ETO d'un point de vue distance, nombre d'arrêts, le temps de trajet, le temps de battement au niveau des arrêts terminus, le temps d'attente au niveau des arrêts intermédiaires, nombre de véhicules, et la fréquence de passage des véhicules affectés pour une ligne donnée.

	Ligne <i>U</i>	Ligne <i>B</i>	Ligne <i>P1</i>	Ligne 11	Ligne 37	Ligne 51
Distance (km)	9	13	12	10	10	11
Début	Place 1er Novembre	Les Amandiers	Lycée Lotfi	Place 1er Novembre	Ville <u>nouvelle</u>	Place 1er Novembre
Fin	Université <u>d'Es senja</u>	Cité AADL	Pole Universitaire	Hai <u>Essabah</u>	Cité AADL	Hai <u>Ben Arba</u>
Nombre d'arrêts (stations)	17	26	19	21	18	22
Temps de trajet (Mn)	40-45	40-45	45-50	50-55	45-50	40-45
Temps de battement (Mn)	1 - 2	1 - 2	1 - 2	1 - 2	1 - 2	1 - 2
Temps d'attente (Sc)	30-45	30-45	30-45	30-45	30-45	30-45
Nombre de véhicules	12	18	14	12	14	12
Fréquence de passage (Mn)	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12	6-12

Tableau 9 - Caractéristiques des lignes de l'entreprise ETO

3.3.3.2 TRAMWAY

A Oran, pour répondre à l'exigence d'une métropole méditerranéenne, des projets ont été lancés pour l'amélioration du transport collectif. La politique de transport en Algérie continue à favoriser le transport de masse par l'injection de plus de véhicules dans le transport collectif et par le lancement de projet de tramway notamment à Oran. La ligne de tramway s'étend entre l'université d'Es-Sénia et la future gare des bus de Sidi Maârouf sur 18,7 km de long avec une largeur de 07m, il contient 32 stationnements reliant les principaux endroits de la ville d'Oran.

Le tramway est conçu pour relier les banlieues Sud et Est d'Oran (constituées par les deux grands campus universitaires) et pour desservir le centre-ville et la M'dina Djedida (Ville nouvelle) en passant par la place du 1^{er} Novembre (place d'Armes).

Selon le plan de circulation, le tramway a une capacité de transport d'environ 270 000 voyageurs/jour avec la mise à disposition de 30 rames d'une capacité de 350 voyageurs chacun.



Fig. 29 - la ligne de tramway et ses stations



Fig. 30 - tramway entre hier et aujourd'hui

3.3.3.3. Le Transport Ferroviaire : une opportunité à saisir

Le transport ferroviaire reste mal développé et mal déployé pour le transport de voyageurs et le transport de marchandises à Oran. Ce constat unanime est relevé dans toutes les études. Les statistiques du trafic actuel de voyageurs entre Oran et Es-Senia ne dépassent pas les 430.000 usagers annuellement ce qui reste très insuffisant par rapport aux capacités réelles que peut offrir ce mode de transport.

La création de gare multimodale prévue de sidi Maarouf et celle qu'imposera certainement le noyau urbain d'Oran permettront de renforcer un axe de transport ferroviaire pour les voyageurs et les marchandises.

Le rail reste le moyen de transport le moins développé sur le territoire national comparé à l'effort réalisé dans le développement des moyens de communication aérien, portuaire ou le réseau routier. Il faut noter que le transport ferroviaire représente une solution alternative au transport routier pour soulager le réseau et améliorer la sécurité routière et notamment la protection de l'environnement.

L'occasion est offerte avec la création d'un nouveau pôle urbain pour dynamiser l'utilisation du rail à sa juste valeur dans le Grand Oran.

3.3.3.4. La proximité de l'aéroport d'Oran au projet

Le voisinage de l'aéroport d'Oran au pôle urbain rend inévitable la prise en compte de cette proximité qui aura certainement des impacts positifs sur le nouveau projet. Le nombre actuel de passager annuel à l'aéroport d'Oran atteint les 870000 passagers à l'international et devrait augmenter sa capacité avec la réalisation de l'extension de l'aéroport. Quant aux passagers dans le périmètre national, le nombre est de 400 000 voyageurs.

La construction d'un nouveau (Terminal 2) devrait permettre l'accueil de 2,5 millions de passagers par an. La gare intermodale, train, le métro, le tramway et transports collectifs en corrélation avec le futur site du pole doit faire d'un projet urbain métropolitain d'envergure.

Nous avons présenté d'une manière assez succincte et détaillé les lignes existantes de transport en commun de l'agglomération d'Oran, celle-ci, est considérée comme la deuxième grande ville de l'Algérie, d'où l'importance de cette étude en ce qui concerne la mise en place d'une carte Web interactive dédiée au transport urbain. La partie suivante sera consacrée à exposer les différentes solutions et outils libres nécessaires pour répondre à nos objectifs.

3.3.4. Investigation méthodologique

Une fois que les points d'arrêts de la ligne sont déterminés, nous extrayons la position (les coordonnées géographiques) de chaque arrêt comme le montre la Figure suivante. Les coordonnées obtenues sont stockées sous forme d'un fichier shapefile qui va être exploitée par la suite pour générer les fichiers de transport en commun en format normalisé.



Fig. 31 - arrêts de bus dans la ville d'Oran

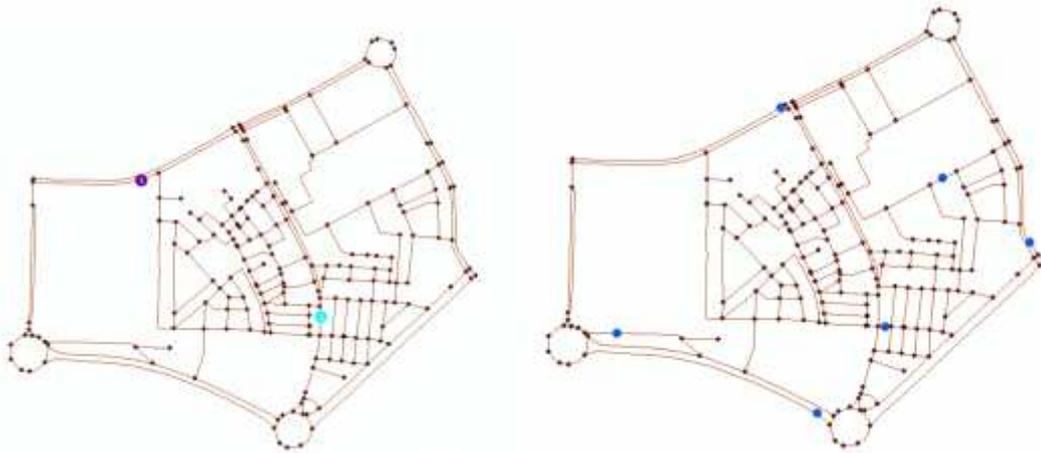
3.3.4.1 .APPLICATION TESTER

A- Analyse Network :

1. **But :** le but de network analyst est de résoudre les problèmes de transport en utilisant des données de représentation réelle des conditions

Dans cette analyse, on va répondre aux questions suivantes :

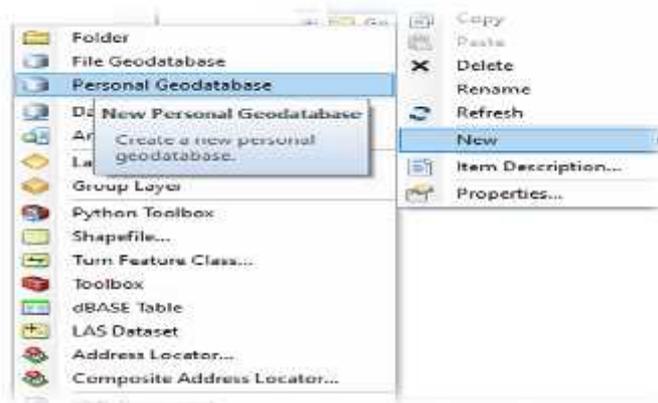
- Quel est le plus court chemin du point 1 au point 2 ?
- Comment visiter plusieurs points de la manière la plus courte ?



B- Les étapes de l'analyse :

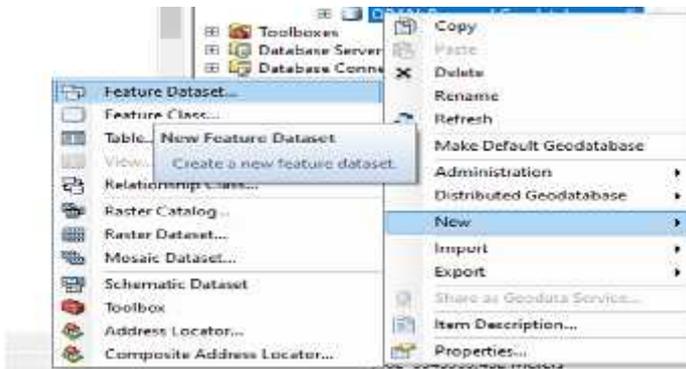
- Un jeu de donnée réseau doit faire à partir d'un jeu de classe d'entité dans une base de données. Alors les premières étapes sont :

1. Création d'une base de données personnel.



2. Création d'un jeu de class d'entité.

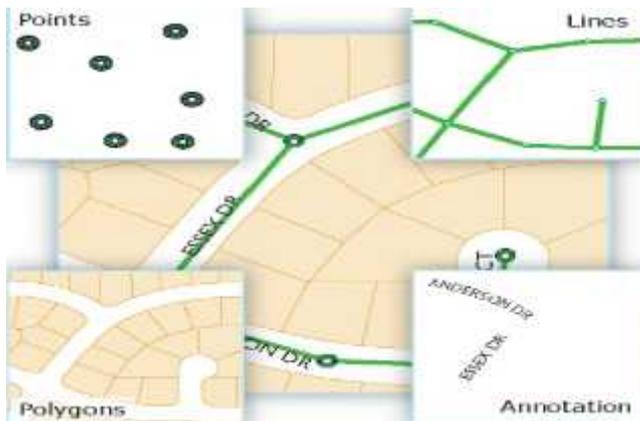
Un jeu de classes d'entités est un ensemble de classes d'entité reliées qui partagent un système de coordonnées commun.



3. Création des classes d'entité.

- C'est quoi une classe d'entité ?

Définition : les classes d'entités sont des objets géographiques possédant une géométrie vectorielle, représentent des ensembles homogènes d'entités communes, possédant toute la même représentation spatiale comme des **Points**, des **Lignes**, des **Polygones** ou des **Annotation**.



➤ Les données de l'analyse :

Dans cette analyse on a fait un test sur une petite zone dans la Wilaya d'oran (Cité USTO).

Les données sont formées selon les étapes mentionnées dans ce qui suit.

Après choisir le système de projection « WGS 84 UTM zone 30 », on clique sur l'outil 'Ajouter des données' .

On choisit 'Ajouter un fond de carte', une fenêtre s'affiche, elle mentionne des différents types de fond de carte disponibles (Imagerie, rues, topographie...etc).

On a choisi 'Imagerie' et le fond de carte est représenté dans les images suivantes.



Fig. 32 : Image Satellite de la ville d'Oran (INCT 2010)



Fig. 33 : Image Satellite de USTO (INCT 2010)

La première image est de l'échelle 1/200.000, et la deuxième est de l'échelle 1/10.000

On utilise ce fond de carte pour digitaliser les routes de cette zone.

4. Remplir la table attributaire.

- Les champs principaux sont : Longueur (la longueur de tronçon), Oneway (la direction de circulation), Minutes (le temps de trajet (en seconds)).

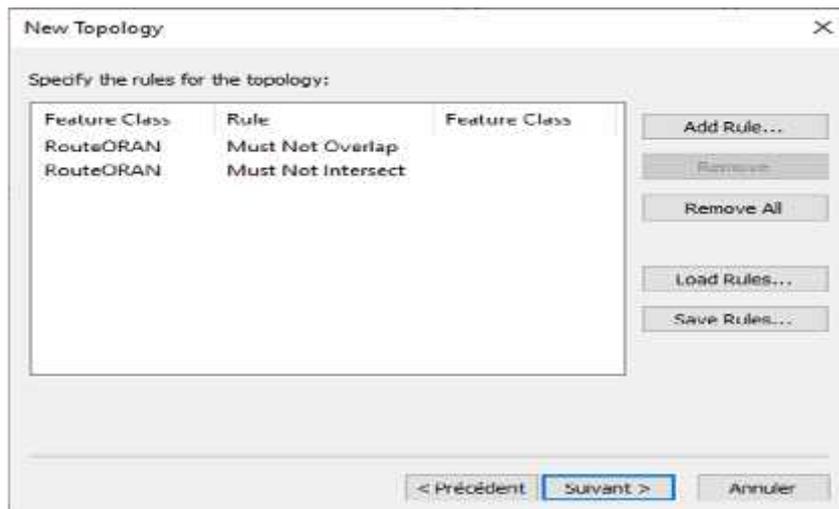


OBJECTID*	Shape*	SHAPE Leng	nom de voi	One way	Minutes	Vitesse	Distance	Vitesse 2	Shape Length
1	Polyline	33,929988	P	T	6,107398	20	33,929988	5,555558	33,908318
2	Polyline	22,186039	P	T	3,993487	20	22,186039	5,555556	22,170647
3	Polyline	327,940961	G	T	39,352915	30	327,940961	8,333333	327,711882
4	Polyline	101,851556	H	F	9,16664	40	101,851556	11,111111	101,781045
5	Polyline	33,061702	YASMIN		3,967404	30	33,061702	8,333333	33,038898
6	Polyline	186,592391	H	F	16,793315	40	186,592391	11,111111	186,463577
7	Polyline	81,061866	D		4,863712	60	81,061866	16,666667	81,004412
8	Polyline	325,815284	SABAH		39,097834	30	325,815284	8,333333	325,585406
9	Polyline	120,474713	SABAH		14,456966	30	120,474713	8,333333	120,390123

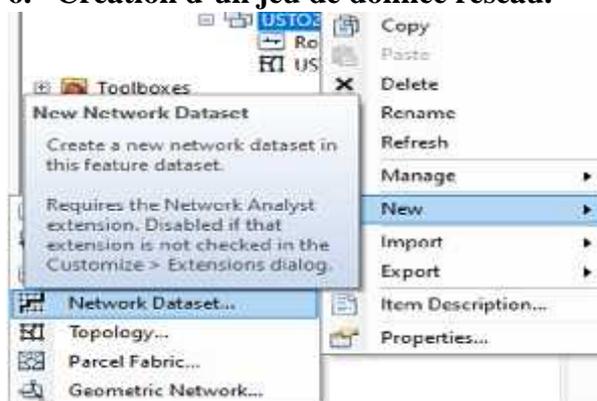
5. Vérification des conditions.

Dans cette partie on va faire une correction technique du réseau routier basée sur des différentes règles, dans cette analyse on a spécifié deux règles :

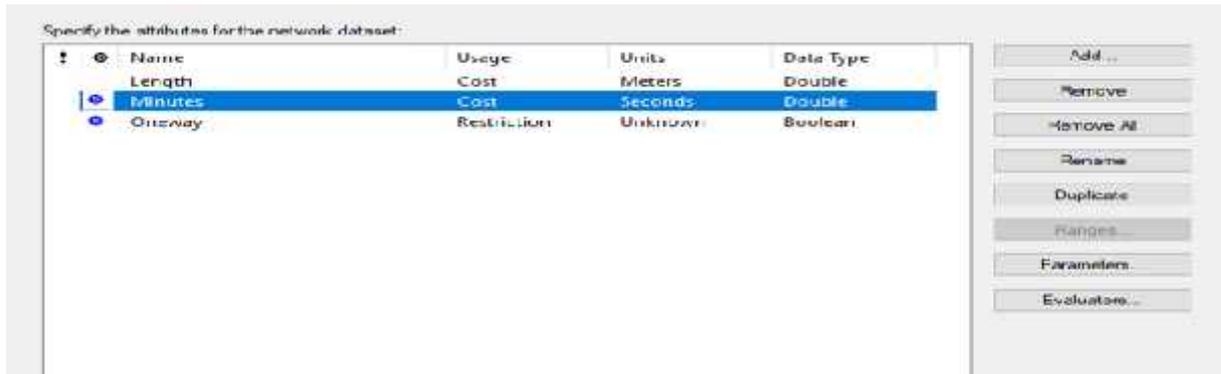
- Ne doivent pas se chevaucher.
- Ne doivent pas s'intersecter.



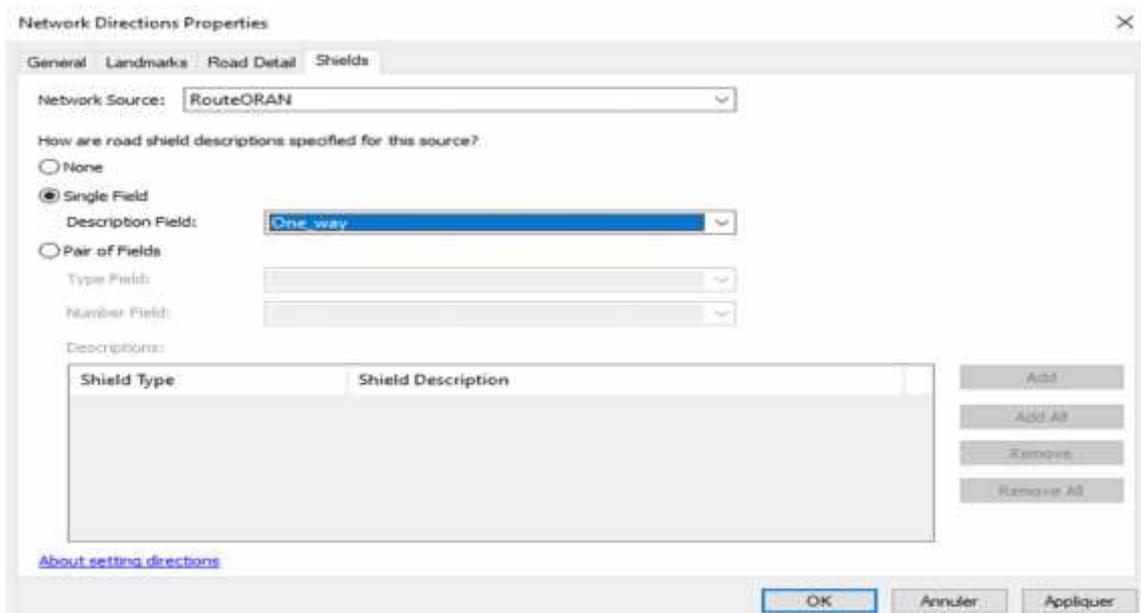
6. Création d'un jeu de donnée réseau.



Les champs principaux ont été identifiés automatiquement, et ils ont été accordé des usages ou bien des utilisations spéciaux (Coût, restriction...).

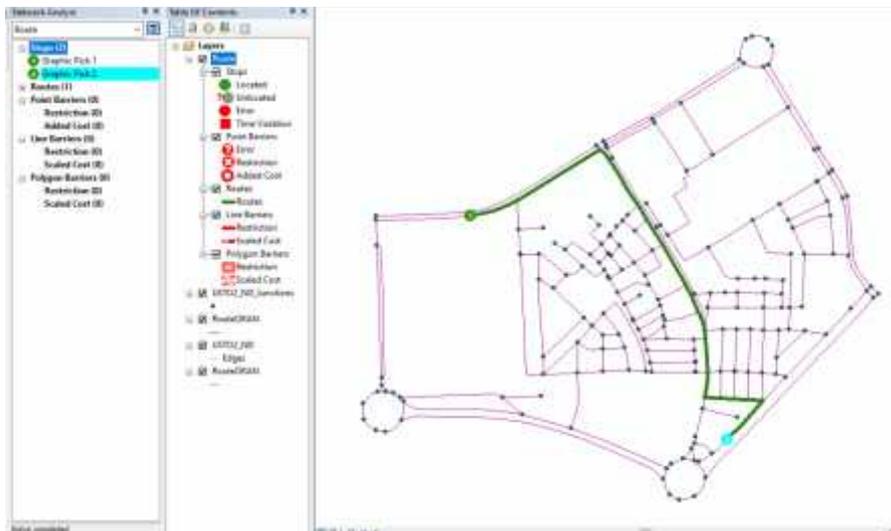


- Cliquez sur **Shields Field** et choisissez **One_way** pour tenir en compte la direction de la route.



7. Affectation de l'analyse.

- Dans la barre network analyst on ajoute new route et on choisit les points de départ et d'arrivé, après on clique sur le bouton **SOLVE**  pour exécuté.



Le plus court chemin entre deux point

- Cliquez sur le bouton **Directions**  pour donner des détails sur ce chemin, comme la distance et le temps de trajet.



3.3.4.2 Model Builder :

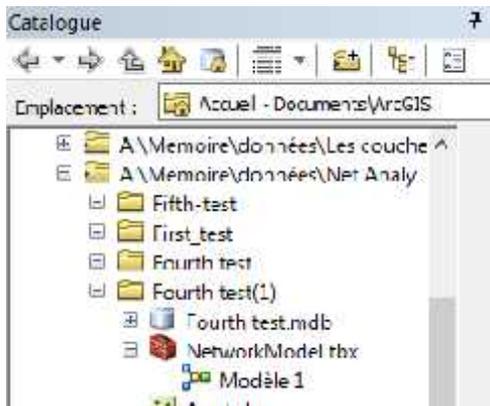
- 1. Définition :** Le Model Builder c'est une application qui permet de rassembler plusieurs tâches dans un seul modèle.

Ces modèles sont des "workflows" qui permettent de concaténer des séquences d'outils de géotraitement, en injectant la sortie d'un outil dans un autre outil. Model Builder peut être comparé à un langage de programmation visuel de création de workflows.

2. Les étapes de la création :

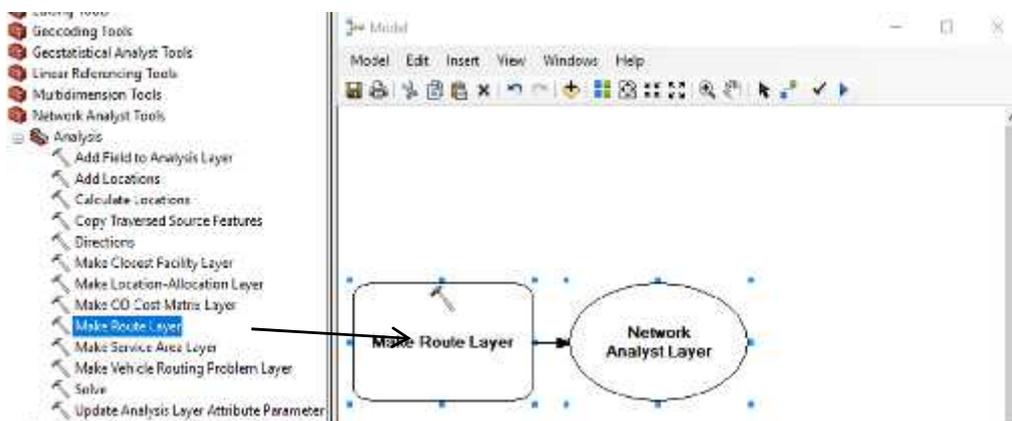
1. Création model Builder :

- Cliquez avec le bouton droit sur la boîte à outils **Network Model** et sélectionnez **Nouveau > Modèle**.
- Un nouveau modèle apparaît dans la boîte à outils, et la boîte de dialogue **Modèle** apparaît.



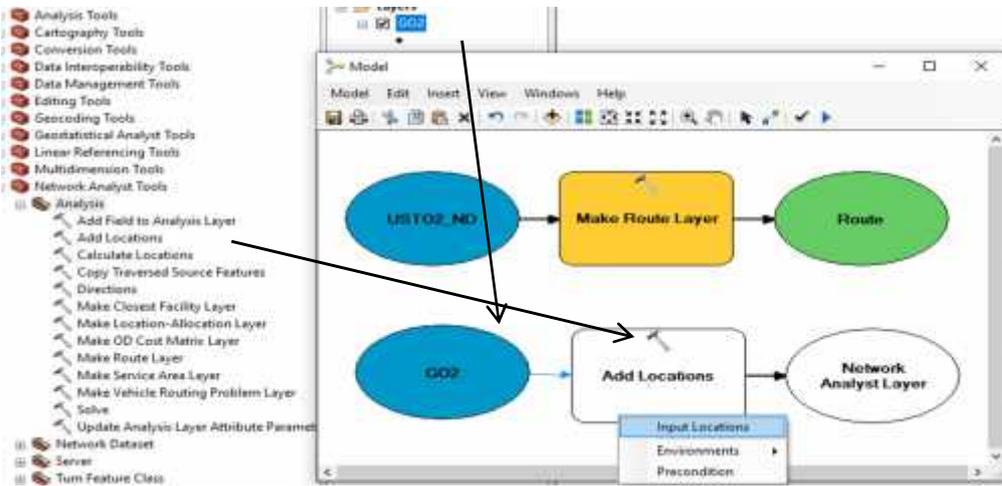
2. Création d'une couche d'itinéraire dans le modèle :

- Dans la liste de boîtes à outils **ArcToolbox**, cliquez sur **Outils Network Analyst**.
- Une liste affiche les jeux d'outils et les outils en rapport avec l'Extension ArcGIS **Network Analyst**.
- Cliquez sur **Analyse**, faites glisser le lien **Make Route Layer** vers la boîte de dialogue **Modèle**.

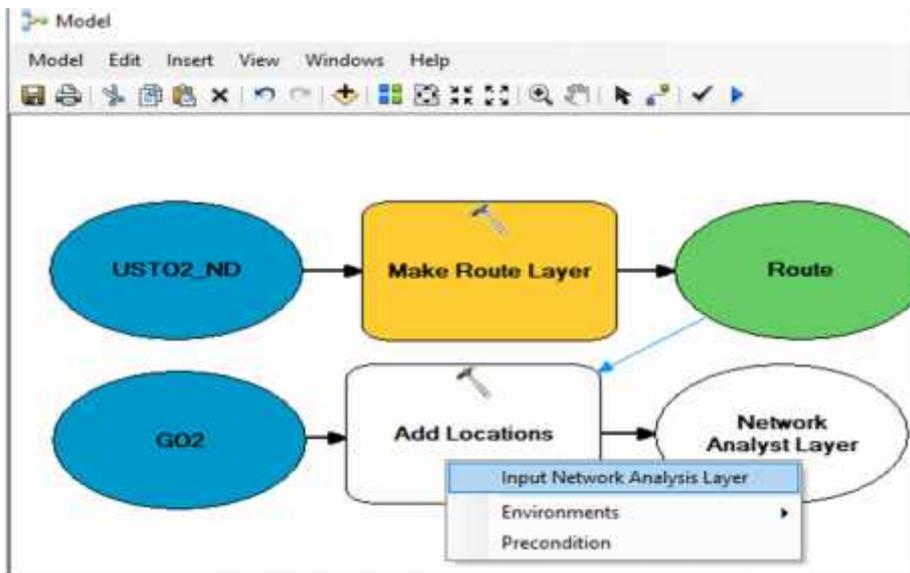


3. Ajout d'arrêts à la couche d'itinéraire :

- Faites glisser l'outil **Add Locations**
- Sélectionnez la couche des arrêts **GO** dans la fenêtre **Tables des matières** et faites-la glisser sur la fenêtre de modèle, et la lier avec **Add Locations** par l'outil **Connecter**
- Cliquez sur **Localisations en entrée** dans le menu contextuel qui apparaît.

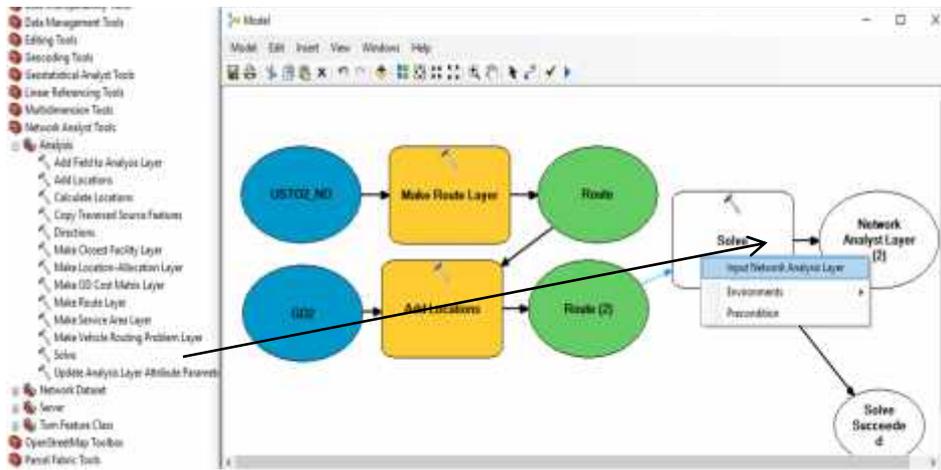


- A l'aide de l'outil **Connecter** , connectez **Route** à **Add Locations**. Cliquez sur **Couche d'analyse de réseau en entrée** dans le menu contextuel qui apparaît.

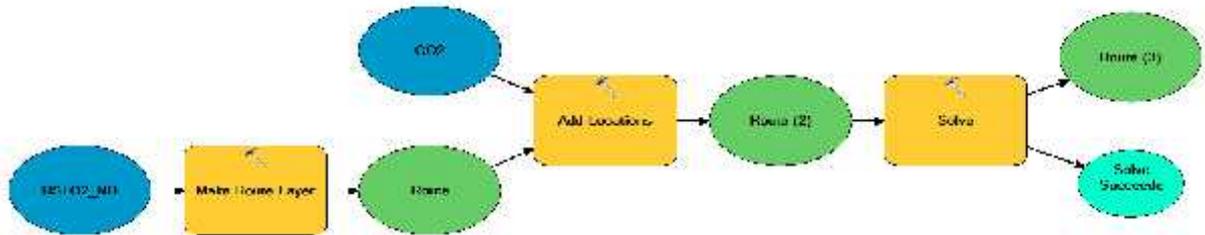


4. Ajout de l'outil Rechercher :

- Faites glisser l'outil **Solve** vers la boîte de dialogue **Modèle**.
- Connectez la couche en sortie, **Route2**, à **Solve**.
- Cliquez sur **Couche d'analyse de réseau en entrée** dans le menu contextuel qui apparaît.

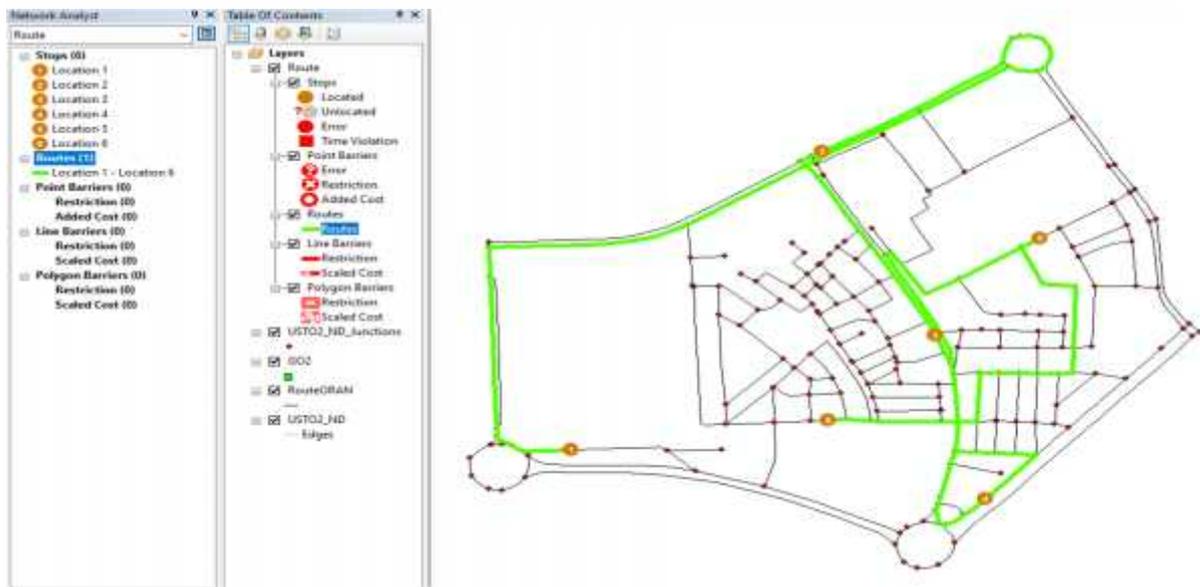


5. Model Builder résultant :



6. Exécution du calcul permettant de rechercher le meilleur itinéraire.

- Cliquez sur le bouton **Exécuter** , et le plus court chemin qui passe par tous les arrêts s'affiche.



3.4. Rétrospective des applications et sites web développés

Nous avons choisi quelques applications qui suivent la même démarche méthodologique de notre travail et sont opérationnelles en Algérie.

1. Application « Yassir »

Yassir est un service de transport innovant qu'on peut utiliser avec son Smartphone n'importe où et n'importe quand.

Il permet à chacun de réserver un chauffeur et de se déplacer en toute sécurité.



2. Application « Winrac »

Il s'agit de l'application Winrac "Où êtes-vous", en dialecte algérien conçue par des jeunes algériens de la startup Labfender dont la caractéristique est de générer des itinéraires en un seul clic, sans aucun besoin pour l'utilisateur de connaître les noms des rues.



3. Site WEB « Ecostat algeria »

Il s'agit de la première plateforme web algérienne à se lancer dans l'information statistique. Edité par une start-up hébergée au Cyber Parc Sidi Abdallah versée dans le contenu web et mobile, ce nouveau site web dédié spécialement à l'information statistique se propose de relever le défi de combler le grand vide tant décrié en matière de l'information statistique en Algérie.



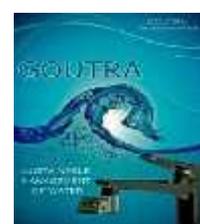
4. Application « Guiddini »

Une entreprise Algérienne spécialisée dans le digital marketing et le commerce électronique en particulier, Guiddini gère plusieurs sites innovants en Algérie avec un plan de lancement prochain dans plusieurs pays.



5. Mécanisme « Goutra »

Est un système d'économie de l'eau basé sur un dispositif électronique, qui peut être adapté à la sortie de tous type de robinet, pour assurer la mesure et l'affichage de consommations d'eau en temps réel sur le robinet, pour chaque utilisation de robinet, le dispositif envoi par un réseau sans-fil les mesures de consommations à un appareil de stockage qui collecte les données des mesures (24heures/7jours).



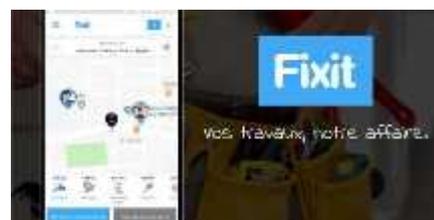
6. Site WEB « Kiddy Sorties »

Kiddy Sorties, premier guide des sorties des moins de 18 ans.



7. Application « Fixit »

Fixit est la 1e application mobile Algérienne de mise en relation entre particuliers et artisans dans différents domaines.



Conclusion générale

CONCLUSION GENERALE :

L'étude diagnostic d'une métropole moderne en plein expansion comme la ville d'Oran qui tend à devenir non seulement un pôle compétitif mais aussi un espace émergent transfrontalier maghrébin et euro-méditerranéen démontre l'importance de la prise en charge de la gestion de la mobilité dans sa forme basique de données en mobilité intelligente.

Notre thématique a traité de l'emploi des SIG comme plate-forme pour une gestion intelligente de la mobilité avec comme cas d'étude la ville d'Oran.

Les objectifs recherchés étaient d'arriver à trouver des aspects simplifiant et améliorant le cadre de vie, du point de vue transport et mobilité, le rôle du SIG est de résoudre les problèmes liés à ces derniers.

En premier lieu, nous nous sommes interrogés sur les problèmes que subissent les villes actuelles et qui empêchent leurs développements, s'ajoutant à cela le phénomène mondial de l'accélération de l'urbanisation ainsi que les préoccupations qui en découlent (économiques, sociales, environnementales...), ce phénomène d'extension urbaine non maîtrisée et désorganisée, les différents risques et problèmes liés au transport et à la mobilité de façon générale nous a poussé à repenser la ville pour qu'elle puisse s'adapter à cet environnement fragile et incertain en ayant comme nouvelle orientation le développement durable, ainsi le but de notre travail était d'une part, de rechercher le moyen afin que la gestion de ce nouveau pôle urbain d'Oran soit plus organisée, plus durable et plus intelligente.

Et d'autre part, en associant à cela le facteur de l'intelligence artificielle avec l'intégration des 3S (système d'information géographique, système de télédétection, système de positionnement global) offrant ainsi l'utilisation de la technique de trois dimensions pouvant présenter les entités géographiques de manière intuitive, afin de prouver que les systèmes d'informations géographiques (SIG) appliqués à la mobilité peuvent jouer le rôle de plateforme pour concrétiser le concept 'smart city' dans ce pôle.

Nous sommes arrivés à vérifier nos hypothèses à savoir : comme première hypothèse avoir recours à la technologie et à l'intelligence artificielle peut créer une perturbation « déphasage » sur le tissu urbain et donc peut être néfaste, et comme deuxième hypothèse tend vers l'opérationnalité qui elle, utilise l'analyse et la comparaison.

Nous avons suivi une méthodologie qui s'est appuyé sur 02 étape : la première est la recherche bibliographique qui vise à maîtriser les définitions des concepts de base de la ville intelligente et le système d'information Géographique en milieu urbain avec des exemples,

La seconde étape, est le travail opérationnel et de simulation, en intervenant dans le contexte algérien avec un essai d'utiliser les SIG dans la gestion de la mobilité et du transport intelligent, l'exemple local fera objet d'une simulation numérique et de discussion des résultats.

Pour la partie théorique nous avons défini les différents concepts cités plus haut ainsi que l'interaction entre elles,

Pour la partie pratique, nous nous sommes appuyés sur l'application TESTER, l'Analyse Network, sa structuration, en finalisant avec une rétrospective des applications et sites Web développés.

A travers notre étude nous avons exploités les données de la mobilité et nous les avons croisés avec un système d'information géographique en utilisant l'intelligence artificielle avec comme outil le logiciel ARC GIS, créant ainsi une plate-forme Concrète qui sera une des composantes de la ville intelligente.

Bibliographie

BIBLIOGRAPHIE :

Mémoires et thèses :

1. **Joëlle Simard** « La ville intelligente comme vecteur pour le développement durable : le cas de la ville de Montréal » 2015.
2. **Sandra Breux et Jérémy Diaz** « LA VILLE INTELLIGENTE Origine, définitions, forces et limites d'une expression polysémique », 2017.
3. **F. REBOUHA** « Transport, mobilité, et accès aux services des populations défavorisées : Le cas des habitants des grandes périphéries d'Oran », 2010.
4. **Rudolf Giffinger**, «Smart Cities – Ranking of European medium-sized cities, Centre of Regional Science», 2007.
5. **Quiguer, Stéphanie** « Acceptabilité, acceptation et appropriation des Systèmes de Transport Intelligents : élaboration d'un canevas de co-conception Multidimensionnelle orientée par l'activité » – 2013.
6. **Racha Saber Noufel** « Spatial analyse in geographic information system » 2020 ;
7. **AHMED MALEK Nada** « L'intelligence ambiante et les systemes de transport intelligent » 2014

Articles publiés :

1. **L. VIEVARD.** « *La ville intelligente : modèle et finalité* ». (Rapport)- FRV100 (Oct. 2014)
2. **Rachid Sidi Boumediene et Pierre Signoles** « Les villes nouvelles en Algérie : une question apparemment réglée, mais une réalité complexe » ; 2017.
3. **R.F. Tomlinson** « SIG : une l'histoire des définitions », 2004.
4. **Mair et al.**, 2014
5. **ONU**, «Rapport Brundtland, "Our Common Future" », 1983.
6. **Lombardi et al.** 2012.
7. **Griffinger et al.**, 2007
8. **Lepeltier**, 2001, **CAS**, 2010 ; 2012.
9. **Commissariat général au développement durable**, 2010.
10. **Commission Européenne**, 2011.
11. **Lepeltier**, 2001, **CAS**, 2010 ; 2012.
12. **Bonnafous**, 1999 ; **Commission Européenne**, 2011 ;

13. Ministère de l'Écologie, du Développement durable, des Transports et du Logement, 2011b

14. Directive 2010/40/UE

15. Miles & Chen, 2006

Sites WEB:

1. Recherche et innovation. Pour la transition énergétique et la mobilité durable (En ligne) Disponible : www.ifpenergiesnouvelles.fr
2. Amsterdam SMART CITY (En ligne) Disponible : <https://amsterdamsmartcity.com>
3. **notre-planete.info**-Système d'Information Géographique SIG (En ligne) Disponible : <https://www.notre-planete.info/terre/outils/sig.php>
4. **RT 14813- 1:2007** Systèmes intelligents de transport (En ligne) Disponible : <https://www.iso.org/fr/standard/43664.html>

Ouvrages :

1. **PARIS REGION** « Les villes changent le monde ; les cahiers n° 176 de l'institut ».
2. **Classement Juniper Research**, 2016.
3. **Alter**, 2000, 2002
4. **Asfora & Bousquié**, 2011
5. **Rapport sur le nouveau pôle d'Oran**, 2017
6. **EMANUEL EVENO** « LA VILLE INTELLIGENTE : objet au cœur de nombreuses controverses ». 2018
7. **ANTOINE PICON** « L'avènement de la ville intelligente » 2016.