

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

Université M'hamed Ben Ahmed Oran 2– Oran

Faculté des Sciences de la terre



Département de Géographie et Aménagement de territoire

Mémoire de Master2

Pour l'obtention du Diplôme de Master2 en Géographie et Aménagement de Territoire

Option: Géomatique

Thème

*Apport de la Géomatique pour évaluer la couverture
d'un réseau GSM.cas réseau Ooredoo wilayas d'Oran*

Réalisé par :

Djebiri Safaa Ikram

Horri Omar Sif El Islem

sous la direction de :

Mr. Dari Ouassini

Membres du jury :

-Mr. OUASSINI Dari (MCA) univ Oran2 --- Rapporteur

- Mr. SOUIAH Sid-Ahmed (Professeur) univ Oran2---Président

- Mr. BELMAHI Nadir (MCA) univ Oran2--- Examineur

Année Universitaire : 2018-2019

"De tout temps l'Homme a toujours ressenti
le besoin de partager ses pensées
avec un Autre, de Communiquer."



Extrait de la fresque de la Chapelle Sixtine réalisée par Michel-Ange

"La géographie est la plus littéraire de toutes les
disciplines scientifiques."

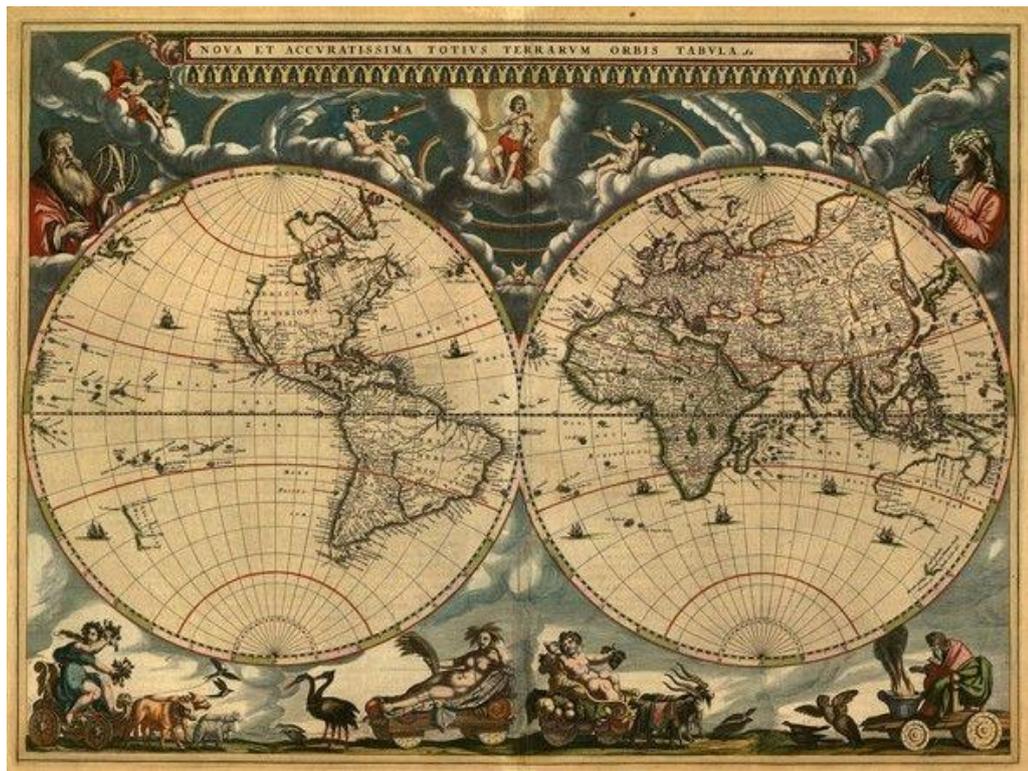


Tableau carte ancienne Nova et Accuratissima Tatius Terrarum Orbis Tabula

1662

Remerciements

Avant tout, je remercie mon Dieu qui m'a donné la force, le Courage et la volonté pour achever ce modeste travail.

Au terme de cette recherche, je tiens aussi à exprimer ma reconnaissance particulièrement au Professeur **Mr Dari Ouassini** directeur de thèse, qui nous a guidée par la pertinence et la qualité de ses remarques et soutenue par ses encouragements tout au long de notre modeste travail.

Je tiens à exprimer mes vifs remerciements à l'ensemble des enseignements du département **Géographie et Aménagement de Territoire**.

De même, je remercie les jurys de la thèse, pour ses conseils avisés. Je n'oublie pas de remercier Mr Amine Bekhiera aussi pour leurs efforts pour faire les dernières retouches de ce modeste travail.

Ma gratitude va aussi au l'équipe de **Transmission** au niveau de le département de la technologie d'**Ooredoo** pour le stage, la formation du transmission et de fournir les données ainsi que l'encouragement et l'aide qui ils m'ont offert en cours de la préparation de cette thèse.

Horri et DJEBIRI

Dédicace

A tous ceux qui, de près ou de loin, ont participé à mon éducation, m'ont aidé Dans les moments difficiles à sur Monter mes problèmes. A ceux qui ont partagé avec moi mes bonheurs et mes Soucis.

Aux personnes que j'aime et qui sont chères à mon cœur et à mes yeux.

*A mes très chers parents pour leur Soutien durant toutes mes années d'étude. Et toute la famille « **DJEBIRI** » pour leurs Sacrifices pondant mes années d'étude et spécialement ma très chère sœur « **Naoual NANA** » qui m'a donné l'envie de choisir **GAT** comme spécialité et qu'était toujours présente par tous les moyennes pour m'aider et m'encourager pour terminer mes études.*

*Je n'oublie pas et jamais de dédier ce modeste travail à la perle de ma famille qui nous a quitté dernièrement à la mémoire de ma grande mère « **OMI EL HADJA KHIRA** »*

*Finalement je le dédie tous mes amis de plus proche au plus loin. Et sur toute ma famille **SPORTIVE**.*

DJEBIRI S I

Dédicace

« A toute ma famille »

Horri O S I

Introduction générale :

L'existence de certains modes de « télécommunication », c'est-à-dire de « communication à distance », remonte à une époque très ancienne et durant des siècles l'homme a su se contenter de la parole ou des écrits et l'imprimerie comme seuls moyens de communication entre deux personnes éloignées d'une distance importante. En effet, dès la plus haute antiquité les hommes ont utilisés des autres moyens de communication à distance (tam-tam, feux, marathonien, coursier à cheval, etc.).

Cependant, on peut considérer que l'histoire des « télécommunications modernes » commence à la fin du XVIIIème siècle avec l'invention du télégraphe optique par l'ingénieur français Claude Chappe. Le XXIIème et les XXIème siècles ont été marqués par de grandes inventions dans le domaine des télécommunications (télégraphie sans fil, téléphone, télévision, radar, radiocommunications, etc.), et plus récemment par le développement prodigieux des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication (Internet, Téléphonie mobile, Vidéo et Photographie numériques, etc.). Toutes ces inventions ont changé la manière de vivre des hommes.

Depuis des dizaines d'années, on assiste au développement des nouvelles technologies de l'information et de la communication, notamment le Téléphone Portable. Le développement exponentiel des réseaux de téléphonie radiomobile a entraîné la nécessité de mise en place d'études et de recherches en télécommunications radiomobiles, portant sur les besoins des utilisateurs (zones géographiques couvertes, qualité des communications), ainsi que sur les besoins des opérateurs de téléphonie radiomobile savoir où implanter les antennes relais, pouvoir prédire la couverture de champ radio sur une zone géographique bien précise, pouvoir visualiser la carte du réseau radiomobile en temps réel, pouvoir faire des scénarios de prédiction des ondes radio selon les contraintes rencontrées : radio (fréquence, types d'antennes, etc.), géographique (altitude, type d'occupation du sol, etc.). Ceci entraîne la nécessité pour les opérateurs d'avoir une bonne connaissance du terrain en termes d'information géographique. La **Géomatique** est un domaine qui fait appel aux sciences, aux technologies de mesure de la terre ainsi qu'aux technologies de l'information pour faciliter l'acquisition, le traitement et la diffusion des données sur le territoire (aussi appelées "données spatiales", "données géospaciales" ou "données géographiques").

C'est dans ce contexte, qu'une étude de l'apport d'une information géographique de qualité, ainsi que de ses outils informatiques associés (les Systèmes d'Information Géographique) a été menée. Le but final était d'évaluer et améliorer la prédiction des couvertures de champ radioélectrique pour le réseau de téléphonie radiomobile GSM qu'est

basé sur un système cellulaire. Et là ou on va voir l'impact de la Géomatique et les applications des systèmes Informatiques Géographiques « SIG » sur l'analyse d'un réseau GSM dans n'importe quelle zone géographique.

L'Algérie était concernée par ces développements dans le secteur des Télécommunications et sur tout la Téléphonie mobile, aussi elle a des infrastructures, des secteurs étatiques et des opérateurs de réseau téléphonique privés qui gèrent leurs équipements et les clients aussi, et ils assurent la couverture de réseau au niveau nationale. Chaque opérateur (entreprise) a ses directions au niveau de chaque wilayas qui ont les mêmes objectifs que les précédentes mais à l'échelle régionale et locale.

Dans notre mémoire on a choisi une des 48 wilayas de l'Algérie c'est la wilaya d'Oran pour faire une étude qui concerne la couverture de réseau GSM Ooredoo dans cette région. Notre choix était basé sur deux principaux critères sont la valeur du cadre étudié la wilaya d'Oran, et la qualité de service de radio et transmission de l'information voix et data de l'opérateur de réseau Ooredoo.

1. Problématique :

Ce mémoire concerne l'apport de la Géomatique et les différentes applications des « SIG » pour évaluer un réseau GSM de l'opérateur privé Ooredoo dans la wilaya d'Oran.

Dans ce travail on a essayé de présenter la constatation du niveau de couverture de réseau GSM Ooredoo au niveau de la wilaya d'Oran,

- Comment peut-on évaluer le niveau de la couverture du réseau GSM Ooredoo dans la wilaya d'Oran ?
- Comment peut-on proposer des solutions aux spécialistes de la Télécommunication et surtout la téléphonie mobile par l'approche Géomatique et les « SIG » pour améliorer et assurer la bonne couverture réseau au niveau de la wilaya d'Oran ?

2. Objectifs :

Nos objectifs sont multiples

- Montrer le rôle de la Géomatique et les « SIG » pour gérer et évaluer un réseau de télécommunication.
- La cartographie de la répétition du réseau mobile en niveau de la wilaya d'Oran.
- Fournir des cartes qui permettent la visualisation et le contrôle des équipements de l'opérateur de réseau GSM.

- Faire une plateforme cartographique synthétique sur la géographie et la topographie du cadre étudié et ses extensions pour améliorer la couverture réseau à partir de cette étude du sol.

3. Méthodologie :

Pour atteindre nos objectifs on a suivi la méthode suivante :

Pour la partie théorique : on a consulté plusieurs ouvrages concernant notre projet, des thèses de magistères et des thèses de doctorat, des projets qui touchent le même sujet.

La partie pratique de ce travail était basé sur la recherche des données les plus importantes pour réaliser le projet, et c'est la partie la plus importante, elle a passé par deux grands étapes :

- a) La recherche bibliographique : on était obligé de contacter les entreprises de la téléphonie mobile et les secteurs de télécommunication au niveau de la wilaya d'Oran (Algérie Telecom, Ooredoo, Djezzy, Mobilis) aussi quelques directions et administrations pour voir une idée sur le fonctionnement du réseau mobile.
- b) L'enquête terrain pour valider les résultats de notre étude. On a pris des points GPS sur terrain pour analyser et tester et consulter la couverture dans notre zone d'étude et on a fait aussi des interviews avec les responsables de l'opérateur Ooredoo.

3.1 Données utilisées :

Les données utilisées sont :

- a- Les images SRTM pour montrer les caractéristiques topographiques de la wilaya d'Oran.
- b- Google Earth
- c- Pour les données recueillies au niveau de l'opérateur Ooredoo sous forme d'un tableau qui contient les informations suivantes :
 - les noms des sites de cet opérateur.
 - les coordonnées GPS (coordonnées (x,y)) en degré décimale de chaque site.
 - l'altitude de chaque point (antenne).
 - l'emplacement des antennes selon les zones (rurales et urbaines).

- le type de génération (2G, 3G et 4G).

d- Les données GPS pour valider la couverture réseau.

3.2 Méthode utilisée :

Pour bien réaliser notre étude on était obligé de faire des traitements des informations et de la base de données qu'on a classée et organisée. Pour le premier chapitre qui contient la cartographie de la géographie de la wilaya d'Oran c'est un ensemble des cartes thématiques réalisées par l'utilisation d'une base de données géographique de la région.

Dans la deuxième partie de ce travail on a essayé de représenter et définir le domaine des Télécommunications et la Téléphonie Mobile surtout en Algérie c'est l'ensemble des informations et des introductions sur l'évolution de ce secteur et quelques concepts de réseau GSM.

Le troisième chapitre de cette étude c'est concernant l'apport de la Géomatique et l'utilisation de « SIG » pour évaluer le réseau GSM Ooredoo dans la wilaya d'Oran, par l'utilisation des données de cet opérateur du réseau. On a réalisé des cartes de situation des équipements d'Ooredoo dans la wilaya d'Oran. On a comparé ces cartes avec la carte d'occupation du sol d'Oran ; ainsi que, on a évalué la couverture de ce réseau avec ses générations dans la wilaya d'Oran.

Enfin, on a réalisé une carte des zones non couvertes par le réseau GSM Ooredoo au niveau de la zone d'étude et valider nos résultats en utilisant des données GPS avec la qualité de ce réseau.

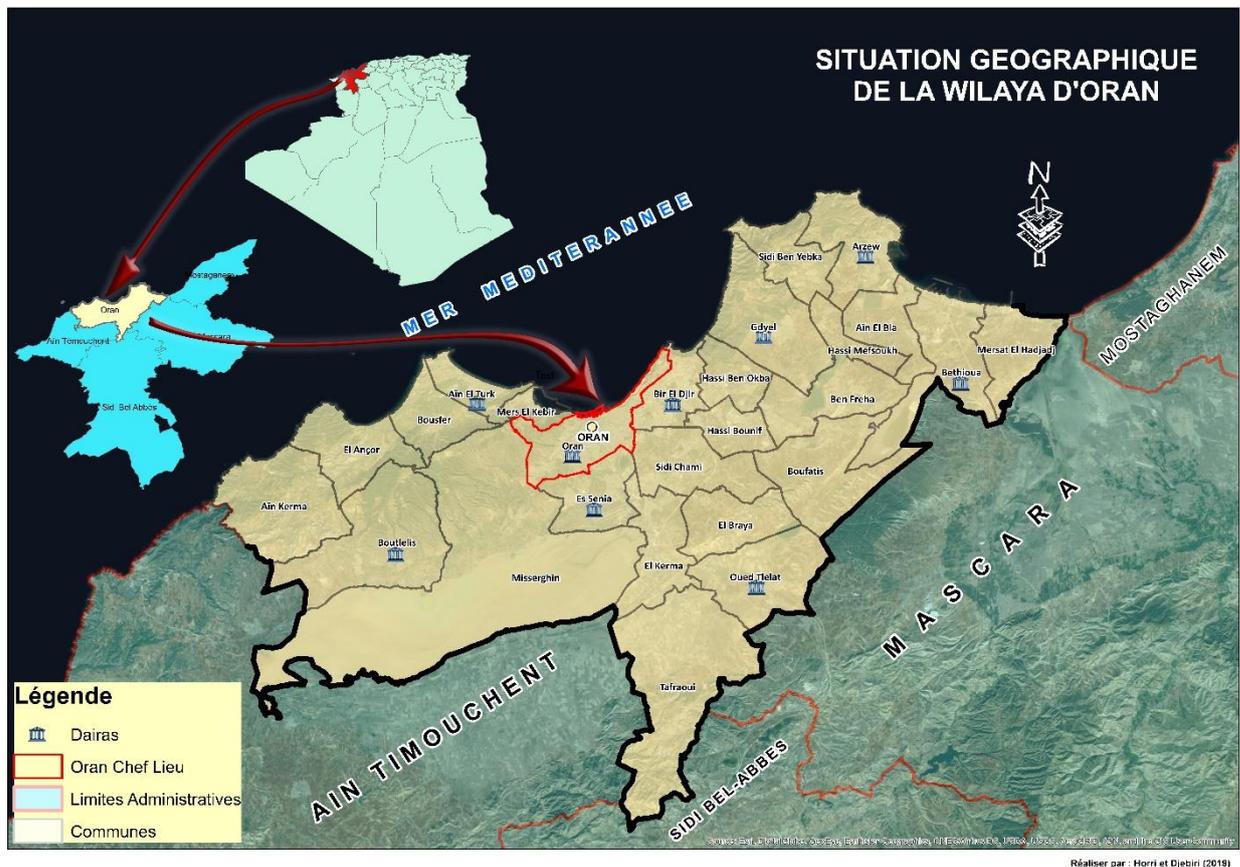
1. La localisation de la wilaya d'Oran :

La wilaya d'Oran est située sur le littoral Nord-ouest de l'Algérie, elle s'étend sur une superficie de 2.114 Km², le territoire Oranais est constitué administrativement de 26 communes et de 09 daïra.

Il dispose d'une façade maritime de 120km. La wilaya d'Oran est limitée par :

- La mer méditerranée au Nord
- Les wilayas de Sidi bel Abbes et Mascara au Sud
- La wilaya d'Ain Témouchent à l'Ouest et Sud-ouest
- la wilaya de Mostaganem à l'Est

Comme décrit dans la carte ci-dessus :



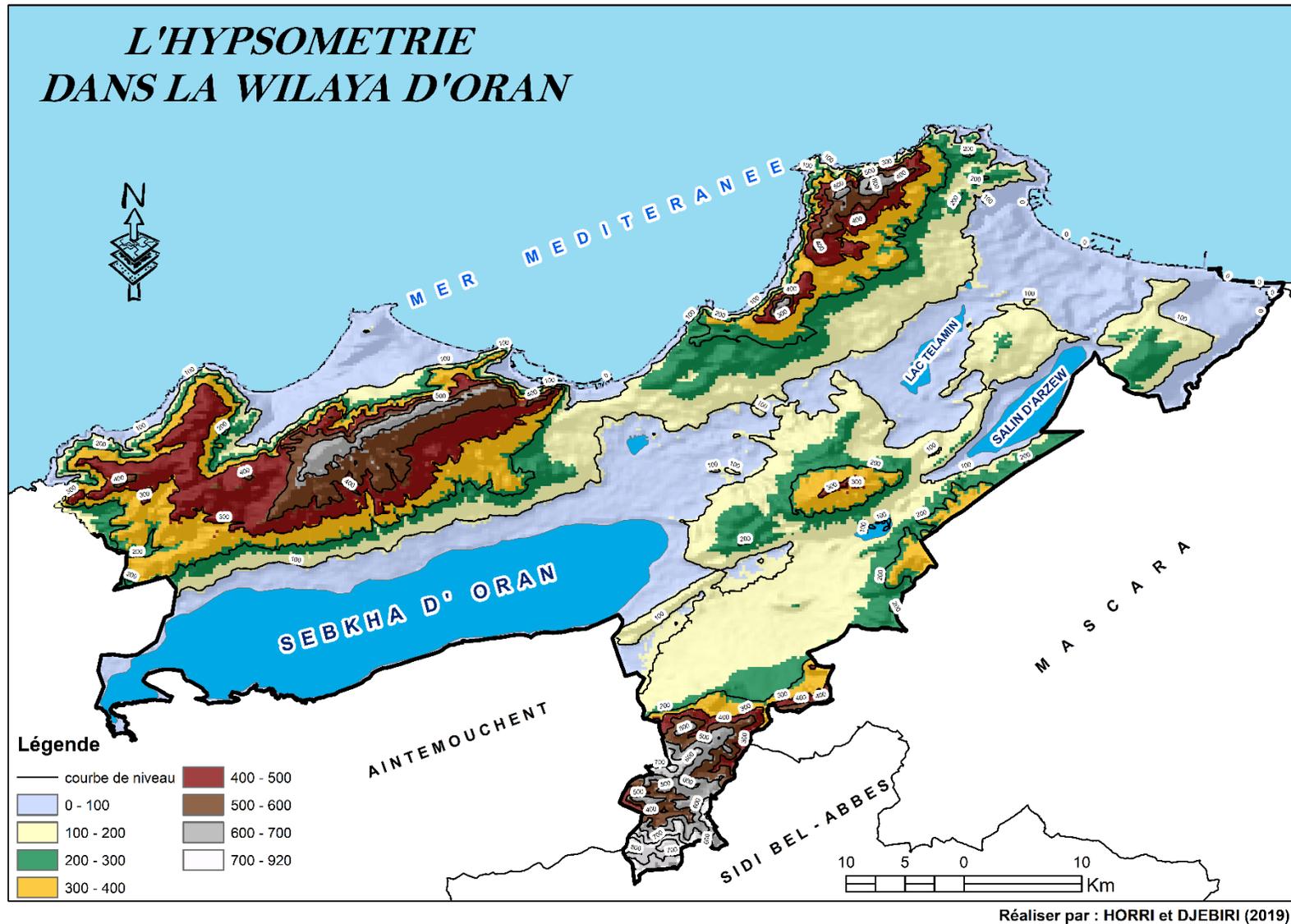
Carte (01) : la situation géographique de la wilaya d'Oran

2. Les caractéristiques physiques de la wilaya d'Oran

2.1 Le relief :

2.1.1 Hypsométrie :

Chaque zone géographique a des caractéristiques physiques qui représentent sa morphologie, ses composantes géographiques soit de relief (hypsométrie, pente, réseau hydrographique, versants...) ou son climat (température, précipitations...). Le milieu physique de la wilaya d'Oran est caractérisé par plusieurs types de relief, les plus importants sont : **la cote** qu'est rocheuse avec un relief côtier élevé est représenté par les deux crêtes (Santon (318 mètres) et Murdjadjou (513 mètres)) dans le côté ouest, **Le plateau** d'Oran est occupé par les communes d'Oran et de Bir El Djir, dans sa partie Nord, et dans la partie Sud par la commune d'Es Seina sur le Plateau de Ain Beida. **Les plaines** au sud du plateau se caractérisent par une topographie peu nuancée et de dépressions qui s'allongent d'Ouest en Est. Elles se caractérisent par une topographie effacée, aux altitudes maximales qui n'atteignent pas les 200 mètres. Ainsi que, **Les collines** marquent une limite physique du Groupement. A l'Ouest et au Sud, la plaine est limitée par une série de petites collines aux altitudes modestes ne dépassant pas les 150m. Plus que **La Sebkha** qu'occupe la partie sud du groupement. Cette importante étendue constitue le lieu de stagnation des eaux superficielles des monts de Tessala et du Murdjadjou. Elle s'identifie par une dépression très plane caractérisée par un substrat constitué essentiellement de matériaux tendres (argile, limons), surmonté par des sols salins et hydromorphes.



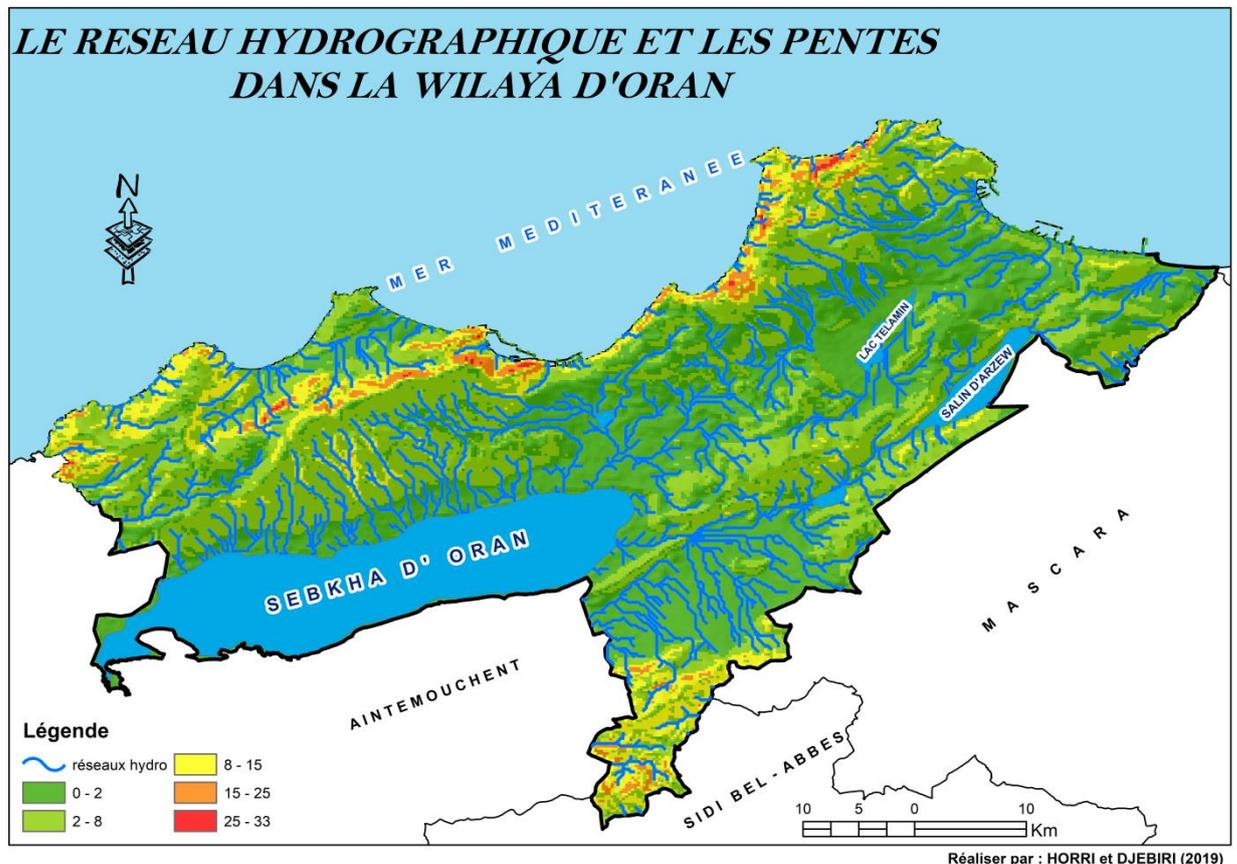
Carte02 : l'hypsométrie dans la wilaya d'Oran

2.1.2 La pente et le réseau hydrographique :

Les pentes sont le résultat d'une longue histoire morphologique, elles peuvent constituer une contrainte spécifique d'une part pour l'aménagement et d'autres parts pour l'utilisation agronomique. Pour la wilaya d'Oran, on peut classer les pentes dans trois grandes classes :

- Pentes faibles : qui caractérisent la plaine des Andalouse, la dépression de Mers el Kebir et le plateau d'Oran.
- Pentes moyennes : Ce type de pente caractérise la partie Est de la plaine des Andalouses et le pied du Murdjajou.
- Pentes fortes à très fortes qui caractérisent la chaîne côtière du Murdjajou et la zone des falaises.

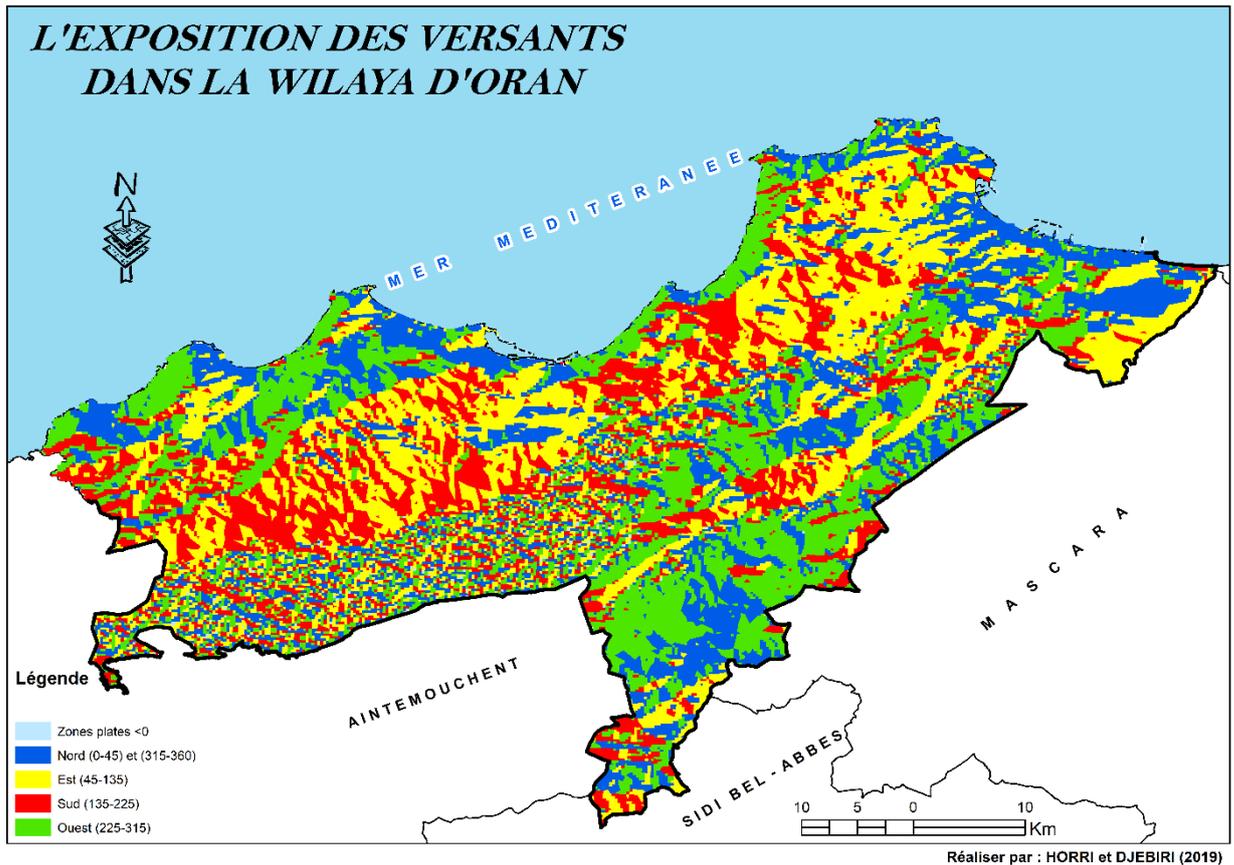
Le réseau hydrographique c'est l'ensemble des cours d'eau naturels ou artificiels permanents ou temporelles. Il est imposé par quatre principaux facteurs : la géologie de la région, la pente, le climat et la présence humaine.



Carte (03) : le réseau hydrographique et les pentes dans la wilaya d'Oran

2.1.2 L'exposition des versants

Le versant Est de la wilaya d'Oran est caractérisé par une pente très forte et régulière, Les plus remarquables autour d'Oran, sont les nappes d'eau alimentées par les versants du Murdjadjou (Misserghin, Ras El Ain, Es Sénia, Sidi Chahmi).



Carte (04) : l'exposition des versants dans la wilaya d'Oran

2.1 Le climat

Oran bénéficie d'un climat méditerranéen sec marqué par une sécheresse estivale, c'est-à-dire il est semi-aride sec et froide. L'hiver en Oran doux. Pendant les mois d'été, les précipitations deviennent rares voire inexistantes. L'anticyclone subtropical recouvre la région oranaise pendant près de quatre mois. En revanche la région est bien arrosée pendant l'hiver. Les faibles précipitations (420 mm de pluie) et leur fréquence (72,9 jours par an) sont aussi caractéristiques de ce climat. Le climat dans la wilaya d'Oran est caractérisé par :

- une saison entièrement sèche et chaude avec des surchauffèrent estivaux.
- une saison fraîche et pluvieuse, qui concentre les 3/4 des précipitations.

2.1.1 La température

La température représente un facteur limitant de toute première importance car elle contrôle l'ensemble des phénomènes métaboliques et conditionne de ce fait la répartition de la totalité des espèces et des communautés d'êtres vivants dans la biosphère. A Oran, Les moyennes annuelles dépassent les 18 °C. La moyenne des maxima observés en Août dépasse les 28°C. La moyenne des minima en Janvier descend rarement au-dessous de 8°C. Les minima absolus descendent au-dessous de 0°C, et les maxima absolus dépassent les 45°C. Les résultats annuels sont marqués dans le tableau (01) et le graphe (01).

Tableau (01) : la température dans la wilaya d'Oran

Type	Janvier	Février	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Septembre	Octobre	Novembre	Décembre
Tmin en °C	9,1	9,8	10,9	12,9	15,5	18,5	21,1	22	20	16,4	12,6	9,6
Tmax en °C	15,8	16,9	18,3	20,3	22,6	25,1	27,6	28,7	26,7	23,5	19,6	16,9
Tmoyenne en °C	12,45	13,35	14,6	16,6	19,1	21,8	24,35	25,4	23,35	19,95	16,1	13,25

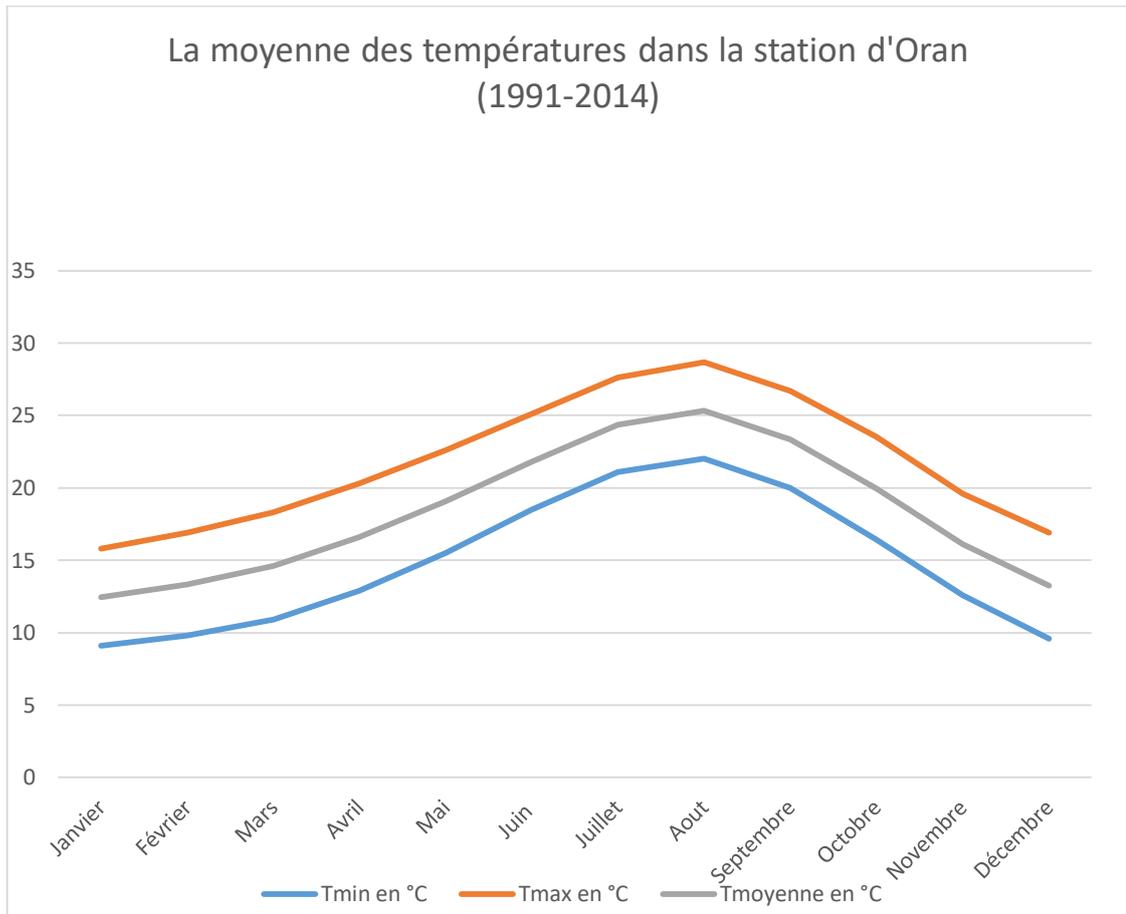


Fig (01) : la moyenne des températures dans la station d'Oran

2.1.2 Les précipitations

On désigne sous le terme général de pluviométrie la quantité totale de précipitations (pluie, grêle, neige) reçue par unité de surface et unité de temps. Selon les données, la moyenne annuelle des précipitations dans la wilaya d'Oran est entre 300 et 500mm. Dans le graphe suivant on a résumé le climat d'Oran (Température et Précipitations) par une simulation graphique qui distingue le climat annuel d'Oran.

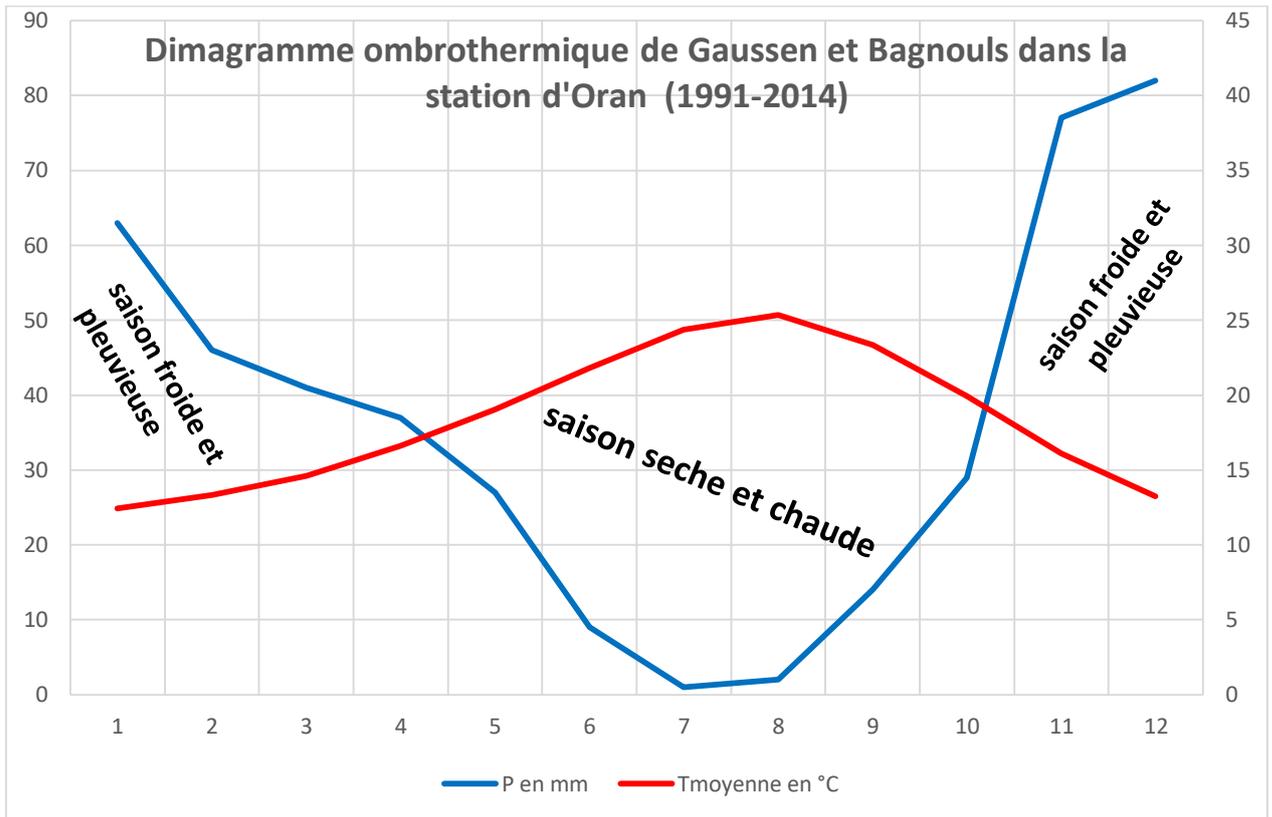


Fig (02) : diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls dans la station d'Oran

2.1.3 Les vents

Les vents aussi sont un facteur de climat très important, c'est l'ensemble des courants d'air. Dans la wilaya d'Oran on peut résumer ce facteur dans le graphe suivant qui représente les vents pendant différentes heures. On a observé que les vents de 7h ont une dominance SW et NE, les vents de 13h ont une dominance NE, N et W et les vents de 18h ont une dominance NE et SW.

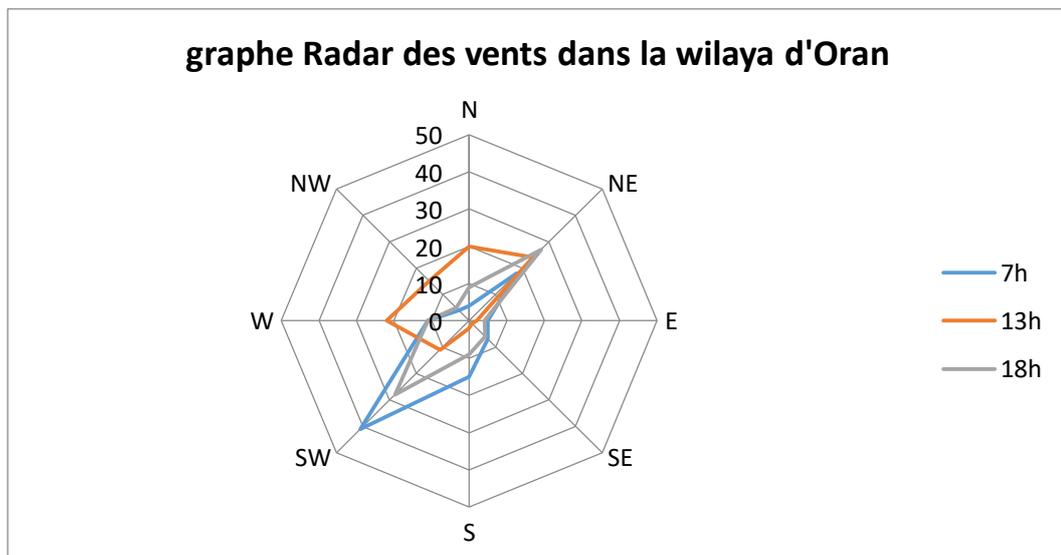
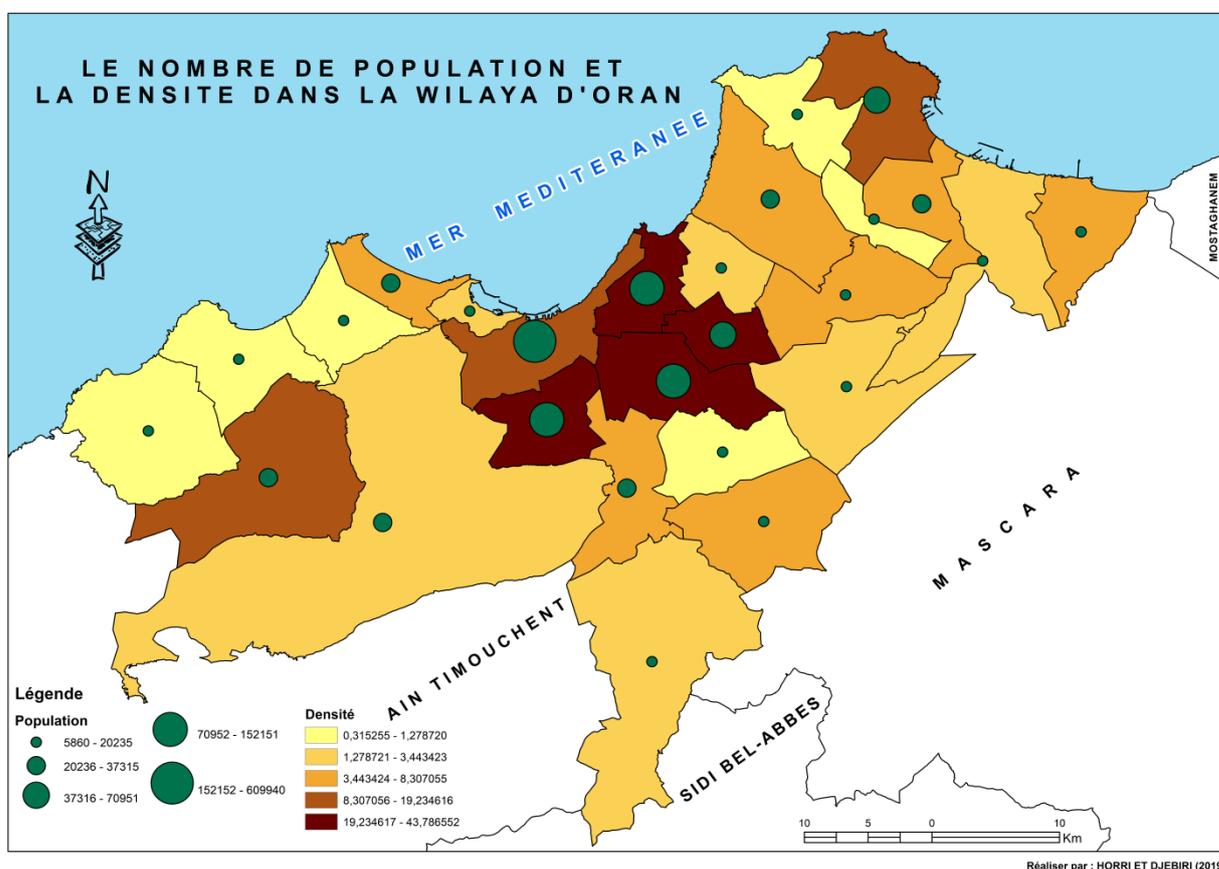


Fig (03) : graphe Radar des vents dans la wilaya d'Oran

3. La population de la wilaya d'Oran

Les études démographiques et de la population sont l'ensemble des analyses, des statistiques, des taux de croissance et le pourcentage de l'évolution de la densité, et le nombre des habitants qui occupent le sol, le genre (femmes, hommes) pour tous les âges dans différentes périodes.

La wilaya d'Oran est la deuxième ville du point de vue nombre de population en Algérie. Elle a connu une forte croissance démographique durant les dernières décennies, ce qui a engendré des disparités territoriales marquées par une extension Est de la ville d'Oran au détriment de l'Ouest. La wilaya d'Oran totalise en 2008 environ 985754 habitants.

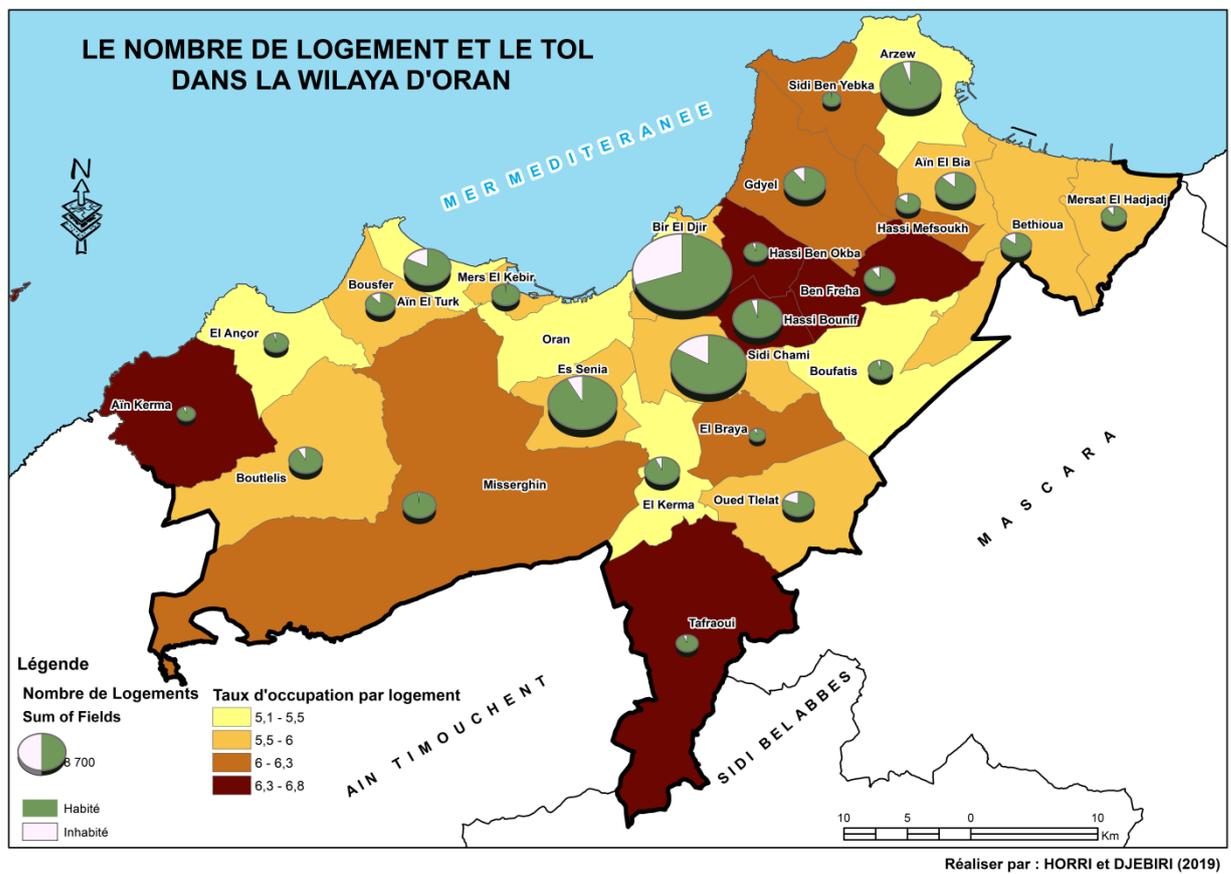


Carte (05) : le nombre de population et la densité dans la wilaya d'Oran

4. Les agglomérations urbaines et les zones rurales de la wilaya d'Oran

La wilaya d'Oran est une ville dense. Elle est urbanisée sur les régions centres et Est. Elle totalise 213819 logements en 2008 réparties sur les 5 communes du groupement d'une manière inéquitable, représentent 69 % de la superficie de la wilaya.

Les communes (Oran, Es-Senia, Bir El Djir, El Kerma, Misserghine et Sidi Chahmi), formant un quasi région urbaine. La surface urbanisée occupe plus de 10997.ha, soit 39,59% de la superficie totale du groupement, elles sont urbanisées par différents types d'habitats individuels, semi collectif et collectif.



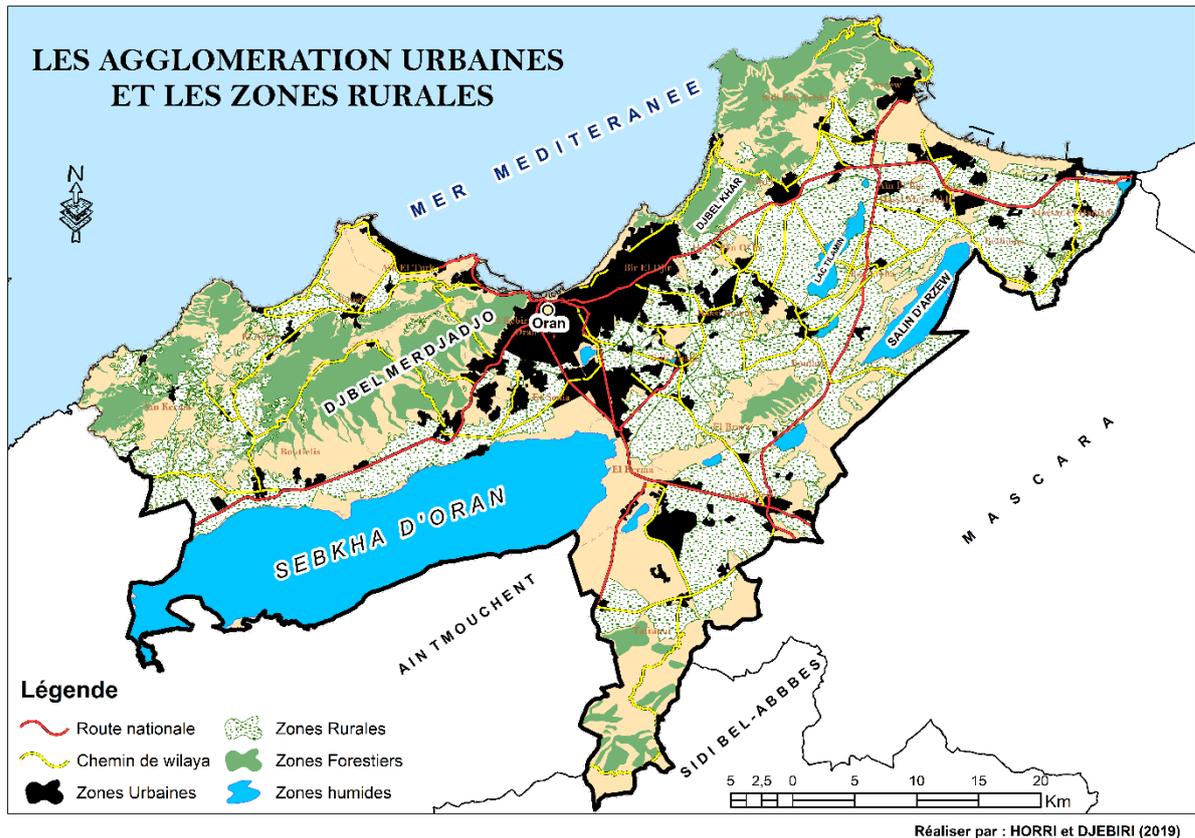
Carte (06) : le nombre de logement et le TOL dans la wilaya d'Oran

Chapitre01 : Présentation Géographique du cadre de l'étude : la wilaya d'Oran

Le milieu rural est caractérisé par le couvert végétal et les zones agricoles ainsi que des agglomérations rurales et de l'habitat épars.

La cartographie des espaces végétaux montre clairement sa répartition spatiale dans wilaya d'Oran. La superficie agricole utile dans la wilaya d'Oran occupe 90271 ha.

La superficie totale des terres forestières de la wilaya d'Oran est de 39818 ha, soit 18,83% de la superficie totale.



Carte (07) : les agglomérations urbaines et les zones rurales

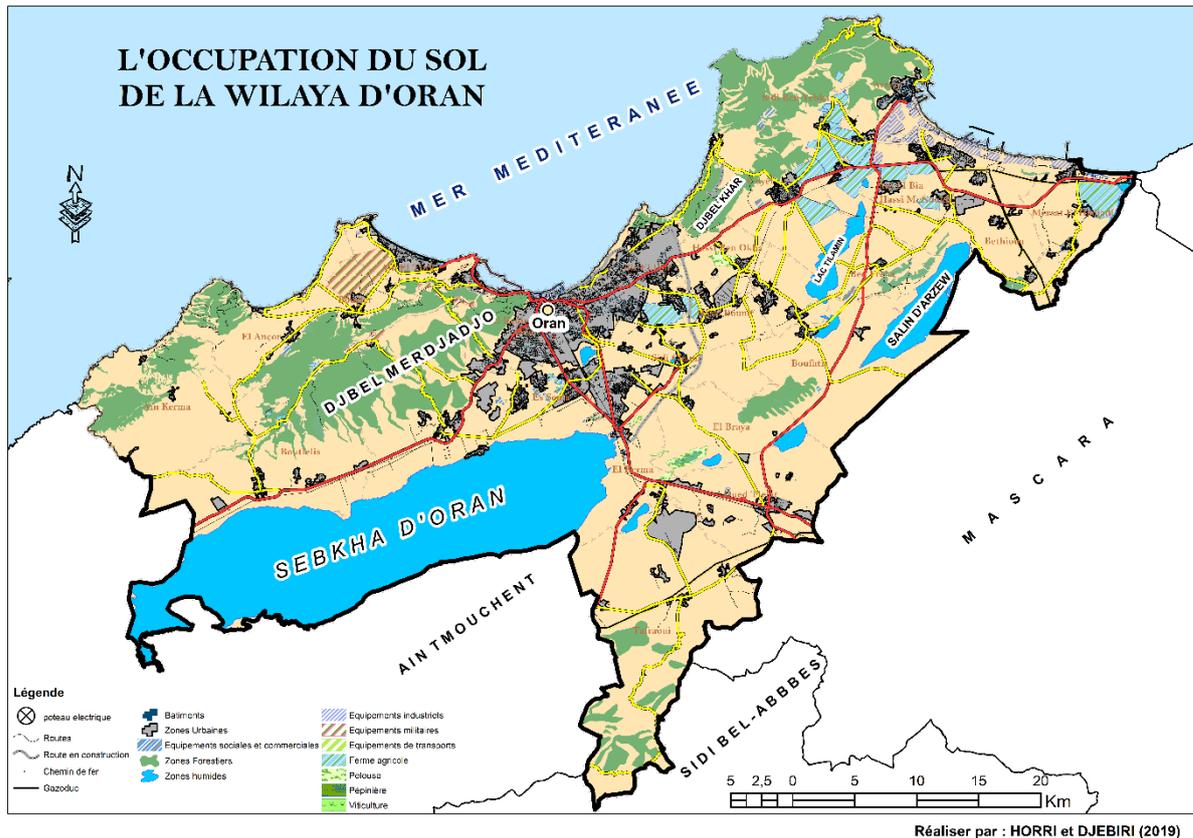
Cette distribution est basée sur les différentes zones (rurales, urbaines, humides, forestières) reliées entre elles par des routes nationales et des chemins de la wilaya d'Oran. Commenant par les zones urbaines qui localisent au centre de la wilaya entourée par des zones rurales qui représente les terrains agronomique éparpillés, aussi les zones forestières qui se focalisent généralement au nord de la wilaya (les montagnes, les forêts...) et en ce qui concerne la dernière zone qui est une zone humide parlons de la fameuse sebkha d'Oran qui se situe au sud-ouest de la wilaya on mentionne aussi les petites lacs, les rivières, etc.

➤ **Le réseau routier de la wilaya d'Oran**

Les infrastructures routières sont des éléments fondamentaux pour l'aménagement du territoire. Ils assurent la liaison entre les différentes agglomérations. La localisation et

Chapitre01 : Présentation Géographique du cadre de l'étude : la wilaya d'Oran

l'implantation des infrastructures est décisive pour les besoins de mobilité et de transport. La wilaya d'Oran est caractérisée par un réseau routier dense, d'une longueur de 1052,3 Km. Le groupement d'Oran comporte un réseau de routes nationales, totalement revêtus couvrant 19% avec 198,086 Km du réseau total tandis que le chemin de wilaya couvre totalement 55% du total. Quant aux chemins communaux dont seul 24 % sont revêtus, représentent 24 % du réseau total.



Carte (08) : l'occupation du sol de la wilaya d'Oran

Conclusion

L'étude géographique physique et humaine de la zone va nous permettre la visualisation spatiale du milieu oranais avec aussi ses caractéristiques démographiques.

D'une façon technique par un ensemble des cartes thématiques qui contient plusieurs informations géographiques, sur les objets naturels et les différentes constructions qui occupent le sol dans les espaces urbains et ruraux. Ces caractéristiques ont bien décrit la surface de la wilaya d'Oran, Donc toutes les actions d'aménagement du territoire appliquées dans cette région sont basées sur cette étude géographique. Parce que l'aménagement du territoire porte sur la disposition spatiale des hommes et des activités pour conjuguer le développement et facilitent les planifications de tous les secteurs (habitat, transports, communications ...).

Chapitre 02 : Evolution du secteur de la Télécommunication et la Téléphonie Mobile en l'Algérie

1. Définition et historique de la Télécommunication :

Les télécommunications sont aujourd'hui définies comme la transmission à distance d'informations avec des moyens électroniques entre un émetteur et un récepteur. Les télécommunications se distinguent ainsi que le poste qui transmet des informations ou des objets sous forme physique.

Ce mot « télécommunication » vient du préfixe grec « tele » signifiant « loin » et du latin « communicare » qui signifie « partager ». Le terme « télécommunication » a été utilisé pour la première fois en 1904 par Edouard Estaunié, romancier et ingénieur français, dans son Traité pratique de télécommunication électrique. Edouard Estaunié, ingénieur aux Postes et Télégraphes et directeur de 1901 à 1910 de l'école professionnelle des Postes et Télégraphes, qui ne tenaient alors compte que de l'électricité dans sa définition, souhaitait rassembler sous une même discipline la télégraphie, la téléphonie et les communications radio, tenant compte de l'évolution technologique par rapport aux moyens ordinaires de communication.

La figure suivante montre bien l'évolution de la télécommunication.

fig(04) : L'évolution de la télécommunication



2. L'évolution de la Téléphonie Mobile

2.1. Introduction au standard GSM :

Le réseau **GSM** (Global System for Mobile communications) constitue au début du 21^{ème} siècle les années 80. Le standard de téléphonie mobile le plus utilisé en Europe. Il s'agit d'un standard de téléphonie dit « de seconde génération » (2G) car, contrairement à la première génération de téléphones portables, les communications fonctionnent selon un mode entièrement numérique. Baptisé « Groupe Spécial Mobile » à l'origine de sa normalisation en 1982, il est devenu une norme internationale nommée « Global System for Mobile communications » en 1991. En Europe, le standard GSM utilise les bandes de fréquences 900 MHz et 1800 MHz. Aux Etats-Unis par contre, les bandes de fréquences utilisées sont les bandes 850 MHz et 1900 MHz. Ainsi, on qualifie de tri-bande (parfois noté tri bande), les téléphones portables pouvant fonctionner en Europe et aux Etats-Unis et de bi-bande ceux fonctionnant uniquement en Europe. La norme GSM autorise un débit maximal de 9,6 kbps, ce qui permet de transmettre la voix ainsi que des données numériques de faible volume, par exemple des messages textes (SMS, pour Short Message Service) ou des messages multimédias (MMS, pour MultiMedia Message Service).

2.2 L'architecture d'un réseau GSM :

Dans un réseau GSM, le terminal de l'utilisateur est appelé station mobile, Une station mobile est composée d'une carte SIM (*Subscriber Identity Module*), permettant d'identifier l'utilisateur de façon unique et d'un terminal mobile, c'est-à-dire l'appareil de l'utilisateur (la plupart du temps un téléphone portable). Les terminaux (appareils) sont identifiés par un numéro d'identification unique de 15 chiffres appelé IMEI (*International Mobile Equipment Identity*). Chaque carte SIM possède également un numéro d'identification unique (et secret) appelé IMSI (*International Mobile Subscriber Identity*). Ce code peut être protégé à l'aide d'une clé de 4 chiffres appelés *code PIN*. La carte SIM permet ainsi d'identifier chaque utilisateur, indépendamment du terminal utilisé lors de la communication avec une station de base. La communication entre station mobile et la station de base se fait par l'intermédiaire d'un lien radio, généralement appelé interface air.

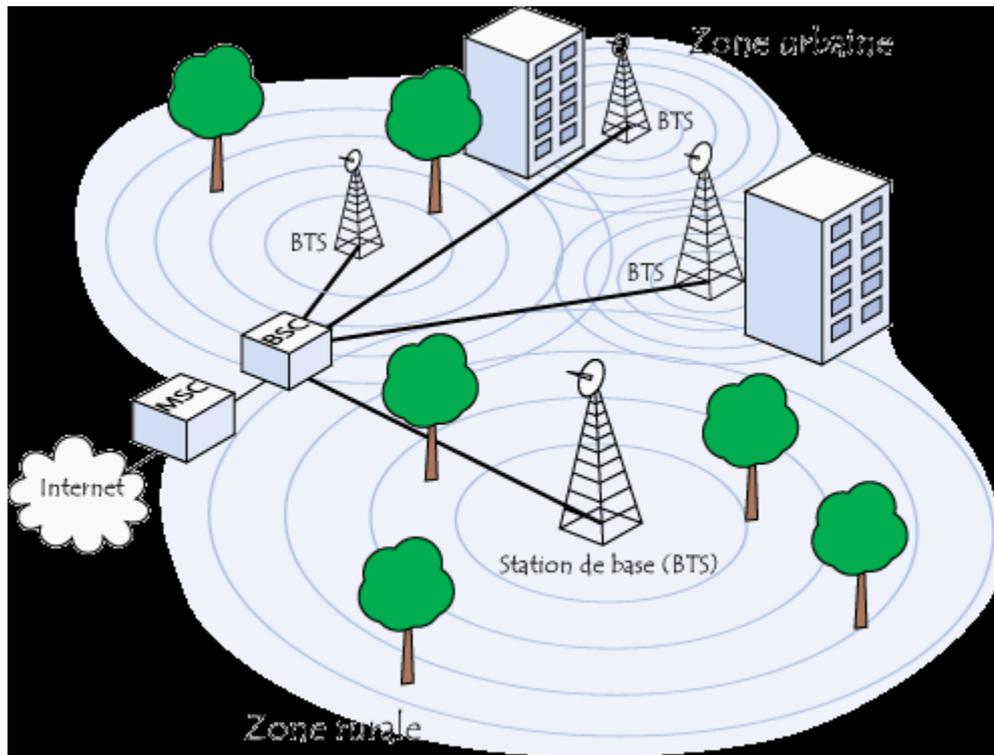


Fig (05) : Architecture des réseaux GSM dans différentes zones.

2.3 Le classement des technologies de réseaux :

Les technologies de réseaux mobiles sont classées par génération, le passage d'une génération à une autre caractérise un changement dans la technologie de transmission radio mobile et/ou la technique d'accès ainsi que la fréquence.

➤ Réseaux 1G :

La première génération connue sous l'abréviation 1G qui se basait sur une technologie analogique selon différents standards tels que l'AMPS (Advanced Mobile Phone System) apparu aux états unies 1976.

La version européenne de ce standard est la TACS (Total Access Communication System) qui utilisait la bande de fréquence 900 MHz, qui était utilisé largement en Angleterre et en Asie (Japon et Hong Kong) ETACS est l'extension du TACS développée par le royaume uni qui utilisait un nombre plus important de canaux de communications.

➤ Réseaux 2G :

La seconde génération des réseaux mobiles a vu un changement de technologie par rapport à la précédente en passant de la transmission analogique à la transmission numérique.

Les principaux standards des réseaux 2 G sont : le GSM, GPRS, et l'EDGE. Réseaux.

➤ Réseaux 3G :

La troisième génération des réseaux mobiles se base sur la technologie UMTS (Universal Mobile Telecommunications Systems) appelé aussi 3GSM pour signifier l'interopérabilité avec les réseaux GSM, mais connue comme étant simplement 3G.

Son lancement prévu pour le début du siècle s'est vu retarder à cause de son coût de déploiement ainsi que de l'explosion de la bulle Internet qui a touché le secteur des télécommunications. Les réseaux mobiles de troisième génération actuels s'appuient sur le standard UMTS, dont les performances ont évolué depuis 2002 pour atteindre dans un premier temps des débits moyens de l'ordre de 250 kbit/s. Avec la technologie HSDPA (High Speed Downlink Packet Access), évolution de l'UMTS, le débit crête théorique atteint 14 Mbit/s. La LTE (3.9G) est une norme qui va préparer l'arrivée des réseaux 4G en augmentant le débit à 100 Mbps.

➤ Réseaux 4G :

LTE-Advanced est un réseau mobile de 4e génération, faisant partie des technologies réseau retenues pour entrer dans le pool IMT-Advanced (avec le Gigabit WiMAX)

Chapitre 02 : Evolution du secteur de la Télécommunication et la Téléphonie Mobile en l'Algérie

représentant la " vraie " 4G. **LTE** (Long Term Evolution). Premier véritable réseau 4G, le **LTE-Advanced** devra être capable de fournir des débits de 1Gbps a l'arrêt et de 100 Mbps en mouvement grâce à des technologies réseau intelligentes qui permettront de maintenir les débits en tout point de la cellule.

2.4 Antennes et réseau cellulaire :

2.4.1 Concepts Antennes :

Les antennes sont les composantes physiques les plus visibles du réseau GSM. On les voit un peu partout, souvent sur des hauts pylônes, sur des toits d'immeubles, contre des murs, à l'intérieur des bâtiments ; il arrive assez souvent qu'elles soient invisibles puisque camouflées, pour des raisons esthétiques, à proximité de bâtiment classés « monuments historiques ». Ces antennes permettent de réaliser la liaison Um entre la MS (téléphone mobile) et la BTS.

L'ensemble des stations de base d'un réseau est relié à un contrôleur de stations (en anglais *Base Station Controller*, noté **BSC**), chargé de gérer la répartition des ressources. L'ensemble constitué par le contrôleur de station et les stations de base connectées constituent le sous-système radio (en anglais **BSS** pour *Base Station Subsystem*). Enfin, les contrôleurs de stations sont eux-mêmes reliés physiquement au centre de commutation du service mobile (en anglais **MSC** pour *Mobile Switch ING Center*), géré par l'opérateur téléphonique, qui les relie au réseau téléphonique public et à internet. Le MSC appartient à un ensemble appelé sous-système réseau (en anglais **NSS** pour *Network Station Subsystem*), chargé de gérer les identités des utilisateurs, leur localisation et l'établissement de la communication avec les autres abonnés, Le MSC est généralement relié à des bases de données assurant des fonctions complémentaires.

Chapitre 02 : Evolution du secteur de la Télécommunication et la Téléphonie Mobile en l'Algérie



Fig (06et07) : d'un Antenne BTS Ooredoo-Oran

Chapitre 02 : Evolution du secteur de la Télécommunication et la Téléphonie Mobile en l'Algérie



Figures (08et09) : l'Antenne BSC D'Ooredoo-Oran

2.4.2 Introduction au réseau cellulaire :

Le concept cellulaire permet aussi d'atteindre des capacités importantes illimitées au moyen d'un grand nombre des stations radio dont chacune couvre une surface géographique appelée « cellule».

L'opérateur qui choisit le secteur de télécommunication mobile doit définir la zone géographique à couvrir par son réseau. Chaque zone couverte par un émetteur est appelé cellule. Une cellule peut avoir un ou plusieurs secteurs. La taille d'une cellule est variable, elle dépend de la fréquence d'émission. C'est pourquoi un réseau de téléphonie mobile à très haute fréquence comporte beaucoup de cellules pour une meilleure couverture de l'espace à desservir. L'opérateur utilise des microcellules de quelques centaines des mètres de rayon pour écouler un trafic important par unité de surface dans les zones urbaines, souvent ces zones ont une couverture assurée par des antennes sectorielles de gains élevées (11 dB), que les antennes omnidirectionnelles (9 dB), tandis que dans les zones rurales peu peuplées, les cellules sont de grandes tailles (en allant jusqu'à 30 km de diamètre) et elles sont alors appelées « macro cellules »

2.4.3 Les caractéristiques d'une cellule de réseau :

Un réseau comporte plusieurs cellules de même dimension ou des dimensions différentes selon

- ✓ La ou les licences achetées par l'opérateur
- ✓ le nombre d'utilisateurs potentiels dans sa zone
- ✓ la configuration du terrain (relief géographique, présence d'immeubles)
- ✓ la nature et la densité des constructions (maisons, buildings, immeubles en béton,...)
- ✓ la localisation (rurale, suburbaine, ou urbaine).

Alors, le réseau radio mobile sera divisé en petites zones de couverture radio, en forme de nid d'abeilles, au centre des quelles sont implantés les émetteurs-récepteurs. Chaque cellule est caractérisée par :

- ✓ La puissance d'émission normale de sa BTS (dans cette zone le niveau de champ électrique doit être supérieur à un seuil déterminé),
- ✓ Sa fréquence de porteuse utilisée pour l'émission radio électrique,
- ✓ Le réseau auquel elle est interconnectée,

Chapitre 02 : Evolution du secteur de la Télécommunication et la Téléphonie Mobile en l'Algérie

- ✓ Zone rurale,
- ✓ Zone suburbaine et urbaine.

3 La Télécommunication et l'évolution de la Téléphonie Mobile en l'Algérie

3.1 L'historique de la Télécommunication en l'Algérie :

Concernant notre pays, nous pouvons dire que la télécommunication par téléphone a vu le jour en Algérie depuis 1882 par {la Société Générale du Téléphone}. Nous notons qu'il n'y avait à cette époque que deux réseaux ceux d'Alger et Oran tout en réunissant 91 abonnés seulement. Cependant pour, des raisons historiques assez importantes, les réseaux sont prolongés jusqu'au Maroc et la Tunisie durant et après la 2^{ème} guerre mondiale.

Et après l'Indépendance, l'Algérie a bénéficié de cet héritage colonial qui reste, malgré tout, insuffisant et incomplet.

L'ensemble du gouvernement et le président du conseil des ministres déclarent la mise en œuvre d'une nouvelle institution de l'état algérien. Il s'agit du ministère des postes et télécommunication dont la délivrance du code, sous ordonnance présidentielle, a été effectuée le 30 décembre 1975 code n° 75-89. Il reste à noter que l'ordonnance et le code des P&T entrent en vigueur à partir du 5 juillet 1975, date jugée symbolique pour ce genre d'initiatives. Il est important à signaler également que tout ce travail a été instauré par l'ex président de République M. Houari Boumediene.

L'administration des Postes et Télécommunications, a été réorganisée dans le cadre de la réforme du Secteur, conformément à la Loi 2000-03 du 05 Août 2000 fixant les règles générales relatives à la Poste et aux Télécommunications. Cette Loi a permis un transfert des activités de la Poste et des Télécommunications exercées précédemment par le Ministère des

PTT à deux opérateurs : **Algérie Poste** et **Algérie Telecom**, et dans le même cadre de cette Loi il a été créé une Autorité de régulation dont le siège est à Alger. Et sur le même sillage la création des Directions de Wilayas a vu le jour par le décret exécutif N° 03-233 correspondant au 24 juin 2003.

Dès l'année 2000 une profonde réforme du secteur de la poste et des

Télécommunications, et réorganiser le secteur pour l'ancrer aux sources de la technologie et du financement par le marché. La loi n° 2000-03 du 5 août 2000 a ainsi été adoptée et promulguée. Outre qu'elle consacre l'ouverture de la poste et des

Chapitre 02 : Evolution du secteur de la Télécommunication et la Téléphonie Mobile en l'Algérie

Télécommunications, elle créé deux opérateurs, l'un pour la poste, Algérie Poste, et le deuxième pour les Télécommunications, Algérie Télécom. Elle créé également une autorité indépendante et autonome de régulation de la poste et des Télécommunications.

3.1.2 Algérie Télécom :

Algérie Télécom (**AT**), est une société par actions au capitale sociale opérant sur le marché des réseaux et services de télécommunications. Sa naissance a été consacrée par la loi 2000/03 du 5 aout 2000, relative à la restructuration du secteur des Postes et Télécommunications, qui sépare notamment les activités Postales de celles des Télécommunications. Algérie Télécom est donc régie par la loi qui lui confère le statut d'une entreprise publique économique sous la forme juridique d'une Société Par Actions (**SPA**). Entrée officiellement en activité à partir du 1er janvier 2003, elle s'engage dans le monde des Technologies de l'Information et de la Communication (**TIC**) avec trois objectifs :

- Rentabilité
- Efficacité
- Qualité de service

L'ambition d'Algérie Télécom est d'avoir un niveau élevé de performances techniques, économiques et sociales pour se maintenir durablement comme leader dans son domaine, dans un environnement devenu concurrentiel. Son souci consiste, aussi, à préserver, server et développer sa dimension internationale et participer à la promotion de la société de l'information en Algérie. L'activité majeure d'Algérie Télécom est de :

- Fournir des services de télécommunications permettant le transport et l'échange de la voix, de messages écrits, de données numériques, d'informations audiovisuelles,...
- Développer, exploiter et gérer les réseaux publics et privés de télécommunications.
- Etablir, exploiter et gérer les interconnexions avec tous les opérateurs des réseaux.

Algérie Télécom est organisée en Directions Centrales, Régionales et Directions Opérationnelles de Wilaya autour de ses métiers fixes et services et d'autre part des fonctions supports réseaux. A cette structure s'ajoutent une filiale mobile (**ATM MOBILIS**) et deux

Chapitre 02 : Evolution du secteur de la Télécommunication et la Téléphonie Mobile en l'Algérie

autres filiales chargées l'une de l'internet (**ATI DJAWEB**) et l'autre des télécommunications spatiales (**ATS REVSAT**).

Chapitre 02 : Evolution du secteur de la Télécommunication et la Téléphonie Mobile en l'Algérie

3.2 La Téléphonie Mobile en l'Algérie

Le Gouvernement a mis en œuvre, en 2000, un calendrier de réformes se fixant pour objectif d'introduire la concurrence dans ce secteur et mettre au standard international son secteur public de télécommunications tant sur la qualité et la diversité de l'offre que sur l'amélioration du service universel. Ce calendrier de réformes très avancé a permis la vente de plusieurs licences mobile, Pour atteindre cet objectif, le gouvernement a redéfini l'environnement institutionnel et réglementaire en déléguant au Ministère de la Poste et des Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication la conduite de ce calendrier de réformes.

C'est ainsi qu'ont été créés entre 2001 et 2003 :

- l'Autorité de Régulation de la Poste et des Télécommunications (ARPT)
- Algérie Telecom, opérateur fixe de télécommunications
- Algérie Telecom Mobile devenu Mobilis
- Algérie Poste, opérateur postal 135

Algérie Telecom a délivré 3 licences pour trois différents opérateurs : **Mobilis ; Djezzy ; Ooredoo**

3.2.1 Les opérateurs de réseau en l'Algérie

Cette réforme qui prévoyait dès son lancement l'ouverture progressive de tous les segments du marché à la concurrence a permis la création en 2001 du premier opérateur privé de télécommunications mobile, Orascom Telecom Algérie sous la marque commerciale Djezzy et du second opérateur privé fin août 2004, Wataniya Telecom Algérie sous la marque Nedjma.

Deux licences **VSAT** ont également été attribuées courant 2004 à Djezzy.

➤ Mobilis:

Le réseau de la téléphonie mobile qu'a lancé Algérie Télécom connaît depuis juillet 2004 un important développement. Aujourd'hui, **Mobilis** compte environ 10 millions d'abonnés. Les investissements financiers seront réalisés en priorité à la boucle locale radio pour la téléphonie fixe et au développement de la couverture GSM de sa filiale Mobilis ainsi qu'au service permis par l'utilisation de nouvelles technologies tel le GPRS (opérationnel depuis le début de l'année 2005). Le chiffre d'affaires du groupe est passé de 21 milliards de

Chapitre 02 : Evolution du secteur de la Télécommunication et la Téléphonie Mobile en l'Algérie

dinars en 2000 à 90 milliards de dinars en 2007. Algérie Telecom projette d'investir environ 2,5 milliards de dollars d'ici 2010.

Mobilis occupe la deuxième place en termes d'abonnés et de chiffre d'affaires. S'agissant d'ATS, la filiale offre les services satellitaires aux entreprises et aux professionnels. Elle permet l'interconnexion des localités enclavées du pays pour prolonger les services traditionnels d'Algérie télécom ou d'autres opérateurs dans ces zones.



Fig(10) : slogan commercial de l'opérateur Mobilis

Chapitre 02 : Evolution du secteur de la Télécommunication et la Téléphonie Mobile en l'Algérie

➤ *Djezzy :*

L'opérateur privé, Orascom, est présent en Algérie depuis le 11 juillet 2001, date à laquelle, avec une offre de 737 millions de dollars, il a remporté le marché concernant l'attribution d'une seconde licence GSM. *Djezzy* est opérationnel depuis le 15 février 2002. L'investissement réalisé jusqu'à présent pour le déploiement du réseau, non compris le coût de la licence, est estimé à environ 1 milliard de dollars mi 2004. Aujourd'hui, le réseau d'OTA compte environ 16 millions de clients, dont 90% ont souscrit des formules dites pré-paid¹³⁹. *Djezzy*, l'un des plus importants opérateurs de la téléphonie en Algérie, a recruté en 2010 dans le secteur des télécoms pas moins de 1 200 personnes. Les recrues de *Djezzy*. Par ailleurs, différents domaines d'activité ont ainsi été ciblés tels que la technique, le commercial, l'informatique, le marketing, les finances, l'administration, la clientèle.



Fig(11) : slogan commercial de l'opérateur Djezzy

Chapitre 02 : Evolution du secteur de la Télécommunication et la Téléphonie Mobile en l'Algérie

➤ **Ooredoo Wataniya Telecom Algeria (WTA):**

L'opérateur koweïtien Wataniya a remporté la troisième licence de téléphonie mobile en janvier 2004 pour 421 millions de dollars. **Ooredoo**, marque commerciale de WTA, a débuté son exploitation commerciale le 25 août 2004. Wataniya Télécom Algérie (WTA, Nedjma, Ooredoo) c'est le premier opérateur multimédia de téléphonie en l'Algérie, il comptait, pour sa part, 8 245 998 abonnés en 2010, en hausse par rapport à 2009

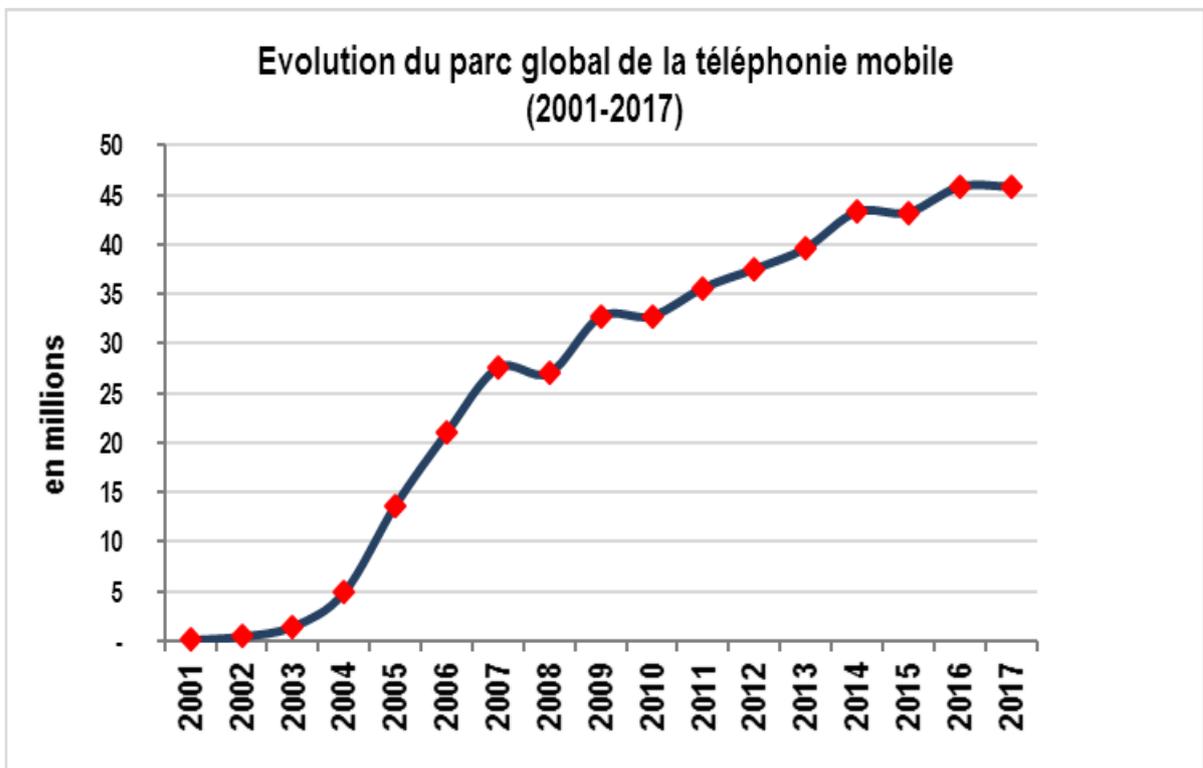
, soit une part de marché de 25,2%. Le taux de pénétration de la téléphonie mobile a baissé en 2010, atteignant 90,30%, comparativement à 2009 où il était de 91,68%. Concernant la téléphonie fixe, un peu plus de 3 millions d'abonnés étaient comptabilisés au 28 février 2011.



Fig(12) : slogan commercial de l'opérateur de réseau Ooredoo

3.3 Le marché de la téléphonie mobile en l'Algérie :

Les chiffres ont été comptabilisés pour suivre la croissance d'exploitation de la Téléphonie Mobile en l'Algérie depuis l'an 2001 jusqu'à l'an 2017 ; le nombre des clients était moins de cinq million jusqu'à 2004, et depuis 2005 ça commence son augmentation jusqu'à 2017 par des dizaines des millions d'abonnés. Ces résultats prouvent l'importance d'utilisation de la Téléphonie Mobile en Algérie sur tous les dis dernières années.



Source :

Fig (13) : l'évolution du parc global de la téléphonie mobile en l'Algérie (2001-2017)

Chapitre 02 : Evolution du secteur de la Télécommunication et la Téléphonie Mobile en l'Algérie

Mais pour l'évolution de la Téléphonie Mobile par générations en l'Algérie sa prend du temps, après 12 ans de la naissance du réseau GSM en l'Algérie on a marqué l'apparance du r éseau 3G en 2013 c'était un grand pat dans le domaine des Télécommunicaions , cette 3eme génération de réseau ouvre la porte à le citoyen algérien le partage de la voix et data aussi et la conectivité avec sa petite appareil téléphonique mobile a distance. Et en 2016 c'était la contunuité de l'évolution de la Téléphonie mobile c'était l'apparance de la 4eme génération du GSM .

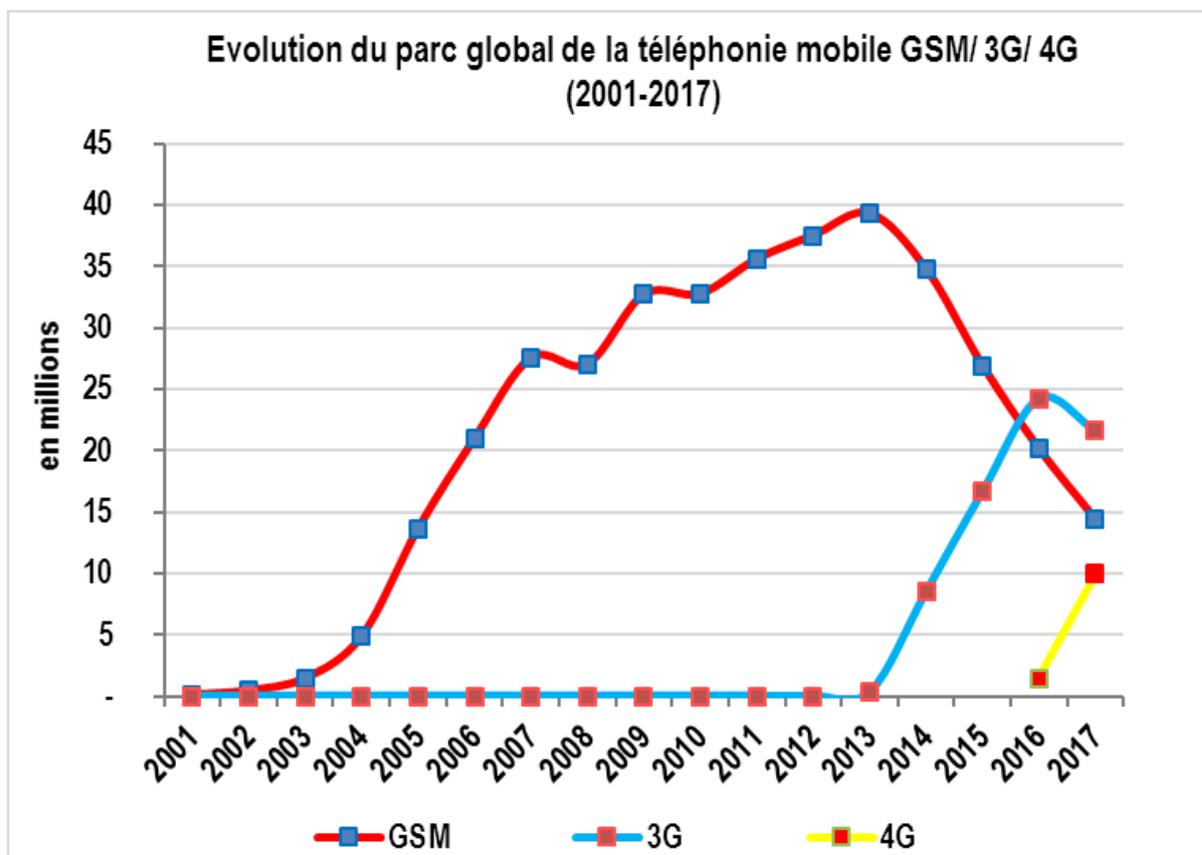


Fig (14) : l'évolution du parc global de la téléphonie mobile GSM, 3G/4G (2001-2017)

Conclusion

La révolution technologique que nous vivons depuis dix ans est d'une toute autre nature elle se caractérise par sa rapidité et par son impact sociétal important. Elle entraîne une modification profonde des modes de vie des algériens.

Encore ne sommes-nous qu'à l'aube de transformations numériques plus profondes encore, induites par l'implantation croissante des NTIC dans notre espace géographique.

Le territoire algérien doit être aménagé jusqu'aux communes les plus reculées avec de nouvelles infrastructures de télécommunication.

L'investissement dans les équipements actifs (services de télécommunication par Internet, raccordement au réseau Internet) est réservé aux seuls opérateurs de télécommunication. Mais l'ingénierie des Télécommunications toujours a besoin d'autres disciplines qui peuvent fournir des plans, des stratégies cartographiques pour gérer ces équipements.

Chapitre 03 : L'apport de la Géomatique pour gérer et évaluer le réseau GSM

Ooredoo cas wilayas d'Oran

Introduction

Pour l'opérateur téléphonique il est primordial d'avoir une couverture réseau optimale qui touche tout le pays sans pour autant avoir plus d'équipement qu'il n'en faut. Donc c'est un fin équilibre entre couverture, qualité de service et investissement, d'autre part les besoins des clients évoluent et généralement augmentent en demande de ressources, poussés par la vulgarisation de l'utilisation des équipements mobiles de différents types et qui évoluent technologiquement, puisque les utilisateurs ne font pas que des appels téléphoniques sur les réseaux mobiles mais aussi se connecter à internet pour naviguer. La solution proposée est l'apport de la Géomatique et l'application des « SIG » pour gérer et évaluer le réseau GSM de l'opérateur privé Ooredoo dans le cadre d'étude la wilaya d'Oran, a réalisé une plateforme cartographique à partir des données tabulaires qui contiennent les coordonnées géographiques des sites et leurs caractéristiques.

Cette étude thématique nous aide pour représenter l'emplacement et la planification de ce réseau GSM et la charge pour chaque équipement sur la zone étudiée (la wilaya d'Oran).

La Géomatique nous permet d'analyser l'extension et l'évolution des moyens de télécommunication sur un territoire.

1. Présentation de la Géomatique

C'est au début des années 70 qu'un ingénieur géographe employa pour la première fois le mot « Géomatique », il était le géographe Bernard Dubuisson ; pour faire allusion au mariage des sciences de l'étude et des mesures de la terre avec l'informatique. La Géomatique est définie comme étant un champ d'activités qui a pour but d'intégrer les moyens d'acquisition et de gestion des données à référence spatiale en vue d'aboutir à une information d'aide à la décision. Dans un cadre systémique la notion de système explique la prise en compte de tout ce qui concourt à la réalisation d'un projet de Géomatique : les données, les équipements, les spécialistes, le cadre physique de travail ainsi que les procédures qui les coordonnent.

Pour Laurent Polidori, c'est "un terme récent qui regroupe un ensemble de techniques géographiques, souvent anciennes et développées séparément, auxquelles une mise en œuvre numérique permet de cohabiter dans un environnement informatisé". D'une manière plus précise, la Géomatique regroupe l'ensemble des outils et méthodes permettant de collecter, d'intégrer, de représenter et d'analyser des données localisées dans un cadre géographique.

➤ Objectifs de la Géomatique :

De façon générale, la Géomatique vise à :

- Définir les bases de la référence spatiale.
 - Développer et utiliser les méthodes, techniques et outils pour localiser et mesurer les différents éléments du territoire, existants ou les mettre en place.
 - Intégrer ou rendre intégrables les données obtenues en fonction des systèmes de référence choisis (modélisation mathématique pour transformer un besoin du monde réel).
 - Offrir des données et informations de qualité.
 - Améliorer leur traitement, stockage et diffusion grâce à l'informatique
 - Analyser différents scénarios décisionnels à partir des informations obtenues en tirant profit des méthodes mathématiques d'optimisation (analyse multi variée, recherche opérationnelle...). La Géomatique est la science et la technologie de la cueillette, de l'analyse, de l'interprétation, de la distribution et de l'utilisation de l'information géographique. Elle englobe une foule de disciplines qui, dans un système à référence spatiale commune, concourent à créer une représentation à la fois détaillée et compréhensible du monde physique et de l'espace que nous y occupons. Parmi ces disciplines, on compte :
- La télédétection
 - Les systèmes d'information géographiques
 - La cartographie

2. Les SIG et approche système

Les systèmes d'information géographique (**SIG**) regroupent différentes d'équipements informatiques, de logiciels et de méthodologies et techniques informatiques, permettant de **gérer** des données **alphanumériques** spatialement localisées aussi de **modéliser**, de **saisir** sous forme numérique, de **stocker**, de **traiter**, de **intégrer**, de **consulter**, d'**analyser**, de **représenter** des **objets** ou des collections d'objets géographiques, avec la particularité essentielle de prendre en compte les caractéristiques **spatiales** de ces objets au même titre que les attributs descriptifs qui y sont attachés. En fait, la dénomination « **SIG** » recouvre une grande variété de réalisations logicielles construites suivant des choix techniques différents, aux fonctionnalités et aux performances très diverses. Il permet d'exploiter des informations qui ont une part graphique et par numérique ou textuelle.

Les « **SIG** » numérise et stocke les données et les couches des informations dans une base de données sous formes :

-Données RASTER : image numérique, les données sont comme des éléments essentiels le pixel.

-Données VERTORIELLES : elles sont constituées des points lignes ou surfaces, soit des objets ponctuels (repérés par coordonnées (x,y) ou objets linéaires (composés de segments : arcs), ou des objets surfaciques (repérés par des polygones définir la surface ou les périmètre).

Ces dernières données sont des résultats des traitements d'une base des données alphanumériques associées aux les premières.

2.1 Les domaines d'applications d'un SIG

Les domaines d'application des « SIG » sont nombreux que variés, citons cependant :

- Tourisme (gestion des infrastructures, itinéraires touristiques)
- Marketing (localisation des clients, analyse du site)
- Planification urbaine (cadastre, voirie, réseaux assainissement)
- Protection civile (gestion et prévention des catastrophes)
- Transport (planification des transports urbains, optimisation d'itinéraires)
- Hydrologie
- Forêt (cartographie pour aménagement, gestion des coupes et sylviculture)
- Géologie (cartographie, aléas, amiante environnemental, prospection minière)
- Biologie (études du déplacement des populations animales)
- Télécoms (implantation d'antennes pour les téléphones mobiles)

➤ **Les utilisateurs des SIG font plutôt :**

- de la gestion
- de l'aménagement
- de la recherche

3. La Géolocalisation et les systèmes de coordonnées

En parlant de géo localisation ce qu'on doit connaître en premier c'est dans quel système de coordonnées on va travailler ce qui en découle qu'on doit en savoir un peu plus.

3.1 Le concept systèmes de coordonnées

Un système de coordonnées est un référentiel dans lequel on peut représenter des éléments dans l'espace. Ce système permet de se situer sur l'ensemble du globe terrestre grâce à un couple de coordonnées géographiques. Pour des raisons historiques, techniques et d'usage, il existe un grand nombre de systèmes de coordonnées. Les coordonnées géographiques, Afin de localiser mathématiquement un objet sur la Terre d'une façon univoque, il faut définir un référentiel géodésique. Celui-ci est un repère affiné dont le centre est proche du centre des masses de la Terre, ses deux premiers axes sont dans le plan de l'équateur et le troisième est proche de l'axe de rotation des pôles. Il est donc possible dans ce repère d'obtenir des coordonnées pour chaque point de la Terre. La réalisation concrète et numérique de ce référentiel s'appelle un système géodésique. Ce dernier est constitué de repères repartis régulièrement à la surface de la terre.

3.2 Différents systèmes coordonnés

- Système de référence terrestre (SRT) et coordonnées
- Coordonnées associées à un SRT
- Les coordonnées géographiques : longitude, latitude, hauteur (λ , φ , h)
- Les coordonnées planes : Easting, Northing (abscisse et ordonnée : E, N)
- Système de référence verticale (SRV) et altitude
- Système de référence de coordonnées (SRC)

4. L'évaluation de l'évolution du réseau GSM Ooredoo dans la wilaya d'Oran

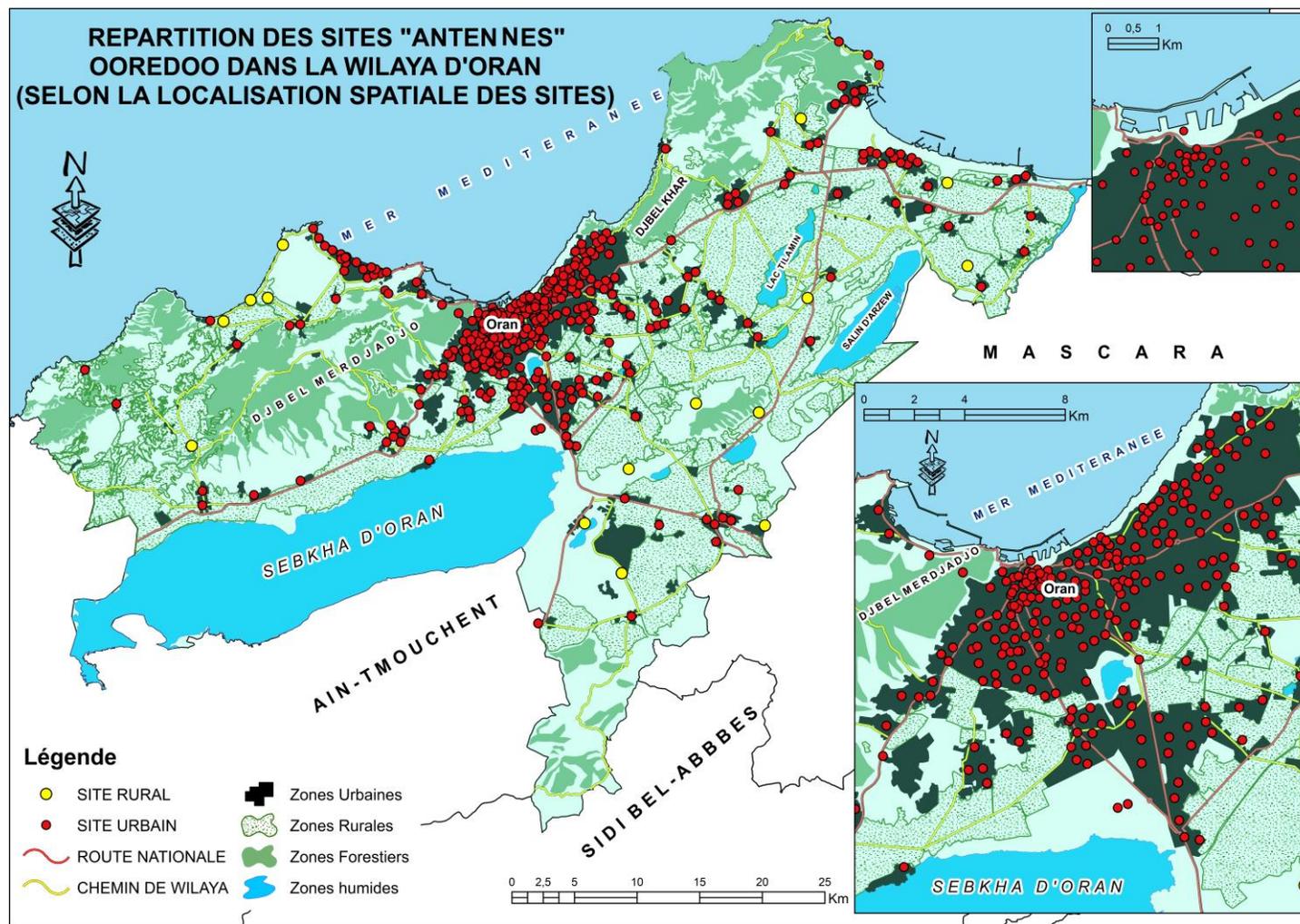
4.1 L'emplacement des sites « Antennes » 2G/3G au niveau de la wilaya d'Oran

La wilaya d'Oran était parmi les trois premières zones d'essai du réseau GSM Ooredoo avec ses générations 2G/ 3G et même 4G en Algérie avec la capitale Alger et la wilaya de Constantine. Notre zone d'étude prise en compte pour l'affectation des classes d'occupation du sol par les équipements radio/transmission du réseau mobile Ooredoo. Elle contient plus que trois cent sites couvres le milieu urbain dense et le milieu suburbain (villes, agglomérations suburbaine) ainsi que le milieu rurale de la wilaya d'Oran (les périphériques d'Oran, les villages, les parcelles d'agriculture). Les équipements radio et transmission de cet opérateur se diffèrent d'un milieu à autre par rapport au trafic qui le porte et la qualité du matériel (équipement) placé. La répartition des antennes de réseau d'Ooredoo est inégale dans la wilaya d'Oran.

On distingue deux types d'antennes ; le premier type est spécifique pour les zones urbaines et suburbaines (en rouge) et le deuxième type concerne les zones rurales (en jaune).

Elles sont très denses dans la ville d'Oran, Bir-El-Djir, Es-Senia, Mersa El-Kebir, Sidi Chami, Arzew, Betioua et Ain-El-Turk, la densité se diminue vers les zones périphériques de ces zones. Les antennes des zones rurales sont très dispersées dans l'espace.

Les zones humides et les zones montagneuses n'ont pas couvertes sauf quelques sommets comme Djebel El Kahar et Djebel Murdjadjou.



Carte (09) : répartition des sites « antennes » OOREDOO dans la wilaya d'Oran

Selon le type de réseau

Ooredoo cas wilayas d'Oran

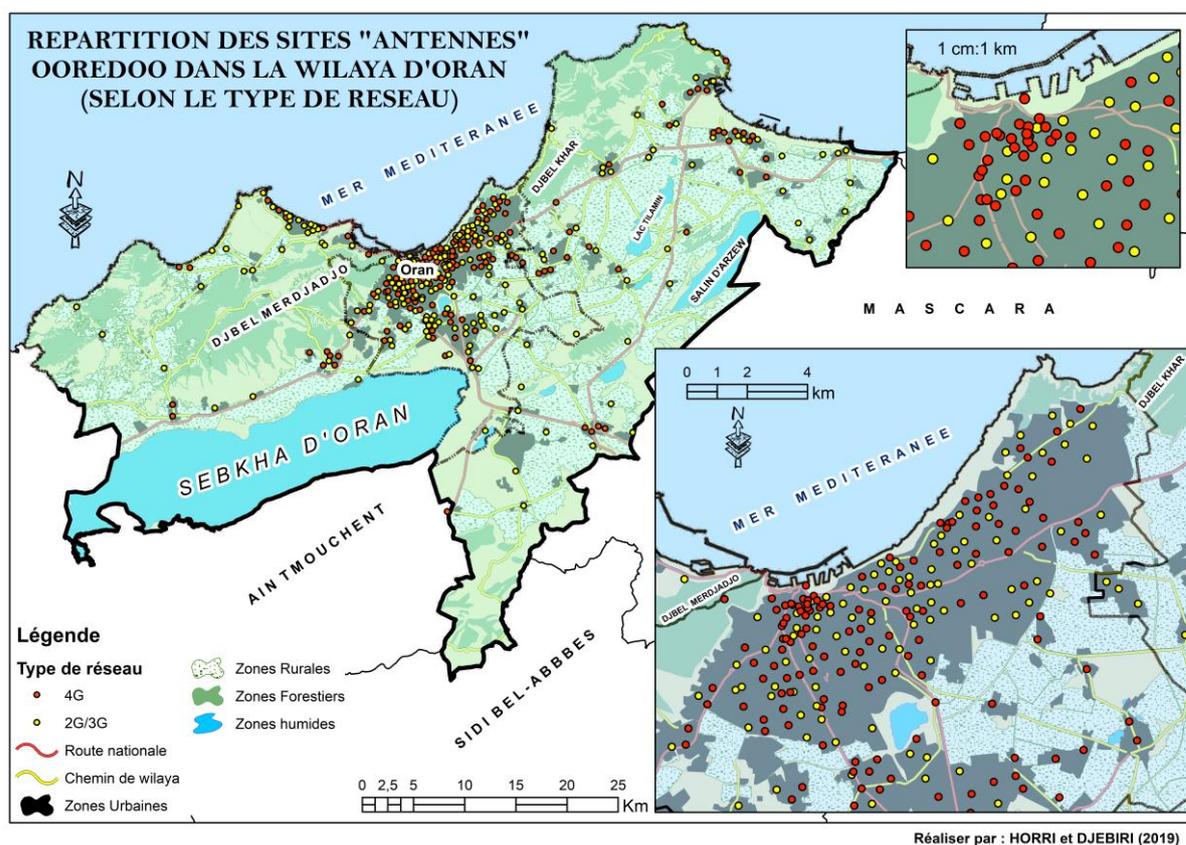
4.2 L'apparence du réseau 4G Ooredoo dans la wilaya d'Oran

En 2016, la wilaya d'Oran est devenue couverte par le réseau 4G de l'opérateur Ooredoo.

Le nombre d'antennes 4G de l'année 2018 étaient 147 antennes dans la wilaya d'Oran avec un taux de couverture égale 45%, dans les zones rurales et les zones urbaines et suburbaines.

Les sites 4G (en rouge) sont concentrés dans le centre de la wilaya surtout dans la ville d'Oran et les villes périphériques (Bir El Djir, Es-Sénia, Sidi Chahmi).

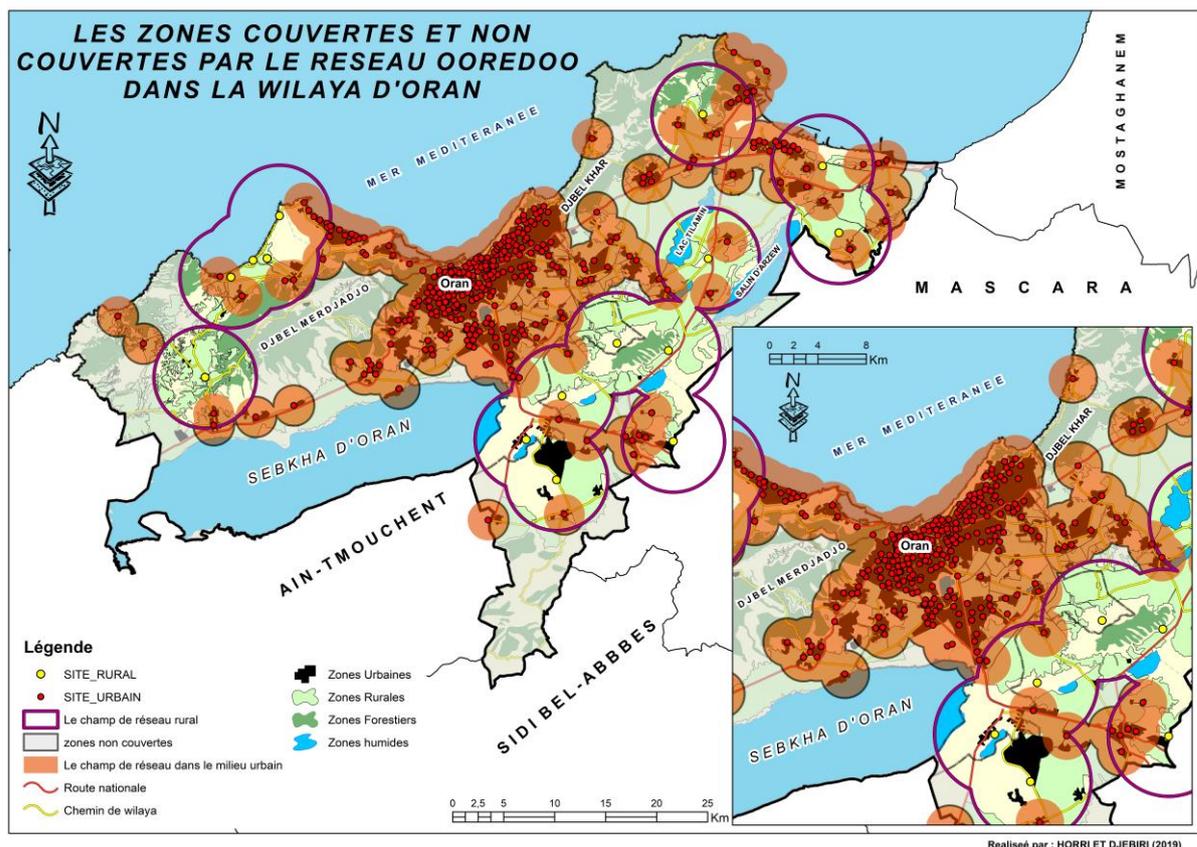
Ces villes sont les zones les plus dense dans la wilaya d'Oran et les zones les plus actives et dynamiques. Le besoins des clients à ce type de réseau pour partager les informations est très élevé par rapport aux zones rurales. Les antennes qui disposent de réseau 2G et 3G (en jaune) sont aussi présentes au niveau des agglomérations.



Carte (10) : répartition des sites « antennes » OOREDOO dans la wilaya d'Oran
Selon le type de réseau

4.3 L'application de la technique du réseau cellulaire par l'opérateur Ooredoo dans la wilaya d'Oran

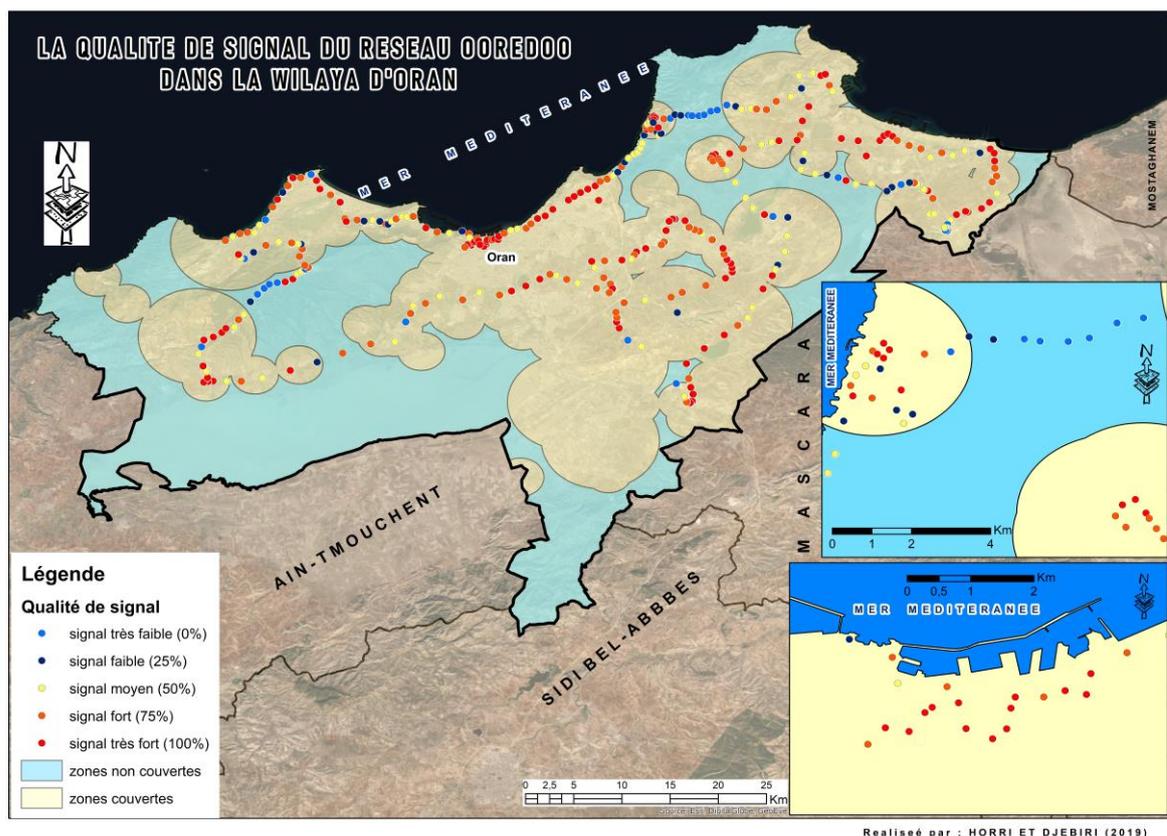
Le principe de base de fonctionnement du réseau mobile est basé sur un système cellulaire c'est-à-dire que les stations de bases sont réparties sur le territoire selon un schéma qui permet à une cellule d'utiliser plusieurs fréquences qui seront différentes de cellules voisines. Alors, par principe chaque station couvre une zone géographique par le réseau, soit dans les zones urbaines ou les zones rurales. Après l'application des zones tampons sur les antennes Ooredoo urbaines et suburbaines (en marron) et les zones rurales (en violet), on a constaté que la majorité de la wilaya d'Oran est couverte par le réseau Ooredoo. Les zones non couvertes se localisent au nord-ouest (massifs d'Arzew), au sud (les monts de Tessala et la grande Sebkhah d'Oran), au centre dans les monts de Murdjadjou et au nord-ouest dans le cap Lindless et les limites de la wilaya d'Ain Témouchent.



Carte (11) : les zones couvertes et non couvertes par le réseau Ooredoo dans la wilaya d'Oran

4.4 Les résultats de l'analyse et du test de la couverture du réseau Ooredoo dans la wilaya d'Oran

La connaissance des zones non couvertes par le réseau Ooredoo dans la zone d'étude peut guider efficacement la prise de décision relative à la localisation de projets de développement résidentiel ou commercial. La connaissance des paramètres biophysiques d'un lieu peut faciliter aussi la décision pour améliorer le taux de couverture du réseau. La mise en relation des données relatives aux tranches d'âge de la population avec les données topographiques et les données sur la circulation routière facilitera le choix du tracé et de trouver le meilleur emplacement des équipements du réseau, ainsi que l'alimentation des zones non couvertes par la génération 4G avec une stratégie idéale et non couteuse. Cela procure une étude géographique très détaillée comme le nombre de la population, les tranches d'âges de la population et l'occupation du sol urbaine.



Carte (12) : la qualité de signal du réseau Ooredoo dans la wilaya d'Oran

Chapitre 03 : L'apport de la Géomatique pour gérer et évaluer le réseau GSM

Ooredoo cas wilayas d'Oran

On a validé nos résultats, par des points GPS afin de tester la qualité du réseau (signal très faible, signal faible, signal moyen, signal fort et signal très fort) selon les barres affichées dans notre cellulaire (Ooredoo). On a fait le test sur une distance de 356 km avec 323 points GPS.

Cette distribution qu'est basée sur la qualité de signal (faible-moyen-forte) du réseau Ooredoo dans la wilaya d'Oran selon des zones (zone couverte/non couverte).

On peut déterminer la qualité de signal par l'intersection des points GPS et les zones non couvertes.

On a obtenu un tableau qui contient la fréquence et le pourcentage des points selon la qualité du réseau.

La Sebkhia et les zones montagneuses sont inaccessibles pour prendre des points GPS. Dans la zone de test, le signal varie entre un signal très faible avec un pourcentage de 33% dominant la région sur un total de 36 points. Le signal faible représente 17% du total, le signal moyen occupe 28% et un signal fort et très fort presque introuvable de 4 points de chacun. La géographie de ces zones est difficile pour les aménager par les équipements de cet opérateur du réseau. On a constaté que dans la forêt de Msila dans les monts de Murdjadjou, il y a des endroits non couverts par le réseau Ooredoo, malgré son poids touristique dans la wilaya d'Oran.

Concernant les zones couvertes, 5% pour un signal très faible, 9% pour un signal faible, 18% pour un signal moyen, 30% pour un signal fort et le pourcentage le plus élevé est pour le signal très fort qui atteint 38% avec une totalité de 269 points pour la zone couverte qui est en générale proche ou bien au bord de la mer méditerranéenne.

Tableau(02) : la qualité du réseau et son pourcentage dans les zones non couvertes

qualité de réseau	nombre de point	pourcentage
très faible	12	33%
faible	6	17%
moyen	10	28%
forte	4	11%
très forte	4	11%
total	36	100%

Chapitre 03 : L'apport de la Géomatique pour gérer et évaluer le réseau GSM Ooredoo cas wilayas d'Oran

Tableau(03) : la qualité du réseau et son pourcentage dans les zones couvertes

qualité de réseau	nombre de point	pourcentage
très faible	14	5%
faible	23	9%
moyen	49	18%
forte	82	30%
très forte	101	38%
total	269	100%

5. Les différentes applications et outils « SIG » utilisés pour évaluer la couverture du réseau GSM Ooredoo dans la wilaya d'Oran

Par sa capacité de traiter simultanément plusieurs «couches d'information» sur une même portion du territoire, la Géomatique permet d'élargir et d'enrichir la compréhension des décideurs quant aux problématiques d'aménagement et de développement de leur milieu.

On a extrait l'altitude des antennes à partir des données MNT. On a trouvé une légère différence entre les altitudes du tableau fournie par l'opérateur Ooredoo et le MNT des données SRTM avec un minimum de -20m, un maximum de 48m, une moyenne de 0m et un écart-type de 4.49m. Cela signifie que les deux sources de données d'altitude sont très proches malgré les légères différences. Dans ce domaine l'application de la Géomatique contribue d'une façon très efficace pour le développement et l'amélioration de la distribution des réseaux cellulaires.

Pour faire les différents traitements de l'information afin d'évaluer ce phénomène de télécommunication au niveau de la zone d'étude, on a passé par plusieurs étapes techniques pour assurer une validation de nos résultats et compléter nos objectifs.

Ce travail est passé par des étapes et chaque partie a son modèle de réalisation sur logiciel Arc Gis le système informatique géographique utilisé dans cette étude, ces modèles sont comme suivants :

Pour créer les cartes géographiques de : hypsométrie, pentes, exposition des versants, réseaux hydrographiques, il faut suivre les deux premiers modèles :

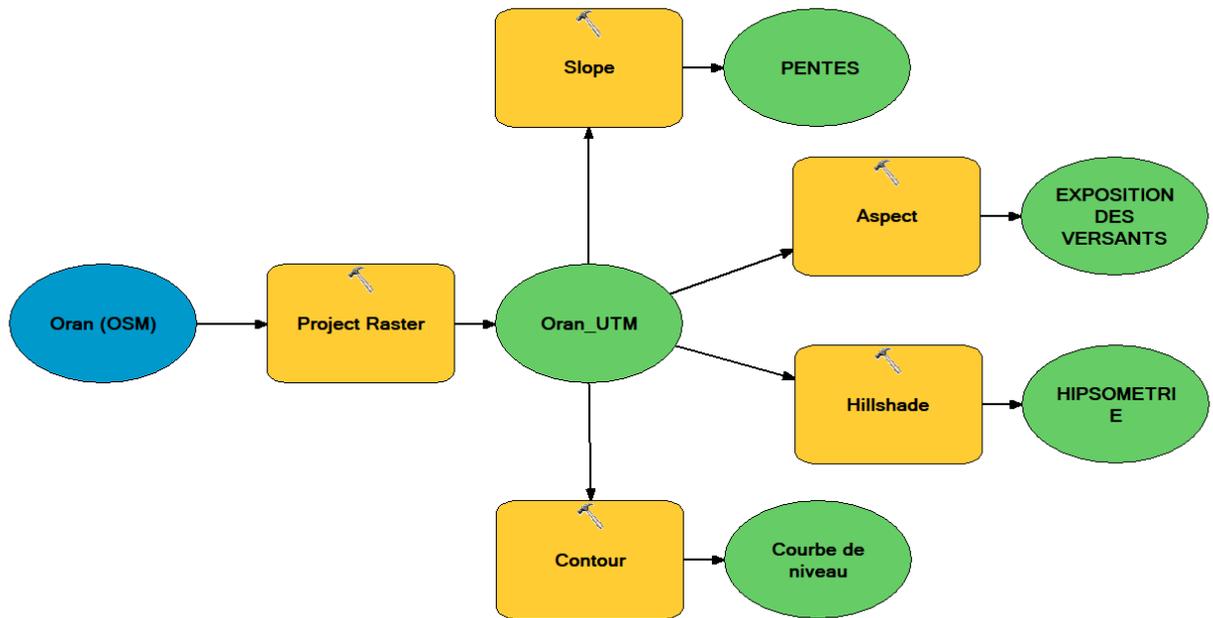


Figure (15) : modèle 01 pour réaliser les cartes (hypsométrie, pente, exposition des versants, pentes)

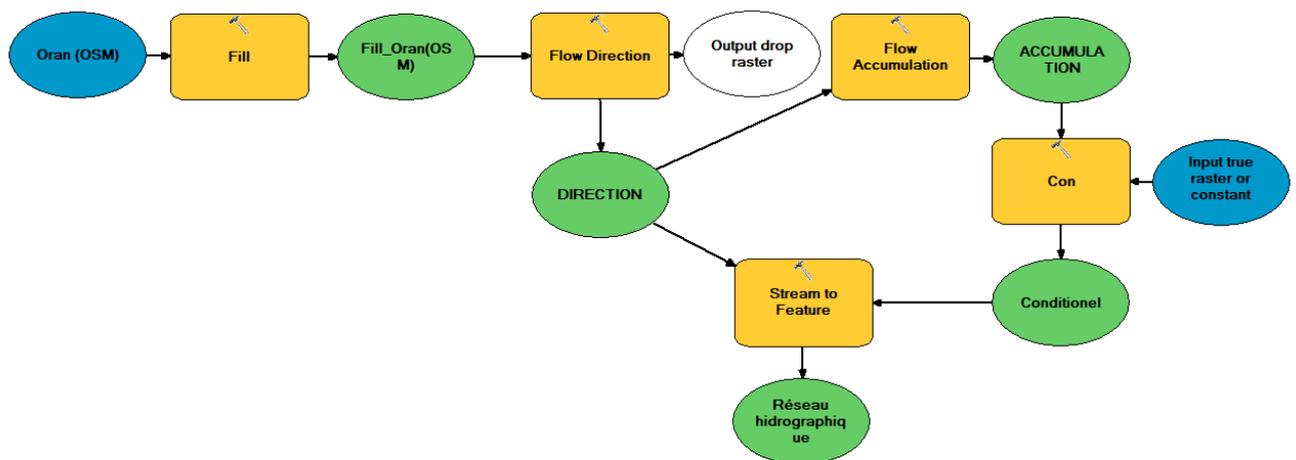


Figure (16) : modèle 02 pour réaliser les cartes (réseau hydrographique)

Chapitre 03 : L'apport de la Géomatique pour gérer et évaluer le réseau GSM
Ooredoo cas wilayas d'Oran

Pour réaliser la carte du couverture réseau, on a séparé les sites (antennes) urbains et ruraux, ensuite on a appliqué une zone tampon (Buffer) sur les sites urbains (2km) et ruraux (5km) . les zones qui se trouvent a l'interieur des Buffer indiquent qu'il y'a une bonne couverture réseau. On a ensuite supprimé les zones couvertes (Buffer) de la wilaya d'Oran, pour obtenir les zones non couvertes. Afin de valider nos résultats, on a testé la qualité du réseau sur les 326 points GPS de la wilaya d'Oran.

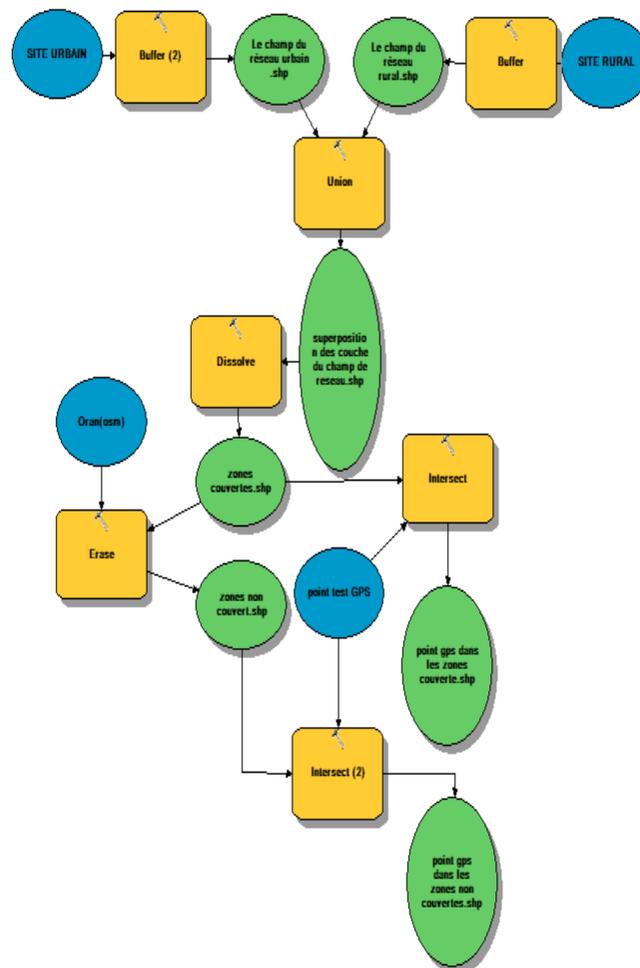


Figure (17) : modèle 03 pour réaliser les cartes (zones couvertes, non couvertes)

Chapitre 03 : L'apport de la Géomatique pour gérer et évaluer le réseau GSM
Ooredoo cas wilayas d'Oran

Conclusion :

La Géomatique s'inscrit dans le mouvement d'expansion des nouvelles technologies de l'information et des communications (NTIC). L'échange et le partage de fichiers de données entre les partenaires et avec les fournisseurs impliquent de forts volumes d'information et nécessitent en général l'utilisation d'une large bande passante (haute vitesse) autant à l'interne qu'à l'externe. La diffusion des données Géomatique aux citoyens fait également partie des options qui doivent être envisagées par les organismes municipaux. Certains logiciels SIG offrent à cet égard des outils de diffusion Web qui peuvent s'ajouter au logiciel de base. En somme, la Géomatique donne accès rapidement à l'information sur un territoire donné en la présentant sous forme de cartes de synthèses. Au lieu d'avoir à manipuler et à lire plusieurs cartes et rapports, les élus et les gestionnaires obtiennent une vue du territoire où toutes les données essentielles à l'étude et à la solution d'un problème sont intégrées. Ils peuvent ainsi identifier, commenter et discuter efficacement les éléments dont leur décision doit tenir compte.

Conclusion générale

La communication est une opération vitale, dynamique qui touche les secteurs qui consistent dans le transfert et la réception de l'information et la faire comprendre d'une personne à un autre ou d'un groupe à un autre quelle que soit de nature social ou culturelle. La télécommunication est une communication à distance, cette opération doit être filiale ou non filiale aux besoins d'un ensemble des opérateurs avec des équipements qu'assurent la transmission des informations. Cette dernière action a besoin d'ingénierie, d'architecture et de la planification pour couvrir une grande zone géographique par ce service qui joue un rôle très important dans le monde. En Algérie, le secteur de télécommunication et la téléphonie mobile ont des infrastructures qui cherchent toujours les bons plans pour bien gérer ce domaine. L'emplacement de ces équipements sur le territoire a besoin d'une discipline qui va fournir la planification idéale des équipements du réseau. La Géomatique est étroitement liée à l'information géographique pour représenter un objet ou un phénomène localisé dans l'espace comme les équipements des Télécommunications en générale et la Téléphonie mobile spécialement. L'utilisation de la Géomatique en aménagement et en développement du territoire vient pour changer les façons utilisées dans le passé. Les cartes d'utilisation du sol, le potentiel et les contraintes sont élaborées à partir des données géographiques ce qui facilite l'évaluation générale du réseau. La Géomatique et les outils des « SIG » nous offrent la possibilité de changer les options d'aménagement dans tous les domaines et d'en prévoir leurs impacts avec une grande précision. Il est ainsi possible de créer des modèles pour programmer les extensions futures des projets. Nous avons fait une étude d'évaluation du réseau GSM Ooredoo dans la wilaya d'Oran. On a constaté qu'il y a des zones non couvertes et qui procurent des installations des antennes.

L'utilisation du *SIG* pour évaluer le réseau mobile GSM Ooredoo dans la wilaya d'Oran a donné de bons résultats. Cette métropole régionale a un poids régional, national et

international très important (les jeux olympiques méditerranéens de 2021). L'étude géographique des zones, nous a permis de produire des cartes, des graphes, d'exécuter des requêtes et de faire des analyses géographiques en utilisant les coordonnées géographiques des antennes.

Pour améliorer la qualité du réseau au niveau de la zone d'étude, on a essayé de trouver des solutions par les « SIG » et surtout Arc GIS (l'ensemble des techniques appliquées par des modèles). La conception et le suivi temporel aident rapidement de prendre les meilleures décisions et de trouver la stratégie la plus idéale pour gérer les équipements (les émetteurs) par la superposition des cartes des zones couvertes et les zones non couvertes dans la wilaya d'Oran. Après le test que nous avons fait sur une distance de plus de 300 km, on a constaté que la Géomatique est indispensable pour gérer les réseaux de la télécommunication. Par notre travail on a imposé l'importance de la Géomatique pour gérer un réseau mobile.

Références bibliographique :

- Les systèmes d'information géographique « arcview 9.1 et 3d analyst » document préparé par bernadette laurencin , archi en ENSA paris belle ville . octobre 2006

- « prédiction de couverture de champ radioélectrique que pour les réseaux radiomobiles : l'apport des systèmes d'information géo application en milieu urbain. Préparer par christine turck .Thèse présentée pour obtenir le grade de docteur de l'université Louis Stasteur . Strasbourg I . Désipline géographie 27 Mars 2006

- « Projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de licence appliquée en science de techniques de l'information et de communication (LASTIC) « Développement d'un outil d'aide à la gestion descapacités des équipement BSS en map Basie sous le SIG Map info ». Université de virtuelle de tunis réaliser par M.Messaoui Medeni 2010-2011

- Le SIG pour les télécommunications « solutions ESRI pour document l'entreprise » réaliser par ESRI France

- « Eléments pour une géographie des télécommunications » author : Henry Bahis .Source : Annals de Géographie : 89 e année No 496 (Nou. DEC 1980) PP .657.688 publié par Aumand Colin : URL :<https://www.jstor.org/stable/sponsoring>

- « définitions et domaines d'application des SIG » document préparé par : « Myriam vendé »DUEST

- « Utilisation du SIG dans une entreprise industrielle pour l'analyse et la prise de décision » document réalisé par « Mohamed Najeh Lakhoua »U.R : système , Energétique productique et environnement . université du 7 Novembre .Carthage .Tunise Année 2007

- « Les principes des systèmes d'information géographique » Marc Souris

TABLE DES MATIERES

<i>Titre</i>	<i>N° de page</i>
Chapitre introductif	
Introduction générale	
1. Problématique	
2. Objectifs	
3. Méthodologie	
3.1 Les données utilisées	
Chapitre01 : Présentation Géographique du cadre de l'étude : la wilaya d'Oran	
1. Localisation	7
2. Les caractéristiques physiques de la wilaya d'Oran	8
2.1 Le relief	8
2.1.1 L'hypsométrie	8
2.1.2 La pente et le réseau hydrographique	11
2.1.3 L'exposition des versants	12
2.2 Le climat	13
2.2.1 La température	13
2.2.2 Les précipitations	14
2.2.3 Les vents	15
3. La population de la wilaya d'Oran	16

4. Les agglomérations urbaines et les zones rurales dans la wilaya d'Oran	17
Conclusion	20
Chapitre02 : Evolution du secteur de la Télécommunication et la Téléphonie Mobile en Algérie	
1. Présentation de la Télécommunication...	22
2. L'évolution de la Téléphonie Mobile	24
2.1 Introduction au standard GSM	24
2.2 L'architecture d'un réseau GSM .	24
2.3 Le classement des technologies de réseaux	26
2.4 Antennes et réseau cellulaire	27
2.4.1 Concepts Antennes	27
2.4.2 Introduction au réseau cellulaire	30
2.4.3 Les caractéristiques d'une cellule de réseau	30
3 La Télécommunication et l'évolution de la Téléphonie Mobile en l'Algérie	31
3.1 L'historique de la Télécommunication en l'Algérie	31
3.1.2 Algérie Télécom	32
3.2 La Téléphonie Mobile en l'Algérie	34
3.3 Le marché de la téléphonie mobile en l'Algérie	38
Conclusion	40
Chapitre03 : L'apport de la Géomatique pour gérer et évaluer le réseau GSM Ooredoo cas wilayas d'Oran	
-Introduction	42
1 Présentation de la Géomatique	43

2 Les SIG et approche système	44
2.1 Les domaines d'applications d'un SIG	45
3 La Géolocalisation et les systèmes de coordonnées	45
3.1 Le concept systèmes de coordonnées	45
3.2 Différents systèmes coordonnées	46
4 L'évaluation de l'évolution du réseau GSM Ooredoo dans la wilaya d'Oran	46
4.1 L'emplacement des sites « Antennes » 2G/3G au niveau de la wilaya d'Oran	46
4.2 L'apparence du réseau 4 G Ooredoo dans la wilaya d'Oran	48
4.3 L'application de la technique du réseau cellulaire par l'opérateur Ooredoo dans la wilaya d'Oran	49
4.4 Les résultats de l'analyse et du test de la couverture du réseau Ooredoo dans la wilaya d'Oran	50
5. Les différentes applications et outils « SIG » utilisés pour évaluer la couverture du réseau GSM Ooredoo dans la wilaya d'Oran	52
Conclusion de chapitre 03	55
Conclusion générale	57
Références bibliographiques	60
Table des matières	61
Liste des figures	64
Liste des cartes	65
Liste des abréviations	66

Liste des cartes

<i>N°</i>	<i>Titre de carte</i>	<i>N° de page</i>
<i>01</i>	La situation géographique de la wilaya d'Oran	<i>07</i>
<i>02</i>	L'hypsométrie de la wilaya d'Oran	<i>09</i>
<i>03</i>	Le réseau hydrographique et les pentes dans la wilaya d'Oran	<i>10</i>
<i>04</i>	L'exposition des versants dans la wilaya d'Oran	<i>11</i>
<i>05</i>	Le nombre de la population dans la wilaya d'Oran	<i>15</i>
<i>06</i>	Le nombre de logement et le Tol dans la wilaya d'Oran	<i>16</i>
<i>07</i>	Les agglomérations urbaines et les zones rurales	<i>17</i>
<i>08</i>	L'occupation du sol de la wilaya d'Oran	<i>18</i>
<i>09</i>	Répartition des sites « Antennes » Ooredoo dans la wilaya d'Oran selon de la localisation spatiale des sites	<i>47</i>
<i>10</i>	Répartition des sites « Antennes » Ooredoo dans la wilaya d'Oran selon le type	<i>48</i>
<i>11</i>	Les zones couvertes et non couvertes par le réseau Ooredoo dans la wilaya d'Oran	<i>49</i>
<i>12</i>	La qualité du signal du réseau dans la wilaya d'Oran	<i>50</i>

Liste des figures

N°	Titre	Page
01	la moyenne des températures dans la station d'Oran Les précipitations	13
02	Diagramme ombrothermique de Gaussen et Bagnouls dans la station d'Oran (1991-2014)	14
03	graphe Radar des vents dans la wilaya d'Oran	14
04	L'évolution de la télécommunication	23
05	Architecture des réseaux GSM dans différentes zones	25
06 et 07	d'un Antenne BTS Ooredoo-Oran	28
08 et 09	l'Antenne BSC D'Ooredoo-Oran	29
10	slogan commercial de l'opérateur Mobilis	35
11	slogan commercial de l'opérateur Djazzy	36
12	slogan commercial de l'opérateur de réseau Ooredoo	37
13	l'évolution du parc global de la téléphonie mobile en l'Algérie (2001-2017)	38
14	l'évolution du parc global de la téléphonie mobile GSM, 3G/4G (2001-2017)	39
15	modèle 01 pour réaliser les cartes (hypsométrie, pente, exposition des versants, pentes)	47
16	modèle 02 pour réaliser les cartes (réseau hydrographique)	47
17	modèle 03 pour réaliser les cartes (zones couvertes, non couvertes)	48

Liste des tableaux

N°	tableau	Page
01	la température dans la wilaya d'Oran	12
02	la qualité du réseau et son pourcentage dans les zones non couvertes	45
03	la qualité du réseau et son pourcentage dans les zones couvertes	46