



Cartographie thématique d'Annaba (Algérie) par le biais d'outils d'aide à la décision (SIG et télédétection)

Thematic cartography of Annaba (Algeria) through decision support tools (GIS and remote sensing)

**SAOULI Rim Amina : Maître de conférences A
Département d'Aménagement du territoire
Faculté Sciences de la Terre, Université Badji Mokhtar**

Date soumission: 12/07/2018

Date acceptation : 26/11/2018

Résumé

Les cartes de la ville d'Annaba et les bases de données géographiques utilisées actuellement par les instruments d'urbanisme deviennent rapidement dépassées et obsolètes, pour la prise de décision urbaine, en particulier à cause du décalage qui existe entre les cartes projetées et l'agglomération telle que fabriquée par les décideurs et intervenants actifs, privés ou publics, de la ville. Ostensiblement, dans un but prédominant de faciliter la prise de décisions, toutes ces données peuvent être mises à jour et corrigées rapidement par l'utilisation d'approches combinant les SIG à la télédétection satellitaire. Les données requises pour la cartographie thématique de l'aire étude comprennent le modèle numérique de terrain MNT, d'une résolution de 30 m.

Mot clé: SIG (système d'information géographique), télédétection satellitaire, modèle numérique de terrain (MNT), prise de décision urbaine, cartographie thématique.

Abstract

The maps of the Annaba city and geographical databases currently used by urban planning instruments, in Algeria, are rapidly becoming obsolete, for urban decision-making, especially because of the shift that exists between the projected maps and the agglomeration such as fabricated by the city's active, private or public decision-makers.

Ostensibly, For a predominant purpose of facilitating decision-making, all these data can be updated and corrected quickly by the use of approaches combining GIS with satellite remote sensing. The data required for the thematic mapping of the study area include the digital terrain model (DTM), with a resolution of 30 meters.

Key words: Geographic Information System (GIS), satellite remote sensing; digital terrain model (DTM), decision-making; thematic maps.

1- Introduction

La gestion et la planification d'un territoire demeure indéniablement jusqu'à ce jour une tâche très complexe. La technologie des systèmes d'information géographique SIG est l'un des outils de gestion le plus approprié vu sa capacité à manipuler et à confronter en temps réel différents phénomènes de manière coordonnée et accélérée. En outre, les SIG sont considérés comme des systèmes essentiels pour l'analyse des données et la prise de décision dans de nombreux domaines. Ils sont des outils flexibles de gestion de l'information contrairement aux instruments d'urbanisme actuellement utilisés en Algérie.

Bien faire une ville, passe nécessairement par une remise à niveau de sa gestion. Les approches et les techniques traditionnelles conçues pour les villes s'avèrent insuffisantes. C'est pour cette raison que la tendance s'est transposée à l'utilisation d'images numériques et multi spectrales. L'un des objectifs primordiaux de cet article est de souligner l'importance de combiner les SIG à la télédétection satellitaire dans le champ de la cartographie thématique.

La représentation graphique d'un ensemble de données, que se soient physiques ou urbaines, sur une carte est un outil crucial et essentiel pour la prise de décision. La cartographie permet à plusieurs disciplines

d'appréhender, d'illustrer et surtout de représenter un ou plusieurs phénomènes sur un support réduit. La production cartographique, suivant les méthodes traditionnelles et les procédés conventionnels, s'est avérée onéreuse et assez lente. Au cours de cet article, nous abordons et mettons en évidence la contribution de la télédétection et aussi des systèmes d'information géographique dans la gestion et la connaissance d'un milieu physique. A l'aide de ces outils et systèmes modernes et surtout très efficaces, les apports de l'extraction de l'information spatiale contenue dans une image satellitaire ont permis à la cartographie de représenter, avec une grande exactitude, le milieu urbain et physique d'une aire urbaine. Aujourd'hui, les systèmes d'information géographique sont considérés comme des outils d'analyses sophistiquées qui apportent de nouvelles possibilités à la réflexion géographique et au domaine de la cartographie. Si l'on considère que la carte est l'un des outils qui aide les gestionnaires et les aménageurs de l'espace, il est nécessaire qu'elle évolue¹. Avec l'émergence et l'évolution de l'informatique et des techniques de cartographie numérique, le problème du zoom, d'échelle et également de la sélection semblent être réglés. Les systèmes d'information géographique SIG permettent de visualiser et de zoomer sur l'espace. Les différentes « couches », qui y sont intégrées, regroupent en familles l'information selon leurs natures et peuvent aussi être affichées ou masquées suivant la volonté de l'utilisateur, facilitant ainsi la sélection et l'affichage des objets souhaités.

Les systèmes d'information géographique SIG, comme support à la gestion des territoires², sont considérés comme des systèmes multifonctionnels³ qui offrent des possibilités de stockage automatisé. Dans ces systèmes puissants SIG, le modèle numérique de terrain MNT est le plus fréquemment utilisé. Cet ensemble de données raster (MNT), couramment utilisé comme source particulièrement féconde pour produire des cartes topographiques, est une grille et une surface lisse qui représente le relief d'une surface au sol. Chaque cellule carrée de la grille possède une hauteur d'élévation⁴. L'objectif prioritaire de cet article est d'étudier le milieu physique de la ville d'Annaba. C'est pour cette raison que

durant cette étude, nous associons et combinons les nouvelles technologies à un modèle numérique de terrain propre à l'aire d'étude avec une résolution et une précision de l'ordre de 30 mètre. Cette combinaison présente un certain nombre d'avantages par rapport aux méthodes traditionnelles puisqu'elle facilite grandement la production des cartes thématiques spécifiques au milieu physique de l'aire d'étude. En outre, la cartographie s'est considérablement améliorée, ces dernières années, grâce au développement des systèmes d'information géographique et de la télédétection par satellite.

Avec un défi de mettre à jour la base de données géographique numérique utilisée, aujourd'hui, par les instruments d'urbanisme en Algérie, qui est manifestement obsolète et en décalage⁵ avec la réalité urbaine, nous utilisons un ensemble de logiciels de gestion de l'information, issus des systèmes d'information géographique SIG. Ces logiciels sont très utiles, en particulier « ArcMap 10.2 », qui offre un environnement de travail très adapté aux ingénieurs⁶, aux géographes et aussi aux urbanistes.

2- Données et méthodes

2.1- Données utilisées

Dans un but de produire des cartes thématiques détaillées de l'aire d'étude (carte altimétrique, carte des pentes, carte des expositions des versants et la carte du réseau hydrographique), nous avons intégré dans le SIG (ArcMap 10.2) un modèle numérique de terrain MNT spécifique à l'aire d'étude de type SRTM avec une précision de 30m. Ce modèle numérique de terrain est accessible et disponible gratuitement depuis le site internet du centre d'observation et de science des ressources de la terre (USGS) des États-Unis. Pour le calage et géo-référencement de ce modèle MNT, nous avons utilisé un système de projection utilisé en Algérie: Transversale Universel de Mercator (UTM) WGS 84 Zone 32 Nord.

2.2- Présentation du cadre d'étude

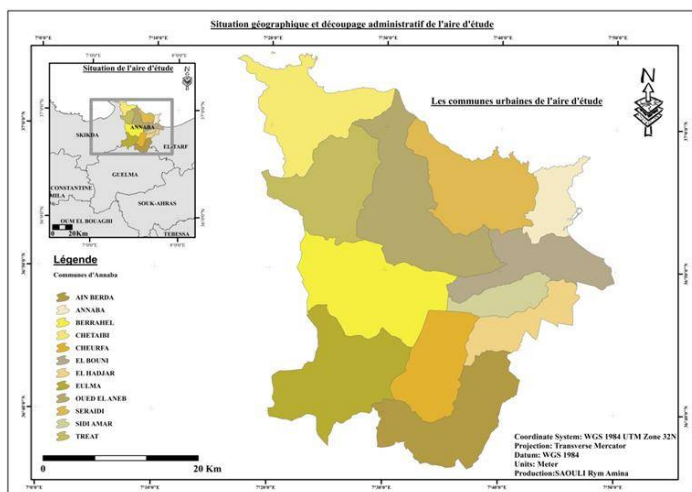
L'étude a été entreprise dans le Nord-Est de l'Algérie, au niveau de la wilaya d'Annaba. Délimitée au Nord, par la mer méditerranéenne, au Sud, par la wilaya de Guelma, à l'Est, par la wilaya d'El-Tarf et à l'Ouest,

Cartographie thématique d'Annaba (Algérie) par le biais d'outils d'aide à la décision (SIG et télédétection)

SAOULI Rim Amina

par la wilaya de Skikda, l'aire d'étude, est localisée d'un point de vue géographique, entre 7°37'12" et 7°50'0" de longitude Est et entre 36°50'24" et 37°5'24" de latitude Nord. Sur le plan administratif, la wilaya compte aujourd'hui douze communes (Carte 1).

Carte1: Situation géographique et découpage administratif de l'aire d'étude



Source: Auteur (2018)

2.3- Traitement des données satellites/navette SRTM 1 Arc-Second Global

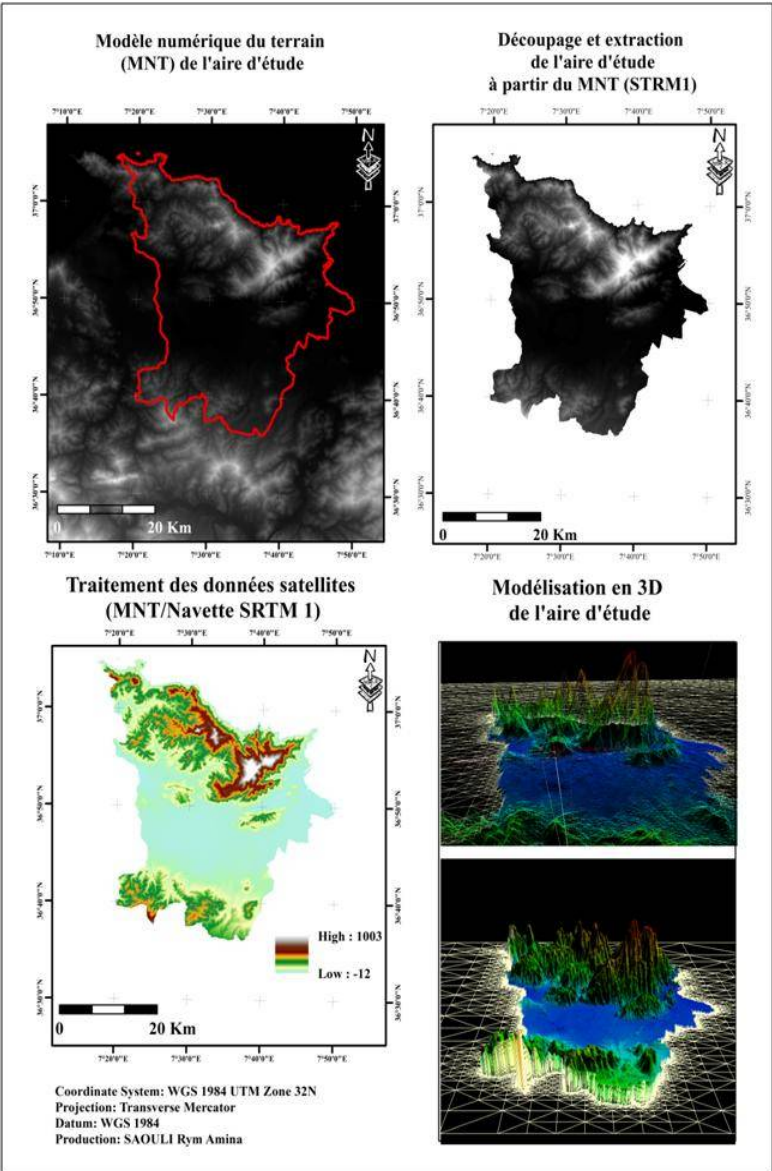
L'étude de la topographie dépend principalement du modèle numérique de la terre (MNT/SRTM 1 Arc-Second Global) acquit à partir du portail de l'United State Geological Survey (USGS). Le découpage et le traitement visuel de l'aire d'étude s'est fait à partir du logiciel ArcMap 10.2, tandis que la modélisation du terrain en 3D (Figure 1) et les coupes topographiques (Figure 2) sont traitées sous le logiciel Global Mapper 16.

Le SIG est une technologie informatique inédite qui nous a permis d'incorporer de nouvelles formes de représentation de la surface de la terre comme le modèle numérique de terrain (MNT). Le traitement et l'analyse de ces données numériques dans le cadre du SIG

**Cartographie thématique d'Annaba (Algérie) par le biais d'outils
d'aide à la décision (SIG et télédétection)**

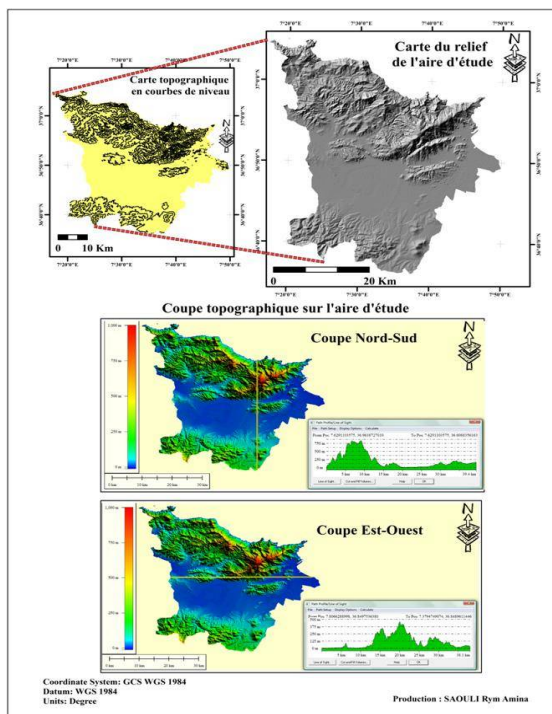
SAOULI Rim Amina

**Figure 1: Extraction et traitement des données satellites
(MNT/Navette SRTM 1)**



Source: Auteur (2018)

Figure 2: Coupes topographiques et carte du relief de l'aire d'étude.



Source: Auteur (2018)

Contribue à une meilleure connaissance du milieu physique de l'aire d'étude. Pour cartographier le relief de la wilaya d'Annaba à partir du MNT sous le logiciel ArcMap 10.2, nous avons utilisé le module « Hillshade » intégré dans la barre d'outils « 3D Analyst ».

3- Résultats et analyse

3.1- Classes des altitudes et des pentes de l'aire d'étude

Le modèle numérique de terrain (MNT), qui correspond à un fichier raster sous le format TIFF, contient des informations sur l'altitude dans chacune des cellules (pixels) et va nous permettre par la suite une meilleure visualisation du relief. Donc, ce modèle d'élévation (MNT) nous donnera une mesure quantitative, en mètre, de l'altitude du terrain d'étude. C'est pour cette raison que nous avons exploité ce modèle d'élévation afin de mettre en évidence six classes d'altitudes (Carte 2):

Classe1 (entre -12m et 100m) : les altitudes entre -12m et 0m représentent l'eau et celles entre 0m et 100m sont occupées principalement par le bâti et notamment par les aires agricoles. Cette classe d'altitude couvre presque la moitié du terrain d'étude (51.14%).

Classe2 (entre 100m et 200m) : occupe 21.49% de la surface totale de l'aire d'étude et nous la percevons presque dans l'ensemble des communes de la wilaya d'Annaba à part la commune d'El Hadjar.

Classe3 (entre 200m et 300m) : une grande partie de cette classe se trouve dans la partie Sud et Nord-Ouest du terrain d'étude. Cette classe d'altitude couvre 13.49% de la surface totale de la wilaya.

Classe4 (entre 300m et 400m) : représente que 6.52% de la surface totale de l'aire d'étude. Nous retrouvons cette classe d'altitude au niveau de la commune de Séraïdi, Oued El Aneb, Chetaibi, El Eulma et aussi la commune de Chorfa.

Classe5 (entre 400m et 500m) : l'altitude commence à s'élever sur les collines et au niveau des piémonts de l'Est vers le Nord-Ouest. On la perçoit notamment au niveau de la commune d'El Eulma. Cette classe d'altitude représente seulement 3.16% de la surface totale de l'aire d'étude.

Classe6 (entre 500m et 600m) : l'altitude continue à s'accroître pour atteindre le point culminant à 1003m. Le sommet se trouve dans le massif d'El Edough. Cette classe d'altitude couvre 4.20% de la surface totale de la wilaya d'Annaba.

Après avoir développé la carte des altitudes de l'aire d'étude, nous avons effectué un traitement statistique de la superficie des différentes classes d'altitudes (Graphique 1). Nous avons constaté que la première classe avec une altitude entre -12m et 100m occupe la plus grande superficie par rapport aux autres classes d'altitudes.

Par l'intermédiaire du module « Slope » de la barre d'outils « 3D Analyst » accessible dans le logiciel ArcMap 10.2, l'inclinaison de la pente a été produite à partir du MNT (modèle numérique de terrain) sous l'aspect de valeurs exprimées en degrés. Nous avons cartographié les pentes en quatre classes (Carte 3).

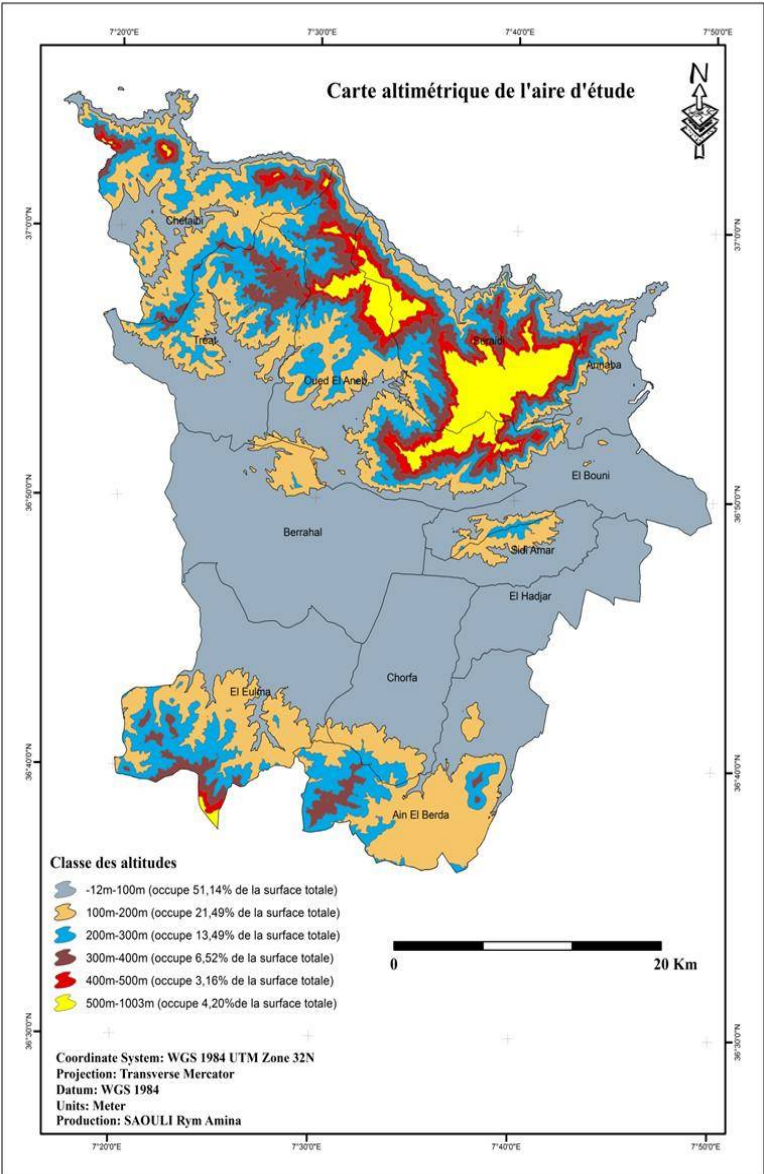
Les pentes faibles entre 0° et 5° : Cette classe de pente couvre 45.47% de la surface totale de l'aire d'étude. Il s'agit de terrains

**Cartographie thématique d'Annaba (Algérie) par le biais d'outils
d'aide à la décision (SIG et télédétection)**

SAOULI Rim Amina

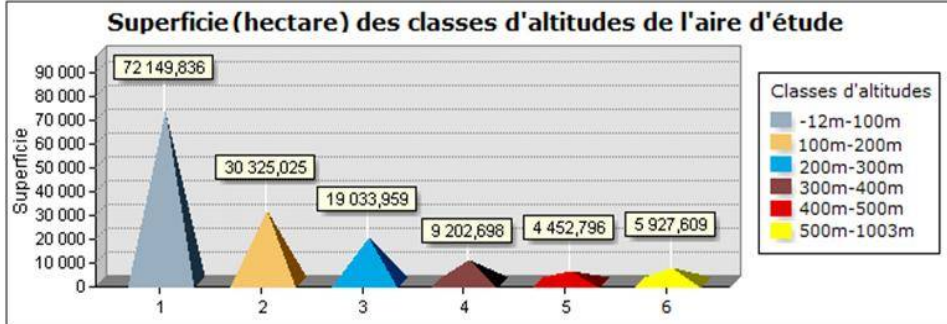
généralement placés en bas de piémont. Elle représente aussi les Oueds et éventuellement les lacs (lac Fetzara) ainsi que les plaines

.**Carte 2:** Carte altimétrique de l'aire d'étude.



Source: Auteur (2018).

Graphique 1: Superficie (hectare) des classes d'altitudes de l'aire d'étude



Source: Auteur (2018)

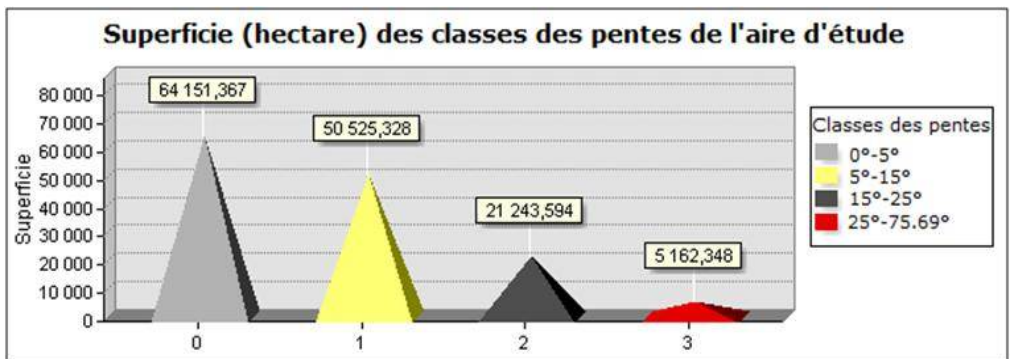
Les pentes moyennes (douces) entre 5° et 15° : Cette classe de pente, qui concerne les terrains modérément accidentés, occupe 35.81% de la surface totale de l'aire d'étude.

Les pentes fortes entre 15° et 25° : Cette classe de pente, qui représente les espaces montagneux et les terrains accidentés, couvre 15.06% de la surface totale de l'aire d'étude.

Les pentes très fortes (excessives, raides et abruptes) entre 25° et 75.69° : Cette classe de pente, occupe 3.66% de la surface totale de l'aire d'étude. Il s'agit de terrains très accidentés situés sur les sommets de montagnes (El Edough).

Nous avons procédé à un traitement statistique de la superficie des différentes classes d'altitudes (Graphique 2). Nous avons remarqué que la classe des pentes faibles entre 0° et 5° occupe une grande surface comparée aux autres classes de pentes. Les pentes moyennes entre 5° et 15° occupent elles aussi une assez grande superficie.

Graphique 2: Superficie (hectare) des classes des pentes de l'aire d'étude.

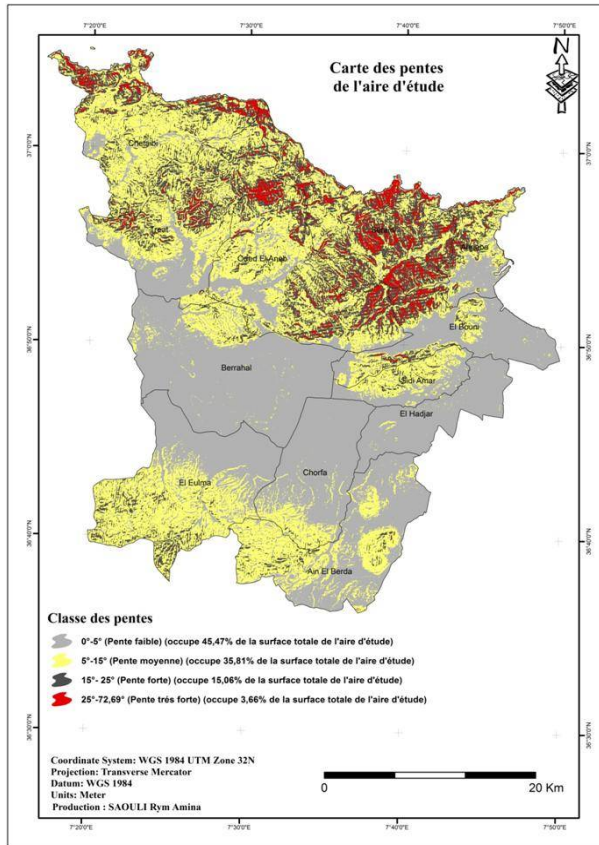


Source: Auteur (2018).

Cartographie thématique d'Annaba (Algérie) par le biais d'outils d'aide à la décision (SIG et télédétection)

SAOULI Rim Amina

Carte 3: Carte des pentes de l'aire d'étude.



Source: Auteur (2018)

3.2- Exposition des versants et réseau hydrographique de l'aire d'étude

Le module « Aspect » de la palette d'outils « Spatial Analyst » intégré dans le logiciel ArcMap 10.2 nous a aidé à identifier dans une carte la direction dans laquelle la pente des versants de l'aire d'étude est orientée. La carte d'exposition des versants réalisée (Carte 6) met en évidence neuf classes telles que évoquées dans la légende. La couleur grise est attribuée aux terrains plats qui ne possèdent pas de pente descendante. La mesure de l'orientation des versants se fait en degré dans le sens horaire d'une montre. Prenons pour exemple l'orientation Nord

qui prend la couleur rouge dans la carte, celle-ci est comprise entre 0° et 22.5° et également entre 337.5° et 360° puisque l'angle 0° et 360° représentent le plein Nord. L'ensemble des versants de l'aire d'étude sont orientés vers les directions Nord, Sud, Est et Ouest. Les versants orientés Nord-Ouest sont exposés aux vents froids et celles qui sont orientés Sud-Est sont exposés aux vents chauds. Les brises de mer, qui favorisent les types de temps relativement frais et humides, touchent les versants.

Dans un but de gérer durablement les ressources en eaux de la wilaya d'Annaba, nous avons associé le modèle numérique du terrain (MNT) à des outils d'aide à la décision (SIG) afin de maîtriser efficacement les données du réseau hydrographique de l'aire d'étude.

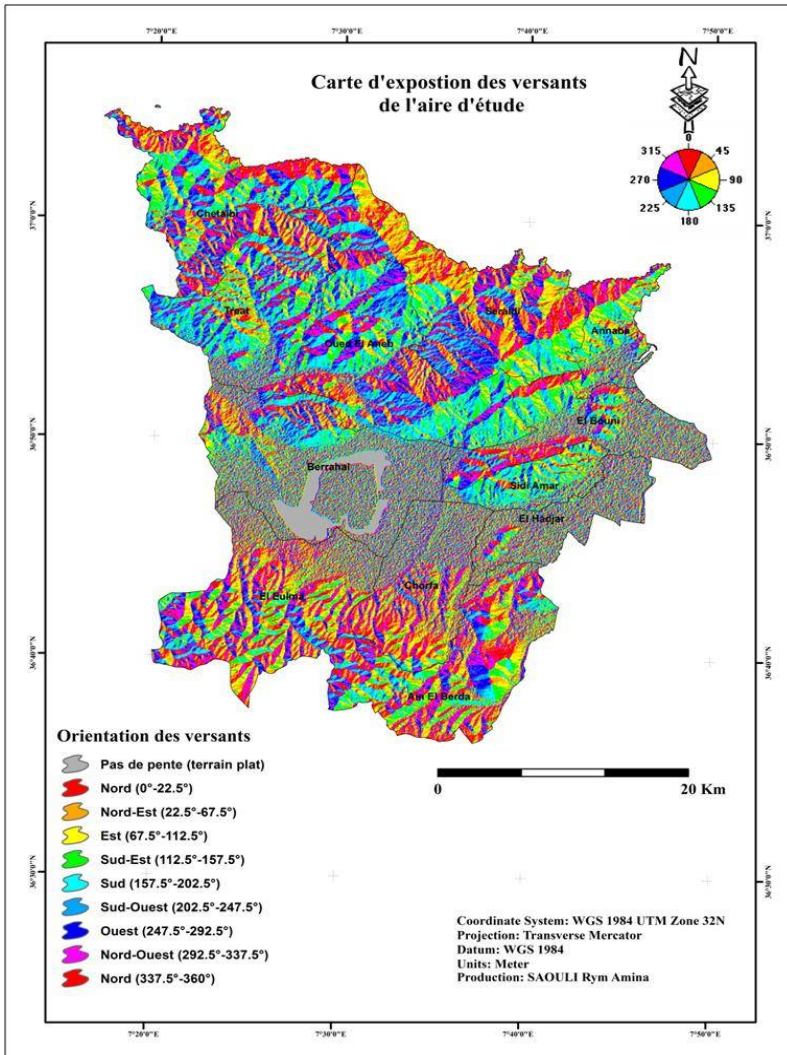
Le traitement du modèle numérique du terrain (MNT) par le biais du logiciel ArcMap 10.2 nous a offert l'opportunité de cartographier le réseau hydrographique de la wilaya d'Annaba (Carte 5). A partir du module «Flow Accumulation» qui se trouve dans la partie « Hydrology » du menu « Spatial Analyst Tools », nous avons déterminé l'accumulation de flux. Ensuite, nous avons utilisé le module « Flow Direction » du jeu d'outils « Hydrology » pour cartographier la direction de flux. Pour identifier les sections d'un canal d'écoulement, qui relie deux jonctions successives, nous nous sommes servis de l'outil « Stream Link ». La mise en évidence des différents bassins versants de l'aire d'étude a été établie par l'intermédiaire de l'outil « Watershed » (Figure 4). L'ordre et l'hierarchie des cours d'eau a été fait suivant l'ordre de Strahler (Figure 3). Les longueurs des cours d'eau à divers ordres (Graphique 3) sont mesurées par l'intermédiaire du logiciel ArcMap 10.2.

L'analyse des propriétés hydrographiques de l'aire d'étude est le paramètre le plus important dans différents domaines tels que l'urbanisme, l'agriculture et la gestion des catastrophes naturelles. Après avoir extrait à partir du modèle numérique de terrain MNT (STRM 1) le cours d'eau de l'aire d'étude, qui a été digitalisé sous le logiciel ArcMap 10.2, nous avons fait une superposition du réseau hydrographique sur la carte altimétrique (Figure 5).

Cartographie thématique d'Annaba (Algérie) par le biais d'outils d'aide à la décision (SIG et télédétection)

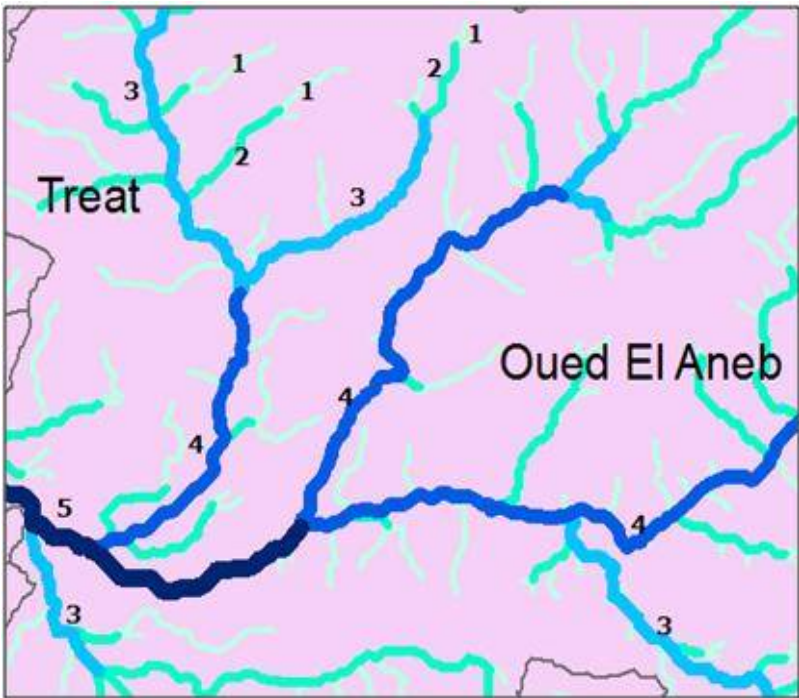
SAOULI Rim Amina

Les systèmes d'informations géographiques (SIG) et les données de télédétection (modèle numérique de terrain MNT), ont joué un rôle important dans l'élaboration des différentes cartes thématiques spécifiques à l'aire d'étude. La mise en place d'un SIG (Figure 6) conformément à une approche scientifique, à partir d'un modèle numérique de terrain (MNT), a contribué à la connaissance et à la gestion du milieu physique du terrain d'étude.



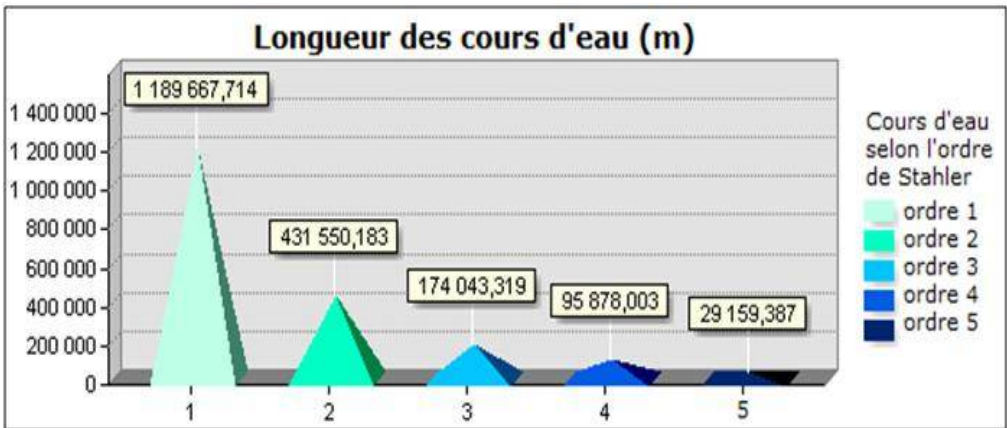
Source: Auteur (2018)

Figure 3: L'ordre des cours d'eau de Strahler.



Source: Auteur (2018)

Graphique 3: Longueur des cours d'eau en mètre.

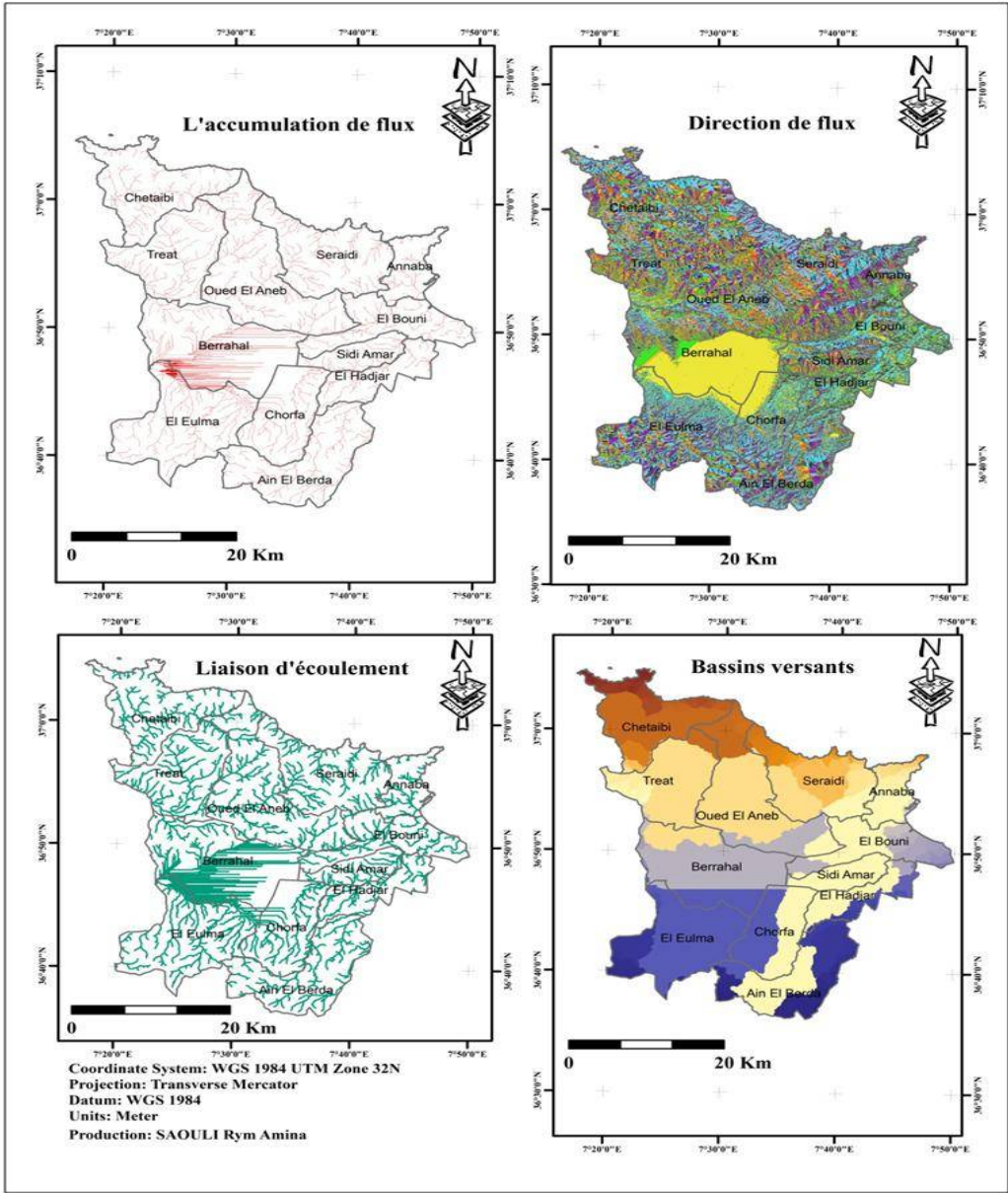


**Cartographie thématique d'Annaba (Algérie) par le biais d'outils
d'aide à la décision (SIG et télédétection)**

SAOULI Rim Amina

Source: Auteur (2018).

Figure 4: Identification de l'accumulation de flux, direction de flux, liaison d'écoulement et les bassins versants de l'aire d'étude à partir du modèle numérique de terrain(MNT).

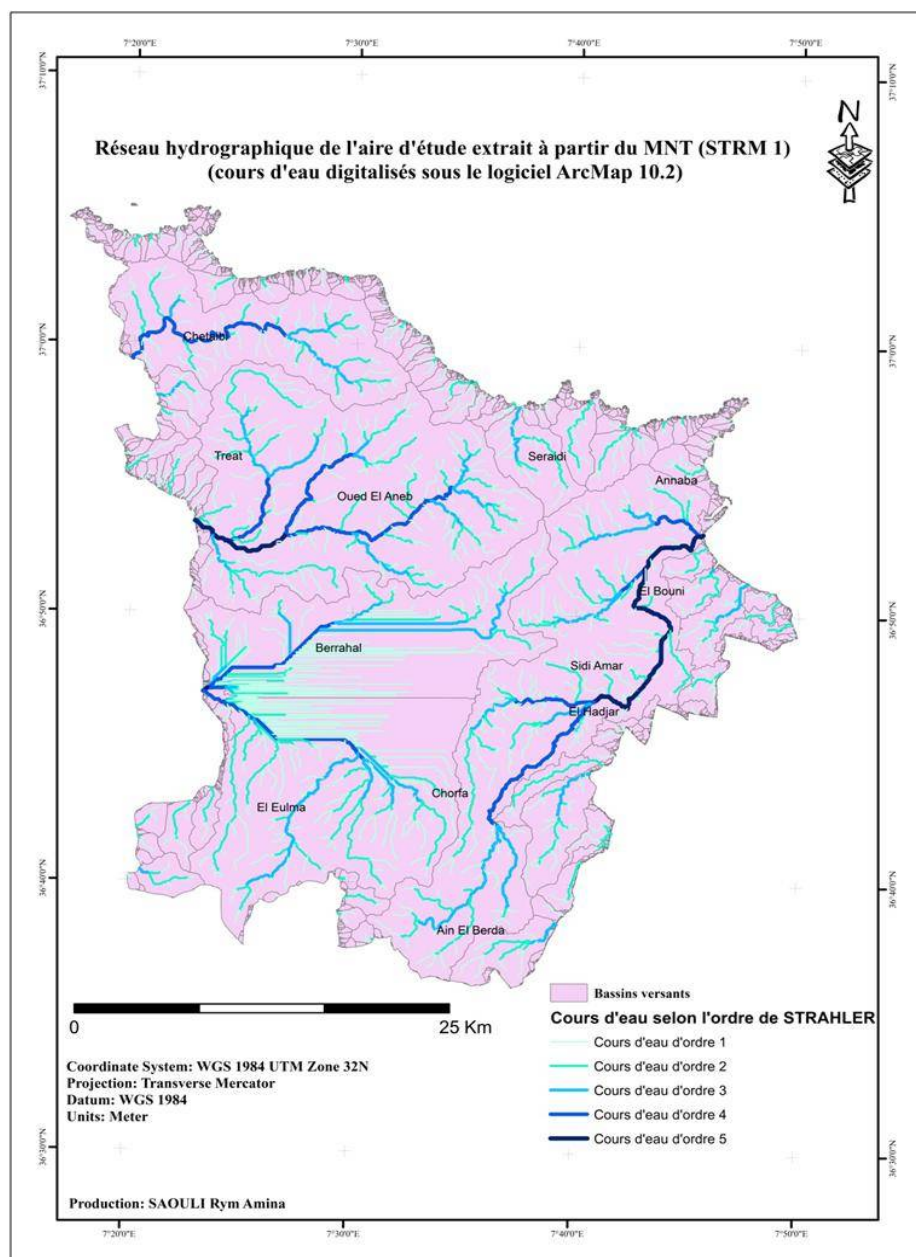


Cartographie thématique d'Annaba (Algérie) par le biais d'outils d'aide à la décision (SIG et télédétection)

SAOULI Rim Amina

Source: Auteur (2018)

Carte 5: Carte du réseau hydrographique de l'aire d'étude.

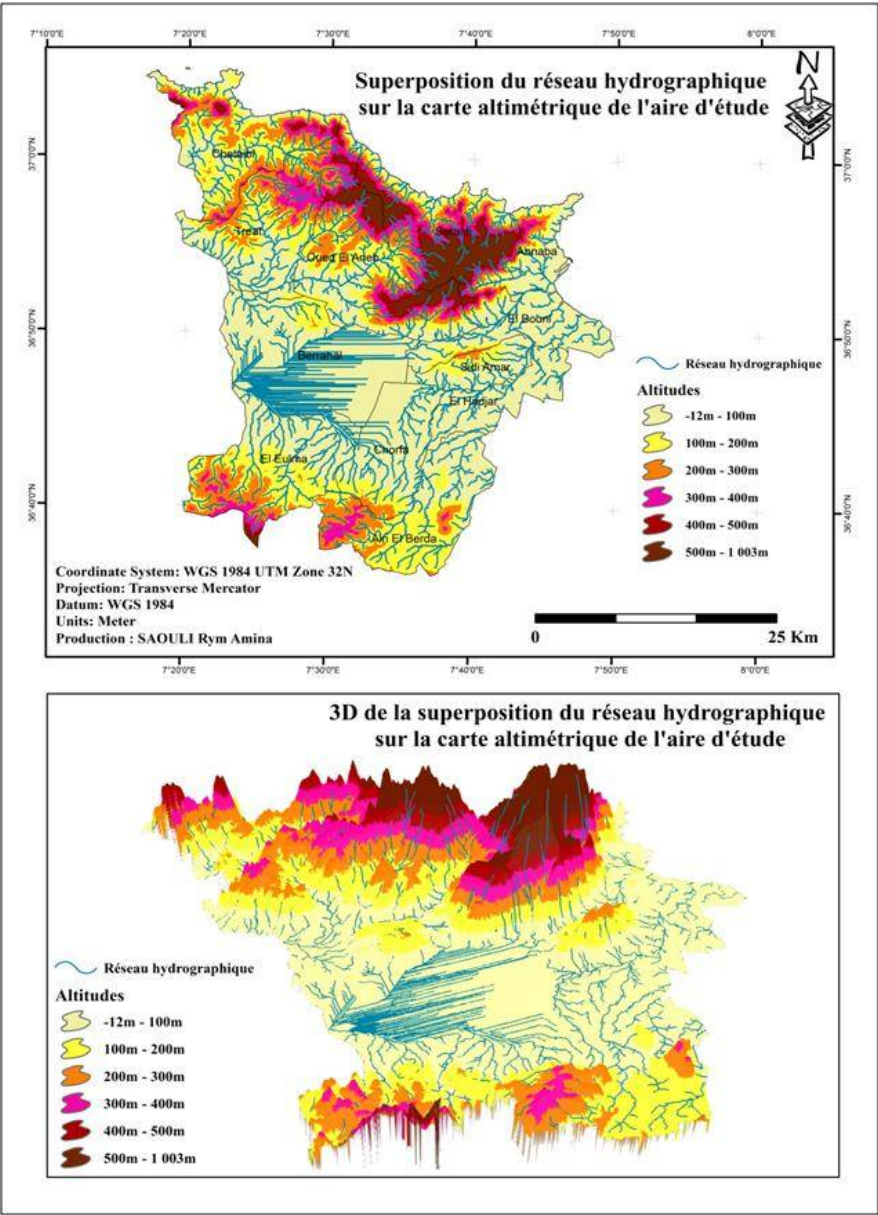


**Cartographie thématique d'Annaba (Algérie) par le biais d'outils
d'aide à la décision (SIG et télédétection)**

SAOULI Rim Amina

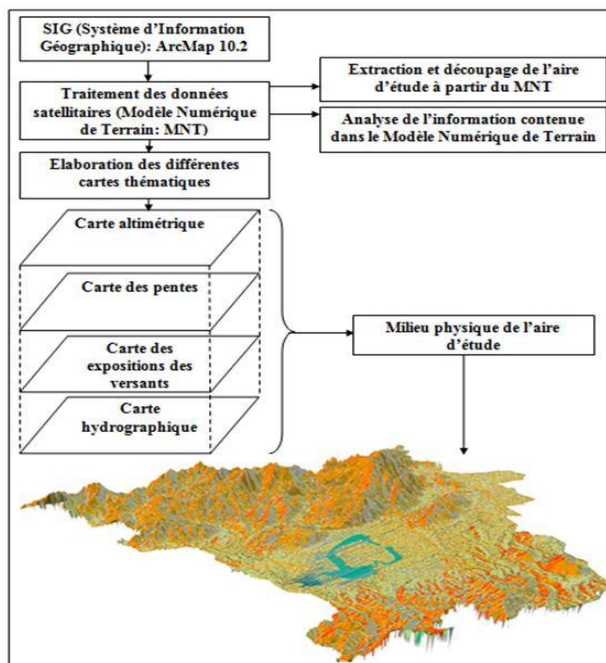
Source: Auteur (2018).

Figure 5: Superposition du réseau hydrographique sur la carte altimétrique de l'aire d'étude.



Source: Auteur (2018)

Figure 6: La connaissance du milieu physique de l'aire d'étude à partir de la mise en place d'un SIG.



Source: Auteur (2018)

4- Conclusion

L'étude cartographique de la ville d'Annaba à partir des techniques modernes de télédétection nous a confirmé la capacité des SIG et de la télédétection à produire des cartes thématiques précises, aidant ainsi à soutenir la prise de décision future dans tous les domaines. L'étude de la topographie de la ville d'Annaba est une base essentielle pour déterminer le potentiel d'utilisation agricole et compte tenu de l'insuffisance et de la rareté des études sur les facteurs topographiques et de leur impact sur la couverture végétale au niveau de la ville d'Annaba, toutes ces cartes thématiques, qui ont été produites, aideront sûrement les chercheurs à réaliser leurs futurs travaux de recherche. Toutes ces cartes fournissent également des données actualisées qui aideront les planificateurs et les décideurs de la ville d'Annaba à résoudre les problèmes et à améliorer l'état actuel des modes d'utilisation des terres.

Références

- 1-Antoni, J., Klein, O., & Moisy, S. (2004). Cartographie interactive et multimédia : vers une aide à la réflexion géographique. Cybergeog.
- 2-Gourmelon, F. (2003). La contribution des SIG à la connaissance et à la gestion de l'environnement littoral. Doctoral dissertation, University of Western Brittany-Brest.
- 3-Ozernoy, V. M., Smith, D. R., & Sicherman, A. (1981). Evaluating computerized geographic information systems using decision analysis. *Interfaces*, 11(5), pp.92-100.
- 4-Podobnikar, T. (2009). Methods for visual quality assessment of a digital terrain model. *Surveys and Perspectives Integrating Environment and Society*, 2(2). pp.15-24.
- 5-Bendraoua, F. (2012). La gestion des villes maghrébines. Puteaux (70 quai Dion Bouton, 92800): Presses de la recherche et de l'université.
- 6-Daneshvar, R. (2004). Customizing ArcMap interface to generate a user-friendly landfill site selection GIS tool. Doctoral dissertation, University of Ottawa (Canada).