



People's Democratic Republic of Algeria
Ministry of Higher Education and Scientific Research

Laboratory of Geology and Environment, and
Department of geological sciences.
Faculty of Earth Sciences and Territory Planning
University of Mentouri Constantine 1



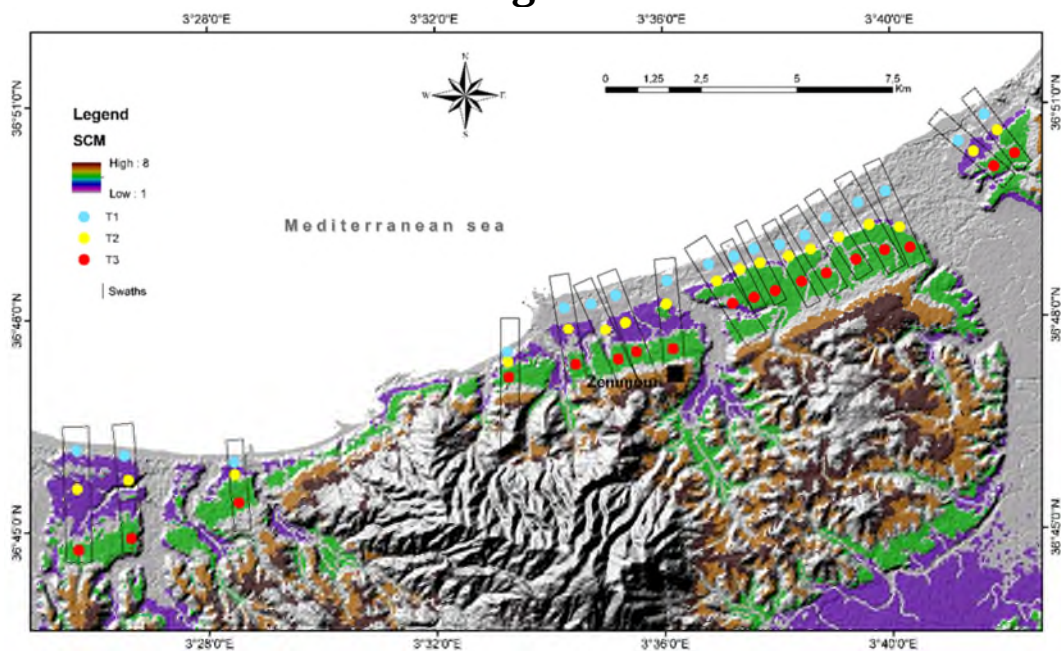
1st International Virtual Seminar on Geosciences, Constantine, Algeria

Constantine from, 07 to 09 March 2023

PROCEEDING

volume n°3

Remote sensing and Geomatics



Collaborators



جامعة محمد بن أحمد وهران 2
University of Mohamed Ben Ahmed Oran 2



المؤسسة الوطنية للتخسيس-وحدة الخروب
National Company of Aggregates of El-Khroub unit (NCA-ENG)



المكتب الوطني للبحث الجيولوجي والمناجمي
National Office of Geological and Mining Research (OGMR-ORGM)



وكالة المسح الجيولوجي للجزائر
Geological Service Agency of Algeria (AGSA-ASGA)

People's Democratic Republic of Algeria
Ministry of Higher Education and Scientific Research

Laboratory of Geology and Environment, and
Department of geological sciences,
Faculty of Earth Sciences and Territory Planning
University of Mennouri Constantine 1



Organise

1st International Virtual Seminar on Geosciences, Constantine, Algeria.

Constantine from, 07 to 09 March 2023

Honorary chairman

Prof. BENCHOHA CHOU, Rector of the University of Constantine 1,

Prof. CHABOUR Nabli Dean of the faculty

Chairman

CHELLAT Smaïne Univ. Constantine 1, Algeria

and

BOUAIICHA Foued Univ. Constantine 1, Algeria

Webmaster

MOUATSI Houda Univ. Constantine 1, Algeria

Problematic

Geology is the science that allows, among other specialties, to highlight and enhance the country's richness. This science was developed because of man's need for energy, and materials used to survive. It deals with understanding the mechanisms that promoted these resource occurrences and to predict the zones or the depths where they can be found and possibly extracted.

The North of Africa is individualised by these Maghrebian mountain belts, limited to the South, by the immense Sahara Desert, known for its underground riches.

To the North, metamorphic formations aged Palaeozoic, or even earlier, testify to a dynamic and a complex geological history that is part of the global tectonics. The sedimentary formations are represented, in particular by the limestone chain of the Kabylia ridge (dorsal Kabyle), whose reliefs culminate in the Djurdjura peaks and make the beauty of the landscapes from to the eastern region. Magmatic rocks of different ages known to generate wealth flow and intersect these formations in different places.

To the South, the geology of the Sahara is characterised by the complexity of geological structures, resulting from a long geological history. This structural complexity presents a favourable environment, allowing a diversified natural resource. These are represented in particular by hydrocarbons, mineral resources and underground water.

Many researchers have conducted many studies to describe and to evaluate its economic significance, based on petrographic, structural, sedimentological, geochemical, Hydrogeological, geophysical and geomorphic studies.

This first international virtual seminar concerns different fields of geoscience. It will bring together geoscientists from all over the world for a meeting covering all disciplines of the earth and universe sciences, with the aim of deepening knowledge and exchanging experiences, new discoveries between researchers. An electronic platform will serve as a link for researchers to present their work in the different themes of this seminar and to advance knowledge in these regions.

The use of new tools such as geomatics, remote sensing and geographic information systems, which greatly facilitate research by the fact that they can cover large areas in a relatively short time, constitutes a significant economic gain, and will therefore be encouraged.

Themes

- 1-Fundamental geology (Palaeontology, stratigraphy and structural geology).
- 2-Mineral and energy resources, Geochemistry and useful substances.
- 3-Remote sensing and Geomatics.
- 4-Water and Environment, Geotechnics and Geophysics.
- 5-Magnetism and Precambrian bases petrography.

Important Deadlines

Sending of short abstracts: 31 December 2022

Sending extended abstracts / Poster / Presentation / : deadline 31 January 2023

Course of the seminar on 07-08-09 March 2023

Instructions to authors and submission

Any abstracts do not comply with the instructions to the authors will be rejected.

The author has the right to participate with a maximum of two different communications.

The same abstract submitted to more than one theme is not allowed and will be rejected.

The short abstract should be (200-300 words), clear, concise, and written in English, Arabic or French with correct spelling and good sentence structure.

The long abstract must be written in English, Arabic or French, and must not exceed 10 Mb

The character "Times New Roman 10";

Normal margins 2,5 cm on each side.

Line spacing is simple (0 spaces and 0 indents).

The title of the manuscript "in bold" and "in capital letters" in the character "Times New Roman 11";

The author's first and last name followed by the co-authors must appear immediately below the title in capital letters and full without any abbreviations, followed by affiliation and email address.

Photos or figures must be legible, clear, block-like and not assembled by text boxes.

The mathematical formulas will be inserted as an image.

A list of bibliographic references at the end of the document and in alphabetical order.

The extended abstract is limited to a maximum of 04 pages, including figures and tables.

See the model here the template is attached to [the Link](#)

Conduct of the seminar and rules

Authors can communicate their presentations to the organisers before the event in case there are connection problems.

The main author will receive a username and password to access the seminar, participate in debate, receive and answer questions asked by other participants, so he can invite his co-authors to follow the event.

Each author must answer the questions asked about his communication.

The first author or co-authors can access with a username and passwords to download his certificate of participation.

Foreword

Geology is the science that allows, among other specialities, to highlight and enhance the country's richness. This science was developed because of man's need for energy, and materials used to survive. It deals with understanding the mechanisms that promoted these resource occurrences and to predict the zones or the depths where they can be found and possibly extracted.

The North of Africa is individualised by these Maghrebides mountain belts, limited to the South, by the immense Sahara Desert, known for its underground riches.

To the North, metamorphic formations aged Palaeozoic, or even earlier, testify to a dynamic and a complexed geological history that is part of the global tectonics. The sedimentary formations are represented, in particular by the limestone chain of the Kabylia ridge (dorsal Kabyle), whose reliefs culminate in the Djurdjura peaks and make the beauty of the landscapes from to the eastern region. Magmatic rocks of different ages known to generate wealth flow and intersect these formations in different places.

To the South, the geology of the Sahara is characterised by the complexity of geological structures, resulting from a long geological history. This structural complexity presents a favourable environment, allowing a diversified natural resource. These are represented in particular by hydrocarbons, mineral resources and underground water.

Many researchers have conducted many studies to describe and to evaluate its economic significance, based on petrographic, structural, sedimentological, geochemical, hydrogeological, geophysical and geomorphic studies.

This first international virtual seminar concerns different fields of geoscience. It will bring together geoscientists from all over the world for a meeting covering all disciplines of the earth and universe sciences, with the aim of deepening knowledge and exchanging experiences, new discoveries between researchers. An electronic platform will serve as a link for researchers to present their work in the different themes of this seminar and to advance knowledge in these regions.

The use of new tools such as geomatics, remote sensing and geographic information systems, which greatly facilitate research by the fact that they can cover large areas in a relatively short time, constitutes a significant economic gain, and will therefore be encouraged.

Contents

MAPPING OF SWELLING CLAYS IN CONSTANTINE	1
BADACHE HACENE ¹ and MEZHOUD SAMY ¹	1
UTILISATION DES SIG ET LA TELEDETECTION POUR DEEXTRACTION DES CARACTERISTIQUE DU MORPHOMETRIQUE ET HYDROLOGIQUE.....	5
HYDROLOGIQUE D'UN BASSIN VERSANT SOUS UN CLIMAT DESERTIQUE, LE CAS DU BASSIN VERSANT ENDROÏQUE DE LA REGION DE TINDOUF. (SUD-OUEST D'ALGERIE)	5
* ZEINI SIDI MOHAMED et DERDOUR ABDESSAMAD	5
RÉGIMES DE TEMPS EN NORD-OUEST D'AFRIQUE ET LIEN AVEC LE MAXIMUM DE TEMPÉRATURE DE SURFACE	8
NADA SELAMI *1, GENEVIÈVE SÈZE 2	8
GENERATING OF DEFORMED MARINE TERRACES MAPS USING GEOMATIC APPROACHES ALONG THE EAST COAST OF ALGIERS, IMPLICATIONS FOR THE ONGOING CONTINENTAL PLATE CONVERGENCE. 12	
DINAR HAYTHEM1, KHIARI ABDELKADER1, YALDIRIM CENKIZ2 ,TAIB HASSEN1, MOUSSAOUI MAHBOUBA3	12
ASSESSMENT AND MODELING OF THE SPATIO-TEMPORAL VARIABILITY OF RECHARGE IN ARID ZONES: THE CASE OF THE OUED ZEGZAOU WATERSHED (SOUTHERN TUNISIA)	16
Bilel Abdelkarim 1,2*, IMHR Antunes2, Rim Missoui1,3 ,Nabil abaab4, Belgacem Agoubi 1,.....	16
استخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص الهيدروغرافية لولاية تيارت	21
خنيوي عبد الرزاق	21
APPORT DE LA TÉLÉDÉTECTION À LA CARTOGRAPHIE DU COUPLE FRACTURATION –MINÉRALISATION EXEMPLE D'ÉTUDE LA PARTIE OCCIDENTALE DE LA CHAÎNE NUMIDIQUE (DJ MCID AICHA), NORD EST ALGÉRIEN	24
BOULAOUIDAT Lamia * KHIARI Abdelkadar* TALEB Ramzi ** BELBAKHOUCHE Yahia ** ZERDOUDI Safia** BOUDIAF Hichem***	24
ASSESSMENT OF WATER EROSION HAZARD USING AN INTEGRATED APPROACH OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS AND ANALYTIC HIERARCHY PROCESS: WATERSHEDS OF OUM EL GHAM AND BOU SAÏD (SOUTHEASTERN TUNISIA).....	25
Hayet MNASSRI ^{1,5} *,Houda SAHNOUN ² , Bilel ABDELKARIM ^{1,3} , Adélia NUNES ⁴ , Salah MAHMOUDI ⁵ .25	
ANALYSE DE L'ADEQUATION DES TERRES BASEE SUR LE SIG A L'AIDE DU MODELE AHP POUR L'EXTENSION URBAINE DANS L'AGGLOMERATION INTERCOMMUNALE DU SOUF.	26
ABDAOUI GIHEN REAM1, TABET AHMED AMINE2.....	26
APPLICATION DE LA GEOMATIQUE A LA MISE EN ŒUVRE DES ATTRIBUTS DE LA MOBILITE INTELLIGENTE, CAS D'ETUDE LA NOUVELLE VILLE ALI MENDJELI DE CONSTANTINE	31
FENGHOUR ZOHRA AYAT ERAHMANE 1*, SADOUNI SALHEDDINE, SADOUNI OUISSAL, RAHAM DJAMEL, MEGOUACHE LEILA, KAOUR IMANE, BARKAT RAHMA	31
Valorisation du tourisme dans la wilaya de Constantine par application de la Géomatique et les concepts du Webmapping.	33
SADOUNI Salheddine, SADOUNI OUISSAL, FENGHOUR ZOHRA AYATERAHMANE, RAHAM DJAMEL, MEGOUACHE LEILA, KAOUR IMANE, BARKAT RAHMA	33

MAPPING OF SWELLING CLAYS IN CONSTANTINE

BADACHE HACENE¹ AND MEZHOUD SAMY¹

¹*Laboratoire Matériaux et Durabilité des Constructions (LMDC), Department of Civil Engineering, University of Mentouri Brothers Constantine 1, Constantine, Algeria*

badache_hac@yahoo.fr

Abstract

Located in the north-east of Algeria, the Wilaya of Constantine is undoubtedly among the regions most affected by various natural hazards and especially those related to the risks of swelling of the soil. These phenomena are one of the major development issues and a major and permanent threat to the population and existing facilities. Soil swelling is closely linked to several parameters such as swelling clays and the nature of the hydrographic network. The objective of this work is the identification of areas susceptible to swelling of soils in the wilaya of Constantine. This makes it possible to highlight the relationships that exist between susceptibility parameters (geotechnical and lithology, topography, hydrographic flow network, vegetation, etc.) and the degree of susceptibility to swelling of soils. The methodology is based on a cartographic methodology to identify areas susceptible to the swelling phenomenon in the wilaya of Constantine, based on the interpretation of satellite, topographic, geological and other data. The GIS project developed will allow us to superimpose and analyze several factors, such as lithology, slope, hydrographic network, NDVI vegetation cover index, and the road network. These factors and their respective weights are then calibrated on the observed slip zones, using the statistical tool by adopting the "Analytical Hierarchy Process" AHP method. The susceptibility map distinguishes between 5 levels of susceptibility and was found by the combination of several independent parameters, in order of importance. Conclusions: The study allowed the mapping of risk susceptibility to swelling soils of the wilaya of constantine. The comparison with the map of the inventory of swellings already recorded shows the results obtained from the spatial analysis carried out are very satisfactory..

Keywords: Swelling of Soils, Geotechnics, Susceptibility, Cartography, and CONSTANTINE.

1-INTRODUCTION

The swelling of natural soils is specific to certain clay soils. It is mainly related to the variations of the water content. With constant water content, there is no, or little, variation of volume. On the contrary, independently of the variations of the external constraints, when the water content increases, one observes a phenomenon of swelling and when the water content decreases, one observes a phenomenon of shrinkage-settlement. The whole of the geographical zones where there are important seasonal variations and deficits of humidity thus presents phenomena of swelling and shrinkage of certain clayey soils, independently of the disturbing actions of the man, the construction or the vegetation on the ground.

To mitigate the threats of this natural phenomenon, it is advisable to set up a policy of prevention can take place in a structured, cyclic and dynamic way, during various well defined stages: 1) an exploratory phase of the geographical zones affected by the phenomenon of swelling of the clays; 2) the phase of the analysis of the risks and consequences; and 3) the development of a multiannual global plan of prevention and its translation in annual plans of action. The management and analysis of clay swelling risks can be done according to several approaches. One possible approach consists in evaluating and mapping the " swelling of soils " hazard within the potentially unstable zones. These maps, developed through the use of GIS-based analysis models, are a management and regulatory tool for land use planning.

Soils with swelling capacity exist in several parts of Algeria. Constantine, in the North-East, is characterized geologically by a formation of shale from the Miocene to the Quaternary. The type of climate which reigns accelerates the development of this type of clay by the desiccation and the water deficit of the shale.

Thus the purpose of this communication is to determine a cartography for the evaluation of the susceptibility to swelling of the soils for the wilaya of Constantine. This in order to be used as a basic document attached to the master plan of development and the plan of occupation of the grounds, and to avoid the errors of appreciations and construction on vulnerable zones. The proposed methodology is based on a qualitative analysis of the determining factors of the problem of soil swelling.

2-METHODOLOGY

In this work, the expert method " Analytical Hierarchy Process dite AHP " was applied to produce the clay swelling susceptibility map and this by the superposition of six thematic maps which correspond to the factors of: the slope, the proximity of the hydrographic network (drainage), the vegetation cover (NDVI: Normalised difference vegetation index), the land use and road network, the lithology and/or geotechnical.

The processing steps are illustrated in the following figure (Fig.V.1).

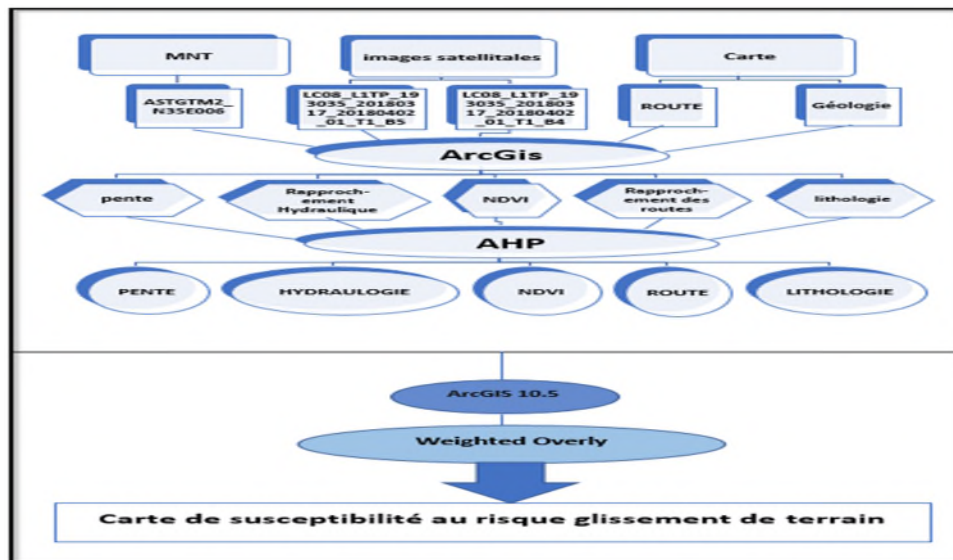


Figure 1 : The proposed methodology

3-RESULTS AND DISCUSSION

The production of the soil swelling susceptibility map involves the calculation of the Swelling Susceptibility Index (SSI) value for each pixel considered. This is nothing more than the sum of the weights multiplied by the classes (raster image) for this pixel and is written as follows:

$$SSI = \sum (W_i \times R_i)$$

Where SSI is the swelling susceptibility index for a given pixel; R_i and W_i are the class weight (rating value) and factor weight respectively. Thus, all the SSI values would be separated into 5 categories of Swelling Susceptibility Zone (SSZ) of the study area which can be named: Very High Susceptibility Zone (TFS), High Susceptibility Zone (FS), Medium Susceptibility Zone (MS), Low Susceptibility Zone (fS) and finally Very Low Susceptibility Zone (tfS).

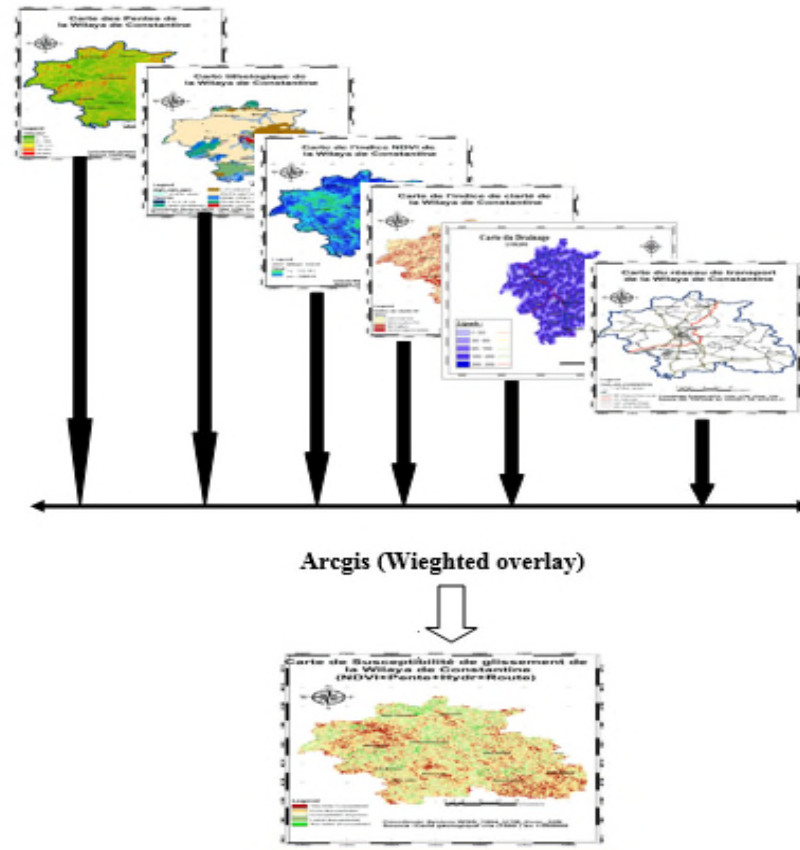


Figure 2: Elaboration of the soil swelling susceptibility map

With the combination of the factors already mentioned, a final soil swelling susceptibility map can therefore be obtained with the application of the AHP method. The relative percentages of the areas representing the different susceptibilities are presented in the table below (Table 1).

Table .1: Showing location of swelling points in swelling susceptibility classes
Swelling Susceptibility and the frequency ratio associated with each class.

Susceptibility classes	% of extension area	Number of swelling points %	Frequency ratio
Very Low Susceptibility (TFS)	0,01	0	0
Low Susceptibility (FS)	4,91	0	0
Moderate Susceptibility (MS)	34,08	6 (9,23%)	0,27
High Susceptibility (FS)	53,01	48 (73,84%)	1,39
Very high Susceptibility (TFS)	7,98	11 (16,92%)	2,12

According to the data presented in the table (Table .1), it is clearly mentioned that about 61% of the total area is classified as TFS (7.98%) and FS (53.01%) zones but conceals 59 geo-localized landslide points that represent 90.76% of the total landslides recorded. The remaining landslide points representing 9.23% are located in the medium MS (34.08%) and low FS (4.91%) susceptibility zones.

4-CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

This study allowed to elaborate some maps of susceptibility of the phenomenon of swelling of soils at the level of the Wilaya of Constantine. It is necessary to underline the difficulty of the task, because the cartography of the zones exposed to the swelling in the Wilaya of Constantine is rather delicate, it required the collection of important information and a very good knowledge of the site. So to try to develop a finer cartographic representation of the swelling hazard, we combined four parameters considered as primary causes to the appearance of the slide, which are the following: - The site geomorphology, - the vegetation cover rate, - the proximity of the road network and - the hydrographic network. After, and to highlight the interest of geology and geotechnics we add a fifth parameter which is soil lithology. The combination method used is based on the multi-criteria analysis with the use of the geographic information system. The result of this approach is the elaboration of a map of susceptibility to swelling at the level of the Wilaya of Constantine, and which proves to be a useful document to easily identify the exposed areas with the use of five levels of importance (very weak, weak, medium, strong and very strong). In this sense, this mapping is a decision support approach for managers and developers in the region. On the other hand, it was noted that the use of a GIS has a double advantage, namely, the possibility of using multi-source data and grouping them into different layers of information. This same technology allows to update and integrate additional data that can be very useful in the evaluation of the level of the hazard associated with the landslide phenomena as well as that of the stakes and vulnerability.

REFERENCES

- Hohmann, A., Gourdier, S., & Bourguignon, A. (2015, June). Cartographie des argiles gonflantes. In SEC 2015: Symposium International Retrait et gonflement des sols climat et construction.
- Magnan, J. P. (2013). Panorama des sols gonflants en géotechnique. *Bulletin des laboratoires des ponts et chaussées*, (280-281), pp-85.
- Mathon, David. "Le retrait-gonflement des sols: les recherches récentes entreprises par le Cerema." *5ème Congrès Maghrébin en Ingénierie Géotechnique (CMIG'16), Marrakech* (2016): 26-28.
- Vincent, M., E. Plat, and S. Le Roy. "Cartographie de l'aléa Retrait-Gonflement et Plans de Prévention des Risques." *Revue française de géotechnique* 120-121 (2007): 189-200.

**UTILISATION DES SIG ET LA TELEDETECTION POUR DEEXTRACTION DES
CARACTERISTIQUE DU MORPHOMETRIQUE ET HYDROLOGIQUE
HYDROLOGIQUE D'UN BASSIN VERSANT SOUS UN CLIMAT DESERTIQUE, LE CAS DU
BASSIN VERSANT ENDROÏQUE DE LA REGION DE TINDOUF. (SUD-OUEST D'ALGERIE)**

**USE OF GIS AND REMOTE SENSING FOR EXTRACTION OF MORPHOMETRIC AND
HYDROLOGICAL CHARACTERISTICS OF A WATERSHED UNDER A DESERT CLIMATE,
THE CASE OF THE HYDROLOGICAL CHARACTERISTICS OF A WATERSHED UNDER A
DESERT CLIMATE, THE CASE OF THE ENDROIC WATERSHED OF THE TINDOUF REGION.
(SOUTH-WEST OF ALGERIA)**

***ZEINI SIDI MOHAMED ET DERDOUR ABDESSAMAD**

département géologie centre université Ali kafi Tindouf wilaya de Tindouf Algérie laboratoire des
systèmes environnementaux et énergétiques

*zeinisidimohamed104@gmail.com

**UTILISATION DES SIG ET LA TELEDETECTION POUR DEEXTRACTION DES
CARACTERISTIQUE DU MORPHOMETRIQUE ET HYDROLOGIQUE
HYDROLOGIQUE D'UN BASSIN VERSANT SOUS UN CLIMAT DESERTIQUE, LE CAS DU
BASSIN VERSANT ENDROÏQUE DE LA REGION DE TINDOUF. (SUD-OUEST D'ALGERIE)**

**USE OF GIS AND REMOTE SENSING FOR EXTRACTION OF MORPHOMETRIC AND
HYDROLOGICAL CHARACTERISTICS OF A WATERSHED UNDER A DESERT CLIMATE,
THE CASE OF THE HYDROLOGICAL CHARACTERISTICS OF A WATERSHED UNDER A
DESERT CLIMATE, THE CASE OF THE ENDROIC WATERSHED OF THE TINDOUF REGION.
(SOUTH-WEST OF ALGERIA)**

***ZEINI SIDI MOHAMED, **DRDOUR ABDESSAMED**

**DEPARTEMENT GEOLOGIE CENTRE UNIVERSITE ALI KAFI TINDOUF WILAYA DE
TINDOUF ALGERIE LABORATOIRE DES SYSTEMES ENVIRONNEMENTAUX ET
ENERGETIQUES**

*zeinisidimohamed104@gmail.com

Résumé :

Cette étude vise à analyser les caractéristiques morpho métriques et hydrologiques des systèmes et réseaux de drainage pour un certain nombre de bassins versants de la région de Tindouf. Le modèle numérique (MNT) dérivé des données radar a été utilisé, qui est l'une des sources numériques importantes utilisées dans les SIG à travers leur intégration entre eux et la préparation d'une carte du réseau de drainage des bassins existants dans la zone d'étude et une extraction de certaines caractéristiques géomorphologiques et hydrologiques

Mots-clés : Tindouf, SIG, Télédétection, hydromorphométrie, Arc gis 10.8

Cette étude vise à analyser les caractéristiques morpho métriques et hydrologiques des systèmes et réseaux de drainage pour un certain nombre des bassins versants dans la région de Tindouf. On a utilisé le modèle numérique de terrain (MNT) dérivé des données radar, qui est l'une des sources numériques importantes utilisé dans les SIG en les intégrant les uns avec les autres et en préparant une carte du réseau de drainage des bassins existants dans la zone d'étude et en extrayant certaines caractéristiques géomorphologiques et hydrologiques.

Abstract:

This study aims to analyze the morpho-metric and hydrological characteristics of the drainage systems and networks for a number of catchments in the Tindouf area. The digital model (DEM) derived from radar data was used, which is one of the important digital sources used in GIS through their integration between them and the preparation of a map of the drainage network of existing basins in the study area and an extraction of some geomorphological and hydrological characteristics

Keywords: Tindouf, Hydrology, GIS , Remote sensing, hydro morphometry, Arc gis 10.8

Introduction:

Le modèle numérique de terrain est l'une des composantes clés des systèmes d'informations géographiques et la base sur laquelle il s'appuie pour déduire les caractéristiques de la topographie des vallées, l'extraction d'informations, les simulations du terrain et les simulations hydrologiques du ruissellement des eaux de pluie à l'aide d'une gamme de modèles analytiques appliqués à l'information numérique pour calculer les valeurs d'élévations

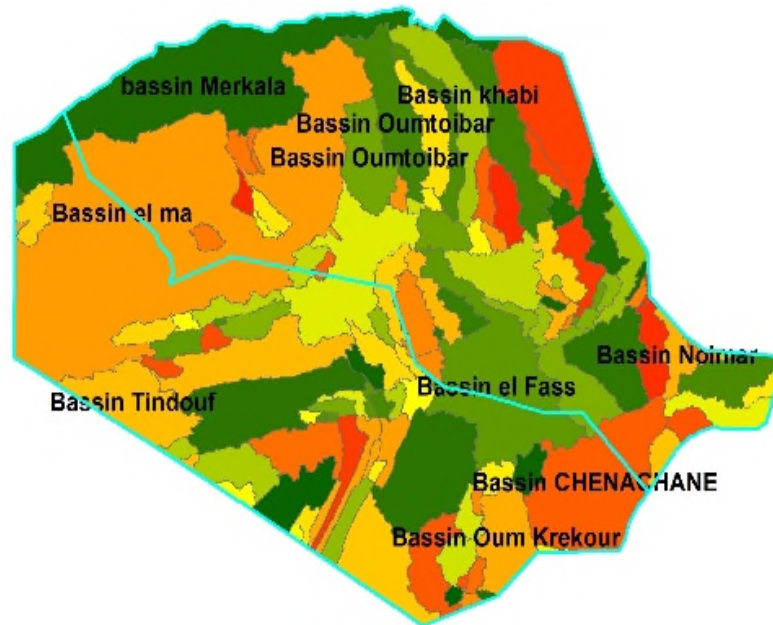


Fig1 : les sous –bassins de Tindouf

Méthodologie :

La recherche était basée sur la méthode d'analyse technique et l'approche d'analyse des SIG.

En trois phases :

- 1- phase dérivée Modèle de terrain numérique à l'aide d'un logiciel Global Mapper
- 2- Interprétation de modèles et extraction d'informations géomorphologiques
- 3-Application du modèle numérique du terrain et dérivation d'informations morpho métriques et hydrologiques Bassins versants à Tindouf .

Quelques résultats obtenus :

Caractéristiques de forme

Dans cette partie, les unités hydrologiques ne font pas l'objet d'un suivi par stations de mesure.

Les valeurs de l'indice de compacité (tableau 1) montrent que les sous - bassins des ouad el ma et CHENACHANE sont les plus compacts ($K_c < 1.3$), alors que les sous - bassins les plus allongés il correspond à de Oum toibar ($K_c = 1.52$). et hassi khabi ($K_c = 1.54$). Outre ces données extrêmes toutes les autres valeurs sont très rapprochées.

Tableau 1 : Caractéristiques de forme des unités hydrologiques de Tindouf

Sous- bassin (SB)	Superficie (km ²)	Perimeter (Km)	Kc	Rectangle equivalent
-------------------	-------------------------------	----------------	----	----------------------

				Longueur (Km)	Largeur (Km)
Merkala	350	93	1.39	37.23	9.4
Oumtoibar	118	59	1.52	24.53	4.81
hassi khabi	140	65	1.54	24	5.83
Noimar	117.3	58	1.50	23.91	4.9
ouad el ma	2650	230	1.25	82.96	31.94
el Fass	86	46.7	1.41	9.04	9.51
agjgal	463	116	1.50	48.49	9.55
CHENACHANE	288.9	115	1.28	21.7	13.31

Les sous-bassins de Tindouf exposent, dans l'ensemble une forme assez ramassée; Favorisant a priori, temps de concentration des eaux d'écoulement. Mais l'influence du relief est encore plus déterminante.

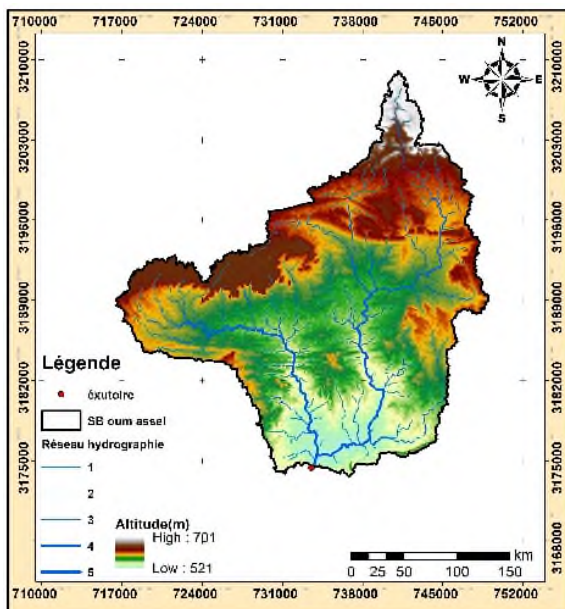


Fig. 2 : carte sous bassin Oum el assel

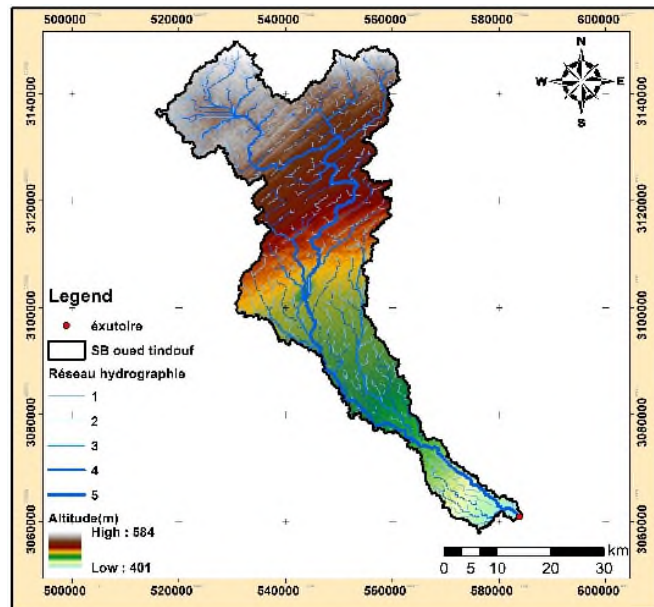


Fig3 :carte sous bassin Tindouf

Bibliographie

Abderrazak BOUANANI. (2004). HYDROLOGIE, TRANSPORT SOLIDE ET MODELISATION. TLEMCEEN.

b. (s.d.).

DERDOUR ABDESSAMED. (2010). Modélisation Hydrologique pour la protection de la ville d'Ain Sefra contre les inondations. Ain Sefra.

RÉGIMES DE TEMPS EN NORD-OUEST D'AFRIQUE ET LIEN AVEC LE MAXIMUM DE TEMPÉRATURE DE SURFACE

NADA SELAMI *1, GENEVIÈVE SÈZE 2

1LGEM, Laboratory of Electrical Engineering and Materials at the Higher School of Electrical and Energetic Engineering of Oran (ESGEE), Algeria
1LAAR, Genie Physical Department, Faculty of Physics, University of Science and Technology Mohamed Boudiaf, Oran BP 1505, Algeria
2LMD/IPSL, Sorbonne Universités, CNRS, EP, ENS, CEDEX 05, F 75252 Paris, France
[e-mail:nada.selami@univ-usto.dz](mailto:nada.selami@univ-usto.dz)

RESUMÉ :

La température de surface (TSK), induite par le forçage solaire, augmente progressivement et significativement jusqu'à mi-mai au-dessus du Sahara. Le maximum du rayonnement solaire se produit à la fin du mois de juin autour de 25°N. Le Sahara possède donc le plus grand champ solaire au monde, ce qui lui confère un potentiel considérable en matière d'énergie durable. Le but de ce travail est d'identifier les circulations atmosphériques récurrentes et persistantes, ou régimes de temps (WR's) associés aux extrêmes de TSK au-dessus du Sahara.

Les régimes de temps sont calculés, à partir des champs de pression, avec des algorithmes de classification. En général, la circulation atmosphérique est classée en 4 régimes de temps.

Ces régimes sont la North Atlantic Oscillation (NAO) dans ses phases positives et négatives, la dorsale atlantique (AR) et le régime de blocage (BL). Pour mettre en évidence et associer les périodes de maximum de TSK avec la variabilité de la structure atmosphérique à grande échelle, nous avons utilisé la température de surface TSK et la hauteur du géopotential à 700hPa du modèle ERAI pendant le mois de juillet pour la période 2008-2014 sur un domaine de [25W-35E et 0N-45N]. ERAI fournit un ensemble de données toutes les six heures (00h, 06h, 12h, et 18h) avec une résolution spatiale de 0,75x0,75 degrés.

Les résultats montrent qu'en moyenne les valeurs du maximum de TSK sont enregistrées à l'ouest du Sahara, ces valeurs peuvent atteindre 312°K à 314°K. Les zones du maximum de TSK sont en moyenne plus étendues dans les deux phases de la NAO. Cependant, les jours de température TSK > 314°K sont principalement situés entre [0°-5°W - 21°N-25°N] avec une occurrence plus élevée dans la phase positive de la NAO. La dernière domine, en juillet 2008-2014, la circulation à grande échelle avec une fréquence de 28,57%.

L'analyse de la circulation à grande échelle révèle que le géopotential à 700hPa est également plus élevé et plus important dans les deux phases de la NAO.

Mots-clés : régimes de temps, température de surface, ERAI, hauteur du géopotential, Sahara

1-INTRODUCTION

Les changements de transmission atmosphérique dus aux variations de la couverture nuageuse et de la concentration d'aérosols sont les principaux moteurs de l'évolution du rayonnement solaire incident sur un plan horizontal qui pénètre dans l'atmosphère et arrive à la surface de la Terre pour la production d'énergie solaire.

Afin d'étudier l'influence des interactions aérosol-nuage, une étude a été menée au dessus de la méditerranéenne, zone maritime où l'humidité relative est très élevée et où les charges d'aérosols sont les plus importantes au monde [Obregón et al.2020]. Dans cette analyse, des données satellitaires ont été utilisées et leurs résultats montrent que la distribution spatiale des aérosols et de la vapeur d'eau est étroitement liée à la distribution spatiale de ses effets sur le rayonnement solaire. Ils constatent aussi que les effets les plus importants des aérosols et de la vapeur d'eau sur le rayonnement solaire se produisent entre juillet et septembre.

Les variations de rayonnement solaire entraînent également des variations de TSK. Bien que le rayonnement solaire ne réchauffe l'air que pendant la journée, sa variabilité est liée à la variabilité quotidienne de TSK sur des échelles de temps mensuelles et décennales [Wang et al. 2013].

La relation entre le changement de rayonnement solaire et le changement de TSK a été appliquée aux tendances rapportées du rayonnement solaire direct, révélant une relation probable de cause à effet [Reitan et al. 1974].

Étant donné que les conditions météorologiques et les TSK associés ont un impact sur la performance et l'efficacité électrique des systèmes photovoltaïques (PV), il est intéressant d'analyser leurs changements [Al-Kouz et al. 2019, World Meteorological Organization. 2018].

L'efficacité des systèmes PV diminue à des latitudes plus basses en raison d'une TSK plus élevée. Une étude menée en Afrique de l'Ouest a montré qu'une augmentation de TSK de 1,5 à 3,0 K réduit la production d'énergie

PV de près de 3,8 % [Sawadogo et al. 2020].

Il a été recommandé de surveiller la TSK pendant le fonctionnement du système PV pour stabiliser les performances du système et augmenter l'efficacité électrique [Hasanuzzaman et al. 2016].

Pour la région du Sahara, nous avons examiné comment les variations de la circulation atmosphérique, exprimées par les indices NAO, AR, BL [Michelangeli et al. 1995] influencent la variabilité de TSK. Les données disponibles des WR's et de ERAI en juillet pendant la période 2008-2014 ont stimulé l'analyse présentées dans cette étude.

2- MÉTHODOLOGIE

Les WR's sont calculés à partir des champs de pression en utilisant les algorithmes de classification. Dans Yiou et al. 2008, l'algorithme kmeans est appliqué à la pression au niveau de la mer pour déterminer les classes des WR's. En général, la circulation atmosphérique est classée en 4 régimes [Michelangeli et al. 1995]. Ces régimes sont l'oscillation nord-atlantique (NAO) dans ses phases positives et négatives, la dorsale atlantique (AR) et le régime de blocage (BL). Cette classification est disponible sur une échelle de temps quotidienne.

Pour associer les périodes du maximum de TSK à la variabilité de la circulation atmosphérique à grande échelle, nous avons utilisé la TSK et la hauteur géopotentielle à 700hPa du modèle ERAI (<http://www.ecmwf.int/research/era>) en juillet pour la période de 2008-2014 sur un domaine de [25W-35E et 0N-45N]. ERAI fournit un ensemble de données toutes les six heures avec une résolution spatiale de 0,75x0,75 degré.

3-RESULTATS

Les schémas de circulation atmosphérique pour les quatre WR's sont présentés dans la figure 1. La phase négative du NAO (figure 1(a), 21.65% des jours) est caractérisée par une anomalie de dépression au Nord-Est Atlantique et au Sud-Ouest européen. Cette forte dépression interagit avec une anomalie anticyclonique sur tout l'Ouest méditerranéen. La phase positive du NAO (figure 1(d), 28.57% des jours) est caractérisée par deux anomalies de dépression, la première est située au Nord-Est Atlantique et la deuxième à l'Est de la méditerranée. Le régime de blocage scandinave (figure 1(c), 22.12% des jours) est, contrairement aux régimes NAO-, marqué par interaction d'anomalies anticyclonique au Nord-Est atlantique et de dépression à l'Est de la méditerranée. Enfin, le quatrième régime AR (figure 1(b), 27.64% des jours) se distingue par une anomalie anticyclonique qui domine toutes les moyennes latitudes jusqu'à 27°N.

La figure 2 montre la corrélation entre les quatre WR's et la TSK en juillet. Les résultats indiquent qu'en moyenne les valeurs maximales de la TSK sont enregistrées à l'Ouest du Sahara, ces valeurs peuvent atteindre 312°K à 314°K (isoligne). Les zones de TSK maximales sont en moyenne plus élevées dans les deux phases de NAO. Par conséquent, les jours de TSK > 314°K sont principalement situés entre [0°-5°W - 21°N-25°N] avec une occurrence plus élevée dans la phase positive de la NAO (Fig.1, couleurs). La dernière domine, en juillet 2008-2014, la circulation à grande échelle avec une fréquence de 28,57%.

La circulation à grande échelle des jours de TSK > 314°K pour les quatre WR's est présentée dans la figure 3, et révèle que les géopotentiels moyens à 700hPa (isoligne) et les jours TSK > 314°K (couleur), sont plus élevés et plus grands sous les deux phases de la NAO.

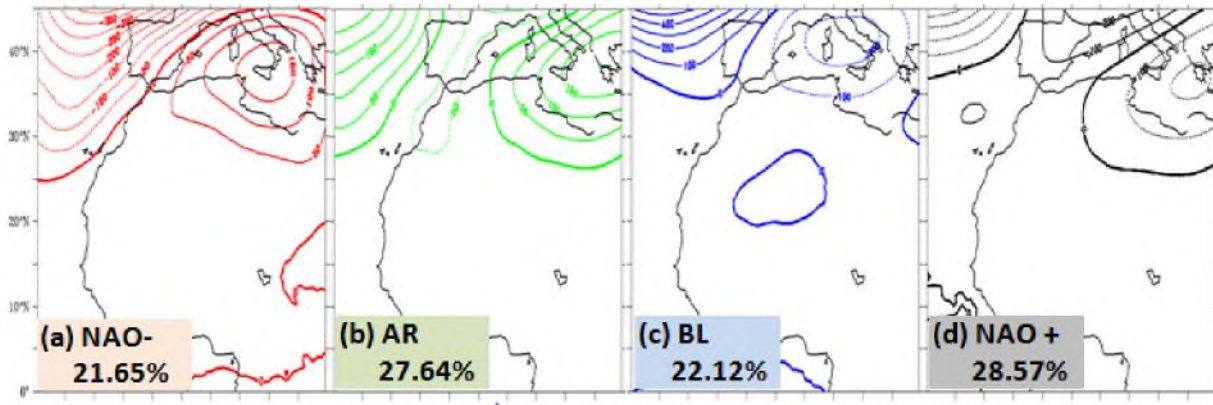


Figure 1. Régimes de temps en Juillet selon NCEP SLP (2008-2014). Les isolignes correspondent aux anomalies à 700hPa.

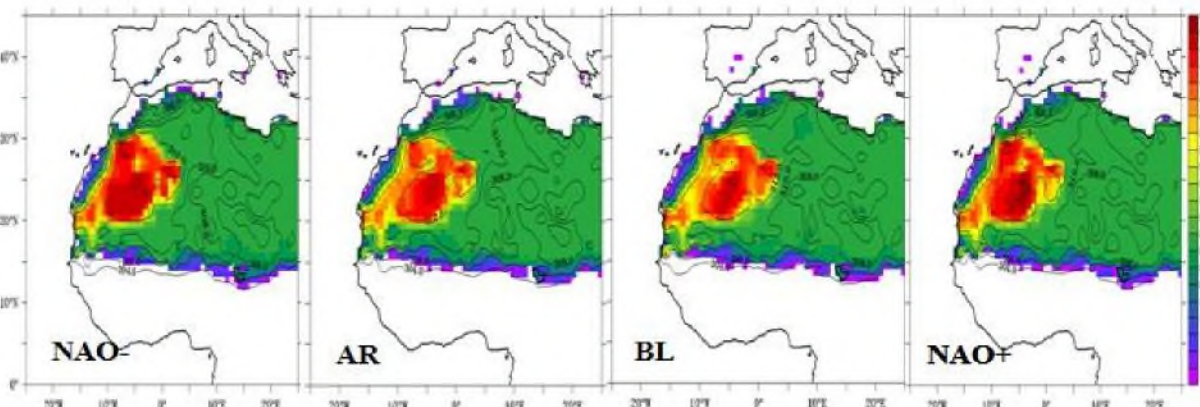


Figure 2. Occurrence de TSK > 314°K (couleur) et TSK moyen (isolignes), en juillet pour la période 2008-2014.

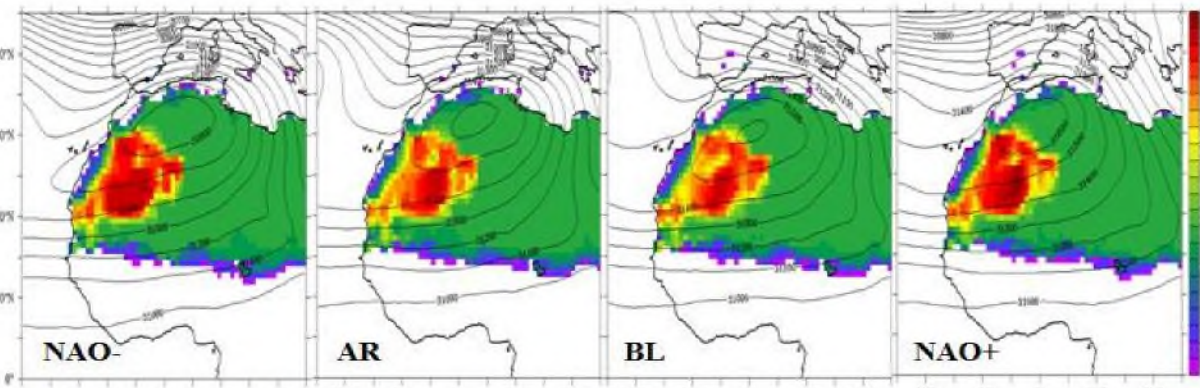


Figure 3. Occurrence de la hauteur du geopt à 700hPa pour les jours TSK > 314 °K (couleur), moyenne de la hauteur du geopt à 700hPa (isoligne), en juillet pour la période 2008-2014.

4-DISCUSSION

Pour les applications énergétiques, les impacts des WR's à la surface sont remarquables. La circulation à 700 hPa influence la progression des systèmes météorologiques sur le Nord-Ouest du continent africain et par conséquent, les variables de surface telles que la température.

En moyenne, la TSK est supérieure à la normale dans la phase positive de NAO en juillet 2008-2014. Les variations de TSK sont liées à la variation du rayonnement solaire [Wang et al. 2013].

Les nuages jouent un rôle essentiel d'une condition possible du changement du rayonnement solaire [Long et al., 2009; Parding et al., 2016; Sanchez-Lorenzo et al., 2017a]. Nous avons effectué une analyse de la couverture nuageuse au dessus de la zone du maximum de TSK. Cette analyse montre, en juillet entre 2008-2014 et dans un domaine [0°-14°W - 21°N-27°N], que la couverture nuageuse à la plus faible fréquence d'occurrence les jours de la phase positive de la NAO (68% de jours nuageux). Ces résultats coïncident avec ceux effectués par Folland, C. K et al. 2008 (fig. 5) qui indiquent une anomalie négative de la couverture nuageuse à l'Ouest du

Sahara les jours qui correspondent à la phase positive du NAO. Il a été constaté aussi que la fréquence d'occurrence de nuages est 75% les jours du régime BL, ce qui suppose l'atténuation de TSK (fig. 2).

5-CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS

Avant de décider d'installer des systèmes PV dans une zone particulière, il est nécessaire de procéder à une analyse approfondie des tendances spatiales et temporelles à long terme du rayonnement solaire et de la température de surface.

Dans cette analyse, nous avons associé les régimes météorologiques atmosphériques et leur circulation à grande échelle au chauffage du sol induit par le rayonnement solaire.

Les résultats obtenus indiquent que, en juillet 2008-2014, les valeurs maximales de TSK sont observées à l'Ouest du Sahara, ces valeurs peuvent atteindre 314°K. Les zones de TSK > 314°K sont plus fréquents dans un domaine situé entre [0°-5°W - 21°N-25°N] avec une occurrence plus élevée dans la phase positive du NAO.

Bien qu'une augmentation du rayonnement solaire n'entraîne pas directement une augmentation de TSK, une influence d'une diminution de la couverture nuageuse les jours de NAO+ à l'Ouest du Sahara a été supposée.

REFERENCES

- Al-Kouz, W., Al-Dahidi, S., Hammad, B., Al-Abed, M. Modeling and analysis framework for investigating the impact of dust and temperature on PV systems' performance and optimum cleaning frequency. *Appl. Sci.* 2019, 9, 1397.
- Folland, C.K., KNIGHT, J., Linderholm, H.W., Fereday, D., Ineson, S., Hurrell, J.W. The Summer North Atlantic Oscillation: Past, Present, and Future. *J. Climate.* 2009, 22, 1082.
- Hasanuzzaman, M., Malek, A.B.M.A., Islam, M.M., Pandey, A.K., Rahim, N.A. Global advancement of cooling technologies for PV systems: A review. *Sol. Energy* 2016, 137, 25–45.
- Long, C. N., Dutton, E. G., Augustine, J. A., Wiscombe, W., Wild, M., McFarlane, S. A., Flynn, C. J. Significant decadal brightening of downwelling shortwave in the continental United States, *J. Geophys. Res.* 2009, 114, D00D06.
- Michelangeli, P.A., Vautard, R., Legras, B. Weather regimes : Recurrence and quasi stationarity, *J. Atmos. Sci.* 1995, 52, 1237-1256.
- Obregón, M.A., Costa, M.J., Silva, A.M., Serrano, A. Spatial and temporal variation of aerosol and water vapour effects on solar radiation in the Mediterranean basin during the last two decades. *Remote Sens.* 2020, 12, 1316.
- Parding, K. M., Liepert, B. G., Hinkelmann, L. M., Ackerman, T. P., Dagestad, K.-F., Olseth, J. A. Influence of Synoptic Weather Patterns on Solar irradiance Variability in Northern Europe, *J. Climate.* 2016, 29, 4229–4250.
- Reitan, C.H. A Climatic model of solar radiation and temperature change. *Quat. Res.* 1974, 4, 25–38.
- Sanchez-Lorenzo, A., Enriquez-Alonso, A., Calbó, J., González, J.- A., Wild, M., Follini, D., Norris, J. R., Vincente-Serrano, S. M. Fewer clouds in the Mediterranean: consistency of observations and climate simulations, *Scient. Rep.* 2017a, 7, 41475.
- Sawadogo, W., Abiodun, B.J., Okogbue, E.C. Impacts of global warming on photovoltaic power generation over West Africa. *Ren. Energy.* 2020, 151, 263–277.
- Wang, K., Dickinson, R.E. Contribution of solar radiation to decadal temperature variability over land. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2013, 110, 14877–14882.
- World Meteorological Organization. Guide to Instruments and Methods of Observation (WMO-No. 8). In Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation; World Meteorological Organization: Geneva, Switzerland. 2018, Volumes I and II.
- Yiou , P., Goubanova, K., Li, ZX., Nogaj, M. Weather regime dependence of extreme value statistics for summer temperature and precipitation. *Nonlinear Process Geophys.* 2008, 15:365–378.

GENERATING OF DEFORMED MARINE TERRACES MAPS USING GEOMATIC APPROACHES ALONG THE EAST COAST OF ALGIERS, IMPLICATIONS FOR THE ONGOING CONTINENTAL PLATE CONVERGENCE.

DINAR HAYTHEM¹, KHIARI ABDELKADER¹, YALDIRIM CENKIZ², TAIB HASSEN¹, MOUSSAOUI MAHBOUBA³

1 Laboratory of Natural Resources and Management of Sensitive Environments (LRNAMS), Department of Geology, Faculty of Earth Sciences and Architecture, Larbi Ben M'hidi University, Oum El Bouaghi, Algeria.

2 Eurasia Institute of Earth Sciences, Istanbul Technical University, Maslak-Istanbul 34469, Turkey.

3 Department of Earth and Universe Sciences, Mohamed Seddik Ben Yahia University, 18000 Jijel, Geological Engineering Laboratory, Jijel, Algeria.

Abstract

This study focuses on generating deformed marine terrace maps along the east coast of Algiers using geomatic approaches. The objective is to understand the implications of the ongoing continental plate convergence for the evolution of the coastlines. Marine terraces, which are wave-cut platforms, provide valuable information about the history of sea-level changes and tectonic uplift or subsidence of coastal areas. Geomatic techniques, such as remote sensing, Geographic Information System (GIS), and Global Positioning System (GPS), are utilized in the analysis of the data. The study results provide insights into the ongoing processes of plate convergence and sea-level change along the east coast of Algiers, contributing to our understanding of coastal evolution and the potential for seismic hazard in the region.

Geomatic approaches, such as remote sensing and geographic information systems (GIS), can be used to map marine terraces along the east coast of Algiers. The methods involve the collection and analysis of satellite imagery and other geospatial data to create high-resolution maps of the coastal area. This data can be used to identify the location and height of marine terraces, and to determine their relationship to the surrounding topography and tectonic activity (Fig 02).

INTRODUTCION

Using geomorphological parameters to determine the changes in coastal areas can be useful in identifying the changes in their properties. In 2014, Harris and colleagues showed that the geographical modifications made to landforms can be traced back to the time of their study (Taib et al. 2022). Factors such as the climate, topography, and lithology can also affect the changes in landforms (Hadjji et al. 2013; Mouici et al. 2017; Tamani et al. 2019; Anis et al. 2019). This can help determine the optimal geomorphological properties for different areas (Biolchi et al., 2016).

Other factors such as the tectonic deformation and the volume of the plates can also affect the properties of landforms. For instance, the changing bedding mode and the relative position of the bedrock can contribute to the decreasing shoreline (El Mekki et al. 2017; Whitehouse et al. 2019; Hamad et al. 2021). According to the

researchers, the conditions that led to the deformation of the tectonic plates could also lead to the movement of the plates in different directions.

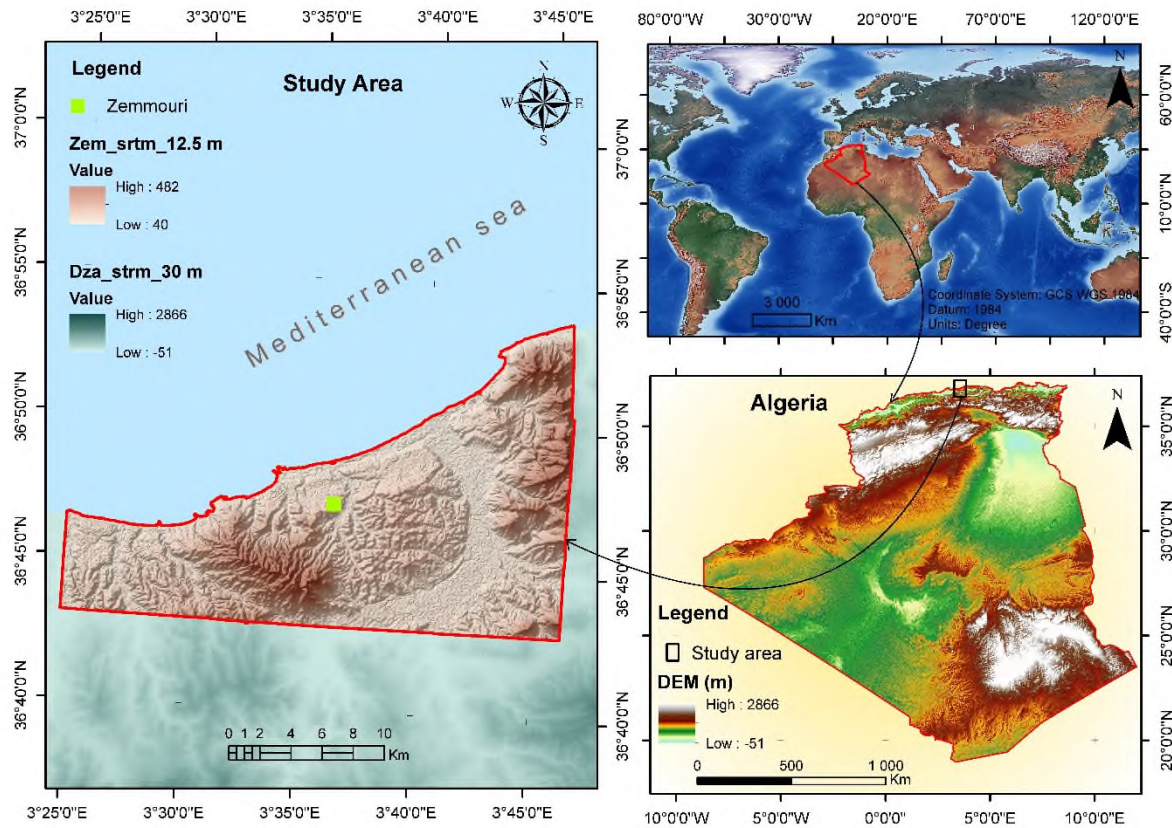


Fig 01: Location Map of the study area

METHODOLOGY

The Atlas Mountains is located in Africa's only orogenic belt (Fig 01). The deformation caused by the collision of the European and Africa Plates has resulted in seismic activity in the region. Although its topography has changed as a result of deformation, the mode, rate, pattern, and mechanism of deformation remain unclear. To gain a deeper understanding of the deformation caused by the collision, we are focused on the stratigraphic and geomorphological characteristics of marine terraces located along the coastal zone of Algiers. These are geomorphic markers of past sea levels (more than 5 m) and are proof of ongoing coastal tectonic changes. Through the geodetic and numerical surveys of marine terraces, we can estimate the slip-rate of an offshore fault and its associated seismic hazard. Furthermore, the variations in the shoreline angles can provide information about the deformation's pattern.

To map marine terraces, we used high-resolution satellite imagery (e.g. Google Earth, Sentinel-Oli 8) and ALOS digital elevation models 12.5 m resolution (SRTM 1 Arc-second Global).

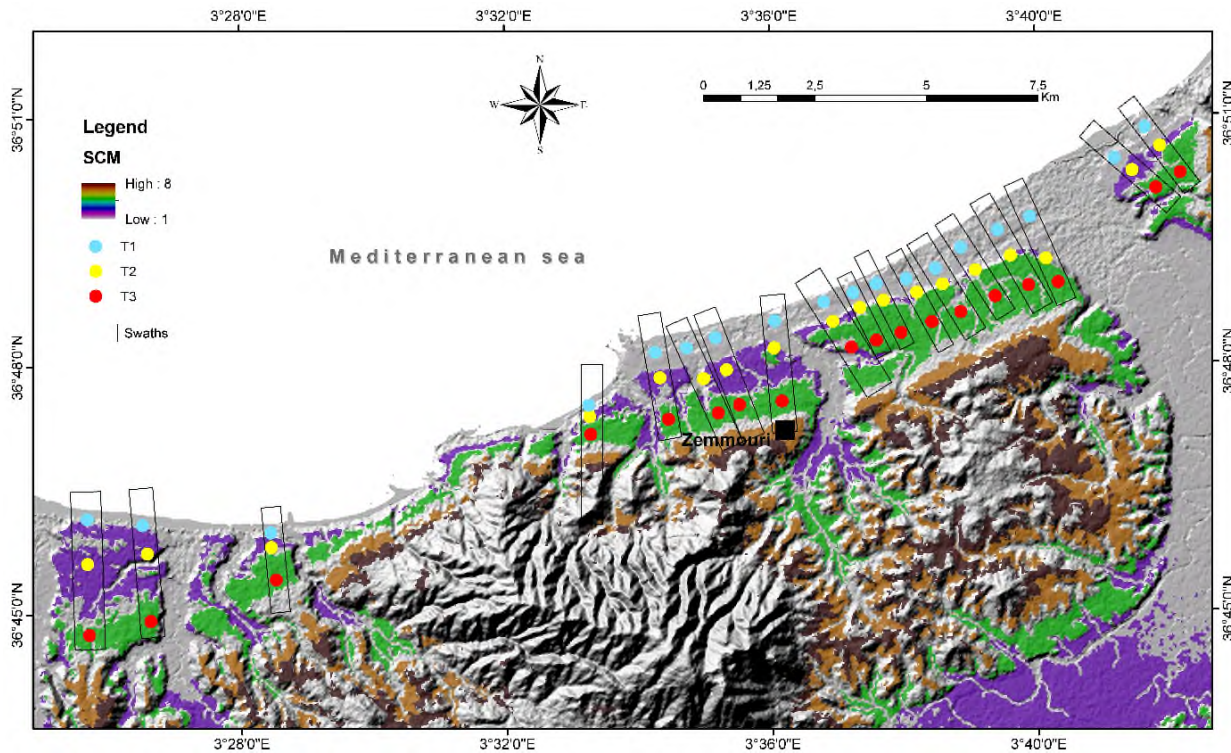
RESULTS

The resulting maps provide valuable information about the evolution of the coastlines, including changes in sea level and the rate of tectonic uplift or subsidence. This information can be used to better understand the ongoing processes of plate convergence and to assess the potential for seismic hazard in the region.

Our investigations revealed that the structures are well-preserved and are located at an elevation of around 5, 20, and 30 meters above sea level (MSL). This suggests that the continuous Quaternary convergence of the eastern coasts of Algeria is occurring. On May 21, 2018, a powerful earthquake occurred near the epicenter of the Zemmouri Earthquake. This region has been used as an important input point in the development of seismic hazard assessments. The location of this marine terrace, which is near the epicenter of the earthquake, provides

valuable geomorphic markers that can be used to estimate the long-term slip-rate of the fault.

Fig 02 : Marine terraces elevation, surface classification model



DISCUSSION

The study on "Generating of deformed marine terraces maps using Geomatic approaches along the east coast of Algiers, Implications for the ongoing continental plate convergence" aims to understand the evolution of Earth's coastlines along the east coast of Algiers. By using geomatic techniques, the study aims to generate maps of deformed marine terraces, which provide valuable insights into the history of sea level changes and the rate of tectonic uplift or subsidence of the coastal areas. The results of this study can provide an understanding of the ongoing processes of plate convergence and sea-level change, contributing to our knowledge of coastal evolution and the potential for seismic hazard in the region.

A marine terrace in the Zemmouri area is a significant feature that can be used to reconstruct past sea levels. It can also provide insight into the region's geomorphic and tectonic evolution.

Marine terraces have been identified in the Zemmouri region, which are located at different elevations above the sea level. The lower terrace is about 1 meter below the sea level, while the upper one is 43 meters. These features provide valuable information on the region's past sea level changes and tectonic evolution.

CONCLUSION

The height and shape of marine terraces above sea level reflect the uplift they have experienced. On the other hand, their erosional processes have affected their profile. This paper aims to study the various factors that influence the coastal evolution and distribution of these terraces in Zemmouri.

The deformation of the marine terraces is caused by the interaction between the European and African plates. This phenomenon has led to the formation of tectonic uplift and the study of these structures helps in gaining a deeper understanding of the region's past changes.

The formation and evolution of marine terraces in Zemmouri have significant geohazard and scientific implications. Understanding their various characteristics can help improve our understanding of the region's tectonic and coastal processes.

REFERENCES

Biolchi, S., Furlani, S., Devoto, S., Gauci, R., Castaldini, D. and Soldati, M., 2016. Geomorphological identification, classification, and spatial distribution of coastal landforms of Malta (Mediterranean Sea). *Journal of Maps*, 12(1), pp.87-99. <https://doi.org/10.1080/17445647.2014.984001>

- El Mekki, A., Hadji, R., & Chemseddine, F. (2017). Use of slope failures inventory and climatic data for landslide susceptibility, vulnerability, and risk mapping in souk Ahras region. *Mining Science*, 24.
- Hadji, R., Limani, Y., Baghem, M., & Demdoun, A. (2013). Geologic, topographic and climatic controls in landslide hazard assessment using GIS modeling: a case study of Souk Ahras region, NE Algeria. *Quaternary International*, 302, 224-237.
- Taib H, Benabbas C, Khiari A, Hadji A, Dinar H, (2022). Geomatics-based assessment of the neotectonic landscape evolution along the tebessa-morsott-youkous collapsed basin, Algeria, *Geomatics, Landmanagement and Landscape* No. 3 • 2022, 131–146. DOI: <http://dx.doi.org/10.15576/GLL/2022.3.131>

ASSESSMENT AND MODELING OF THE SPATIO-TEMPORAL VARIABILITY OF RECHARGE IN ARID ZONES: THE CASE OF THE OUED ZEGZAOU WATERSHED (SOUTHERN TUNISIA)

BILEL ABDELKARIM 1,2*, IMHR ANTUNES², RIM MISSOUI^{1,3}, NABIL ABAAB⁴, BELGACEM AGOUBI¹,

¹ Higher Institute of Water Sciences and Techniques, University of Gabes, University Campus, 6033 Gabes Applied -Hydrosciences Laboratory.

² Institute of Earth Sciences, Pole of University of Minho, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal

³ Laboratory for the Application of Materials to the Environment, Water and Energy (LAM3E), Faculty of Sciences of Gafsa, University of Gafsa, Tunisia

⁴Le Mans Université, Géosciences Le Mans, LPG UMR 6112, 72085, Le Mans, France

*Corresponding author: abdelbilel92@gmail.com ; Tel.: +351935423740/+21628726610

Abstract:

The scarcity of water resources in arid and semi-arid regions requires an adequate management strategy for the available resources based essentially on recharge estimation. Given its spatio-temporal variability controlled by a number of factors and processes, this recharge is estimated using different methods. In this context, a modified model of the developed version by Python, Matlab and ArcGIS was used to assess the recharge rate at the Zigzaou-Matmata watershed (Tunisian SE), for a period of 30 years (1988-2019) according to 12 parameters. The obtained final map applying this model reflects the influence of geomorphological features, climatic conditions, and water and soil conservation (CES) structures in the region. The water recharge variation throughout the hydrographic basin indicates the importance of the development projects already installed in increasing the recharge rate by 21% of precipitations. This work also proves that the systematic control of the various equipment is essential for a good valuation of water resources.

Keywords: recharge, strategy, model, semi-arid, Tunisia

Introduction:

In semi-arid areas where the water resources are limited, groundwater present the mean hydric resource in order to cover the human activities needs (e.g. irrigation, portability, industrial, domestic use) (Abdelkarim et al. 2022a, b,c; Missaoui et al. 2022). Thus, groundwater management became a necessity due to the lack of the water resource, as well the rain scarcity, lower than 80mm/year (Agoubi et al. 2019; Dhaoui et al. 2022). These resources are dependent on several parameters which have a very important impact in water storage and suitability, such as overexploitation. Climate change and human activities are a relevant contribution to water resources availability. In that context and to get a great resources management, several researches have been developed over the world and are based on groundwater modeling to obtain a prevision to the current and future hydric stats under the climate change impacts in order to plant an adequate or ameliorate the current strategy (Lee and Jones-Lee 1999; Mishra et al. 2010; Singh et al. 2019; Besser & Hamed 2019).

The assessment of the spatio-temporal variation of groundwater recharge has been shown to be a proactive solution to save and protect groundwater resources from pollution with a low-cost and easy-to-implement procedure (Nadiri et al., 2019). Indeed, identification of potential recharge areas is of paramount importance for aquifer system management. These areas under different weather characteristics and socio-economic conditions have been studied (e.g. Lee and Jones-Lee 1999; Mishra et al. 2010; Balamurugan et al. 2017; Singh et al. 2019; Dar et al. 2020).

In this regard, the current study is based on a modified model of the developed version by Python, Matlab and ArcGIS that will be used to assess the recharge rate at the Zigzaou-Matmata watershed (Tunisian SE).

Study area

This study carried out in Matmata- Marth region, southeastern Tunisia (Fig. 1). A Mediterranean climate from the southern of Gabès area is characterized by an annual average precipitation of 200 mm. year⁻¹, whereas the climate is dry and hot in the summer and wet and cool in the winter (Ben Alaya et al. 2013; Agoubi, 2018). Gabès region is characterized by no perennial rivers. However, heavy storms can promote the occurrence of surface runoff, which is discharged via wadis, such as Oued El Ferd, Oued jir and Oued Segui (Ben Alaya et al. 2013; Agoubi, 2018). The watershed is covered by cretaceous deposits, which constitutes the main relief in study region and Quaternary formations on the coast direction (Fig. 1).

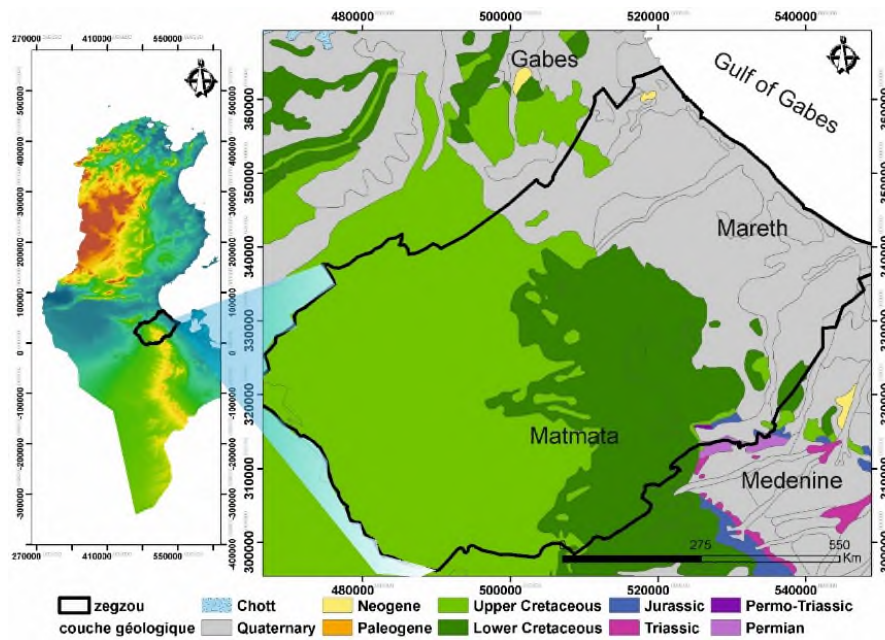


Fig.1. Location and Geology from the study area

Methodology

Aquifer recharge is controlled by several factors. The most important factor is the geomorphology, geology, soil type, human acts and climate change. These variables influence the presence and groundwater flow in a region. Hydrogeology experiments and groundwater modeling will help to explain groundwater recharge processes and assessment of spatio-temporal differences in study regions (e.g. Abdollahi 2015; Melki et al. 2017).

The applied methodology in this study is based on deferent models used in hydrology and hydrogeology modeling coupled with machine learning technique, using python and GIS tools (Fig. 2). However, to delineate groundwater potential recharge areas and the temporal variation of the recharge rate, a data base including geological, hydrogeological and topographic data was implemented. In this study, more than 12 parameters were considered to assess groundwater potential areas. Furthermore, a recharge groundwater simulation will be assed based on a historic rain data of about 30 years.

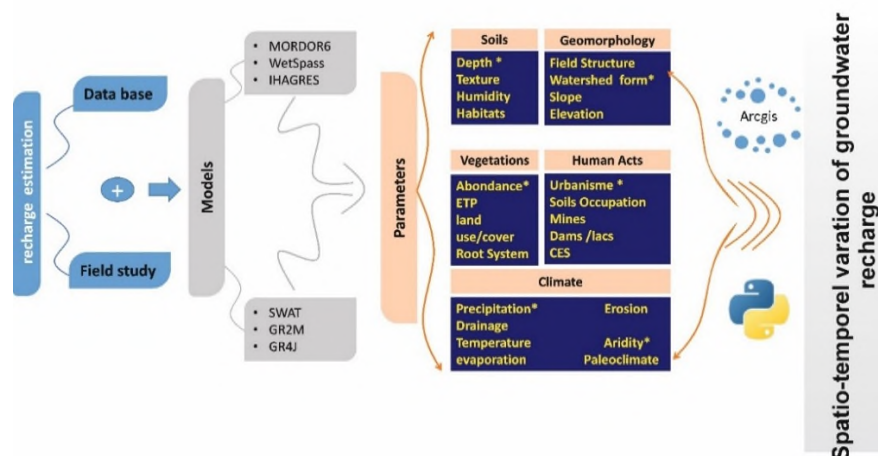


Fig. 2. Schematic methodology

Results

Five groundwater recharge classes are identified (Fig. 3). The obtained results are presented as a map, showing the lateral variation of those groundwater recharge classes. The most part of the watershed is characterized by a very low recharge, and represents 40% of total surface of study area, where 23% corresponds to a good to excellent groundwater recharge zones.

The southwestern part of the hydrographic basin presents an area with a great groundwater potential to promote water infiltration, characterized by lower slope, high permeability, and high infiltration rate. The mountainous

and the hilly sites, located on the southern and western part of the study area, have limited the potential recharge due to the low water infiltration rate (Fig. 3).

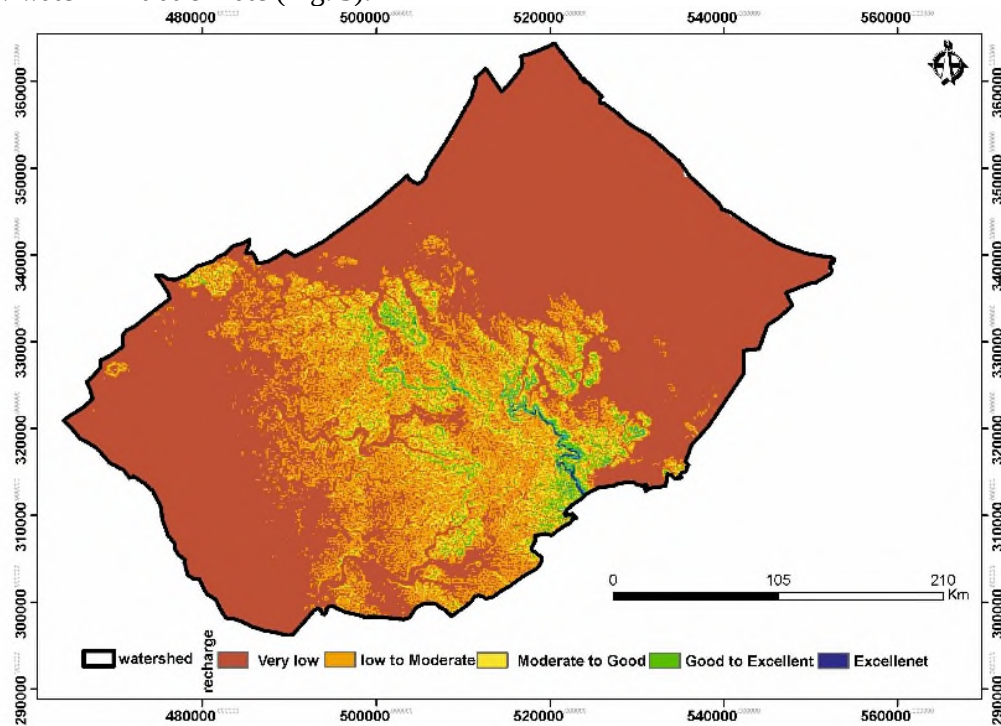


Fig- 3. Groundwater potential recharge zone

Otherwise and due to the irregularity of rain cycle, particularly on the southern of Tunisia, sensed by the influence of the Mediterranean climate, the recharge rate is a consequent influence. on the Fig.5 below, the recharge rate has ben varied during the last 30 years (Fig.5) according with the climate change variation (e.g. rainfall, ETP, temperature). As a result, the study region shows a null recharge, in the dry season (rainfall > 80mm), due to the augmentation of water exploitation to cover the human needs. In the normal session (200) (abdelakrim et al 2022) the aquifer benefice with a rate of 5 mm but it isn't remarkable due to the overexploitation of groundwater resource. In the other hand, the recharge rate passed the 25 mm rainfall, sometime due the extreme events (rain > 500 mm/years).

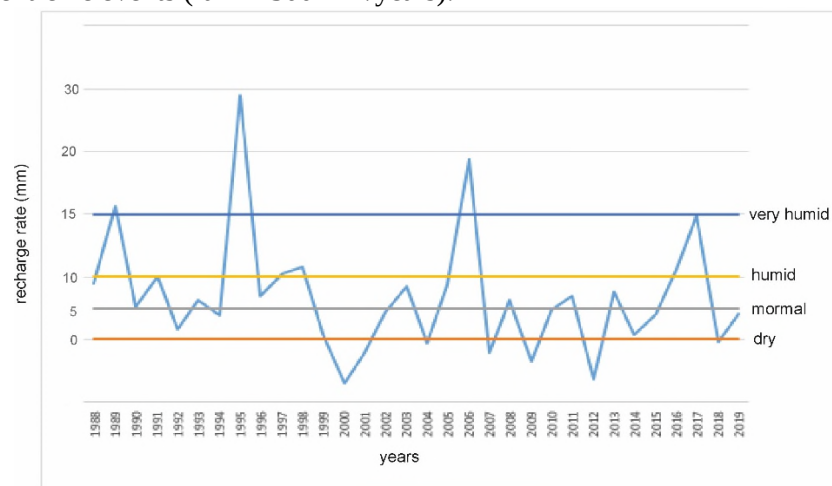


Fig. 5. Temporal Groundwater recharge variation

Discussion

The quantification of groundwater recharge in southern Tunisia, using hydrological and hydrodynamic models, is controversial and relevant. According to Baba-Sy (2005), the rate of water infiltration in southern Tunisia, varies between 2 and 10%. As a result, infiltration is about 7-12 mm/year, accounting for 5-8% of yearly precipitation. Based on Fersi's (1979) findings, an infiltration rate of 8% from the annual precipitation of 200mm⁻¹ will be used to estimate potential groundwater recharge in the Gabès region.

Potential groundwater recharge is estimated to be 11461,248 m³y⁻¹(Abdelkarim et al. 2022a). On a specific hydrogeological system, the identification of the potential recharge zone using the GIS tools and Machine learning technique can be used to translate several variables into one basic criterion to determine the proposal recharge zone and the variation of recharge rate. These recharge rate are related to the climate variation especially in precipitation value.

Conclusion and recommendations

The groundwater recharge zones are examined and demarcated in this study in order to design a necessary approach to improve and conserve groundwater resources based on parametric model, GIS, Python, and machine learning. Groundwater recharge is affected by numerous criteria (e.g. slope, lithology, geomorphology, drainage, lineaments, land cover/user) that have been weighted and scored. As a result, prospective recharge zones are categorized into five categories - very good, good, moderate, low, and very low. The groundwater recharge rate varies from 0 to 30 mm depending on the temperature and rainfall session. This research contains significant information on groundwater recharge estimates, which could be used as an effective management tool for sustainable development.

References

- Abdelkarim B, Antunes IMHR., & Agoubi, B. (2022c). Groundwater recharge mechanism in a semi-arid region from southern Tunisia—a hydrogeochemical and isotopic contribution.
- Abdelkarim B, Telahigue F, Abaab N, Boudabra B, Agoubi B (2022a) AHP and GIS for assessment of groundwater suitability for irrigation purpose in coastal-arid zone: Gabes region, southeastern Tunisia. *Environ Sci Pollut Res*. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-23193-4>
- Abdelkarim B, Telahigue F, Agoubi B (2022b) Assessing and delineation of groundwater recharge areas in coastal arid area southern Tunisia. *Groundw Sustain Dev* 18:100760. <https://doi.org/10.1016/j.gsd.2022.100760>
- Abdollahi K. (2015). Basin scale water balance modeling for variable hydrological. *African Earth Sciences*, 132: 37–46.
- Agoubi B. (2018). Assessing hydrothermal groundwater flow path using Kohonen's SOM, geochemical data, and groundwater temperature cooling trend. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1525-1>.
- Agoubi, B., & Kharroubi, A. (2019). Groundwater depth monitoring and short-term prediction: applied to El Hamma aquifer system, southeastern Tunisia. *Arabian Journal of Geosciences*, 12(10), 1-10.
- Baba-Sy J. (2005). Recharge of the aquifer system of the north Sahara. Published PhD thesis. University of Tunis
- Balamurugan G, Karthik S, Somnath B (2017). Frequency ratio model for groundwater potential mapping and its sustainable management in cold desert, India. *J King Saud Univ - Sci* 29(3): 333–347.
- Ben Alaya M., S. Saidi, T. Zemni, F. Zargouni (2013). Deep-groundwater Assessment for drinking and irrigation use, Djefara aquifers, Southeastern Tunisia. *Env. Earth Sci* (71):3387–3421. <https://doi.org/10.1007/s12665-013-2729-9>
- Besser H, Hamed Y (2019). Causes and risk evaluation of oil and brine contamination in the Lower Cretaceous Continental Intercalaire aquifer in the Kebili region of southern Tunisia using chemical fingerprinting techniques. *Environmental Pollution*, 253, 412-423.
- Dar T, Rai N, Bhat A. (2020). Potential groundwater recharge zones delineation using AHP. *Geology, and Landscapes* :1–16. <https://doi.org/10.1080/24749508.2020.1726562>
- Dhaoui, O., Agoubi, B., Antunes, I. M., Tlig, L., & Kharroubi, A. (2022). Groundwater quality for irrigation in an arid region—application of fuzzy logic techniques. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-17.
- Fersi, M., & Zante, P. (1979). Etude d'une toposéquence type du Sud tunisien, Djebel Dissa: pluviométrie, bilan hydrique, érosion (résultats des saisons 74-75, 75-76, 76-77).
- Lee GF, Jones-Lee A. (1999). Evaluation of surface water quality impacts of hazardous chemical sites. *Remediation* 9(2):87–113
- Melki A, Abdollah K, Fatahi R, & Abida H (2017). Groundwater recharge estimation under semi-arid climate: Case of northern gafsa watershed, Tunisia. *Journal of African Earth Sciences*, Volume 132, 37-46, <https://doi.org/10.1016/j.jafrearsci.2017.04.020>
- Mishra, R.C., Biju, C., Ranjitsingh, D.N., 2010. Remote sensing and GIS for groundwater mapping and identification of artificial recharge sites. *Geo Shanghai Inter. Conf.* 216–223

- Missaoui R, Abdelkarim B, Ncibi K, Hamed Y, Choura A, & Essalami L (2022). Assessment of groundwater vulnerability to nitrate contamination using an improved model in the Regueb Basin, Central Tunisia. *Water Air Soil Pollut* 233 (320). <https://doi.org/10.1007/s11270-022-05806-3>
- Nadiri AA, Norouzi H, Khatibi R & Gharekhan M. (2019). Groundwater DRASTIC vulnerability mapping by unsupervised and supervised techniques using a modelling strategy in two levels. *Journal of Hydrology*, 574, 744-759.
- Singh SK, Zeddies M, Shankar U, Griffiths GA (2019). Potential groundwater recharge zones in New Zealand. *Geosci Front* 10: 1065-1072-

استخدام الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص الهيدروغرافية لولاية تيارت

خنيوي عبد الرزاق

مخبر الاعلام الجغرافي الآلي والتنمية المستدامة، كلية العلوم الإنسانية والاجتماعية، جامعة ابن خلدون تيارت

abderrezak.khenioui@univ-tiaret.dz

الملخص:

ولاية تيارت من الولايات السهبية التي تعاني من مشاكل الجفاف المناخي بشكل دوري، مما يؤثر بشكل مباشر على مختلف النشاطات الزراعية والرعية التي تميز المنطقة، ولهذا يجب استغلال الموارد المائية بنوعها السطحية والجوفية لتفادي فترات الجفاف التي تخلف خسائر معتبرة، ولا يكون ذلك إلا بالتعرف وتقدير الموارد المائية السطحية التي تنتوزع على ولاية تيارت. تم استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص الهيدروغرافية لولاية تيارت من أجل رصد الموارد المائية السطحية وتقديرها وتحديد خصائصها بكفاءة ودقة عالية وإدارتها واستغلالها وفق خطة تسمح بترشيد الاستغلال من أجل تفادي فترات الجفاف التي أصبحت تتكرر باستمرار وتشكل تهديدا على مختلف الأنشطة الزراعية.

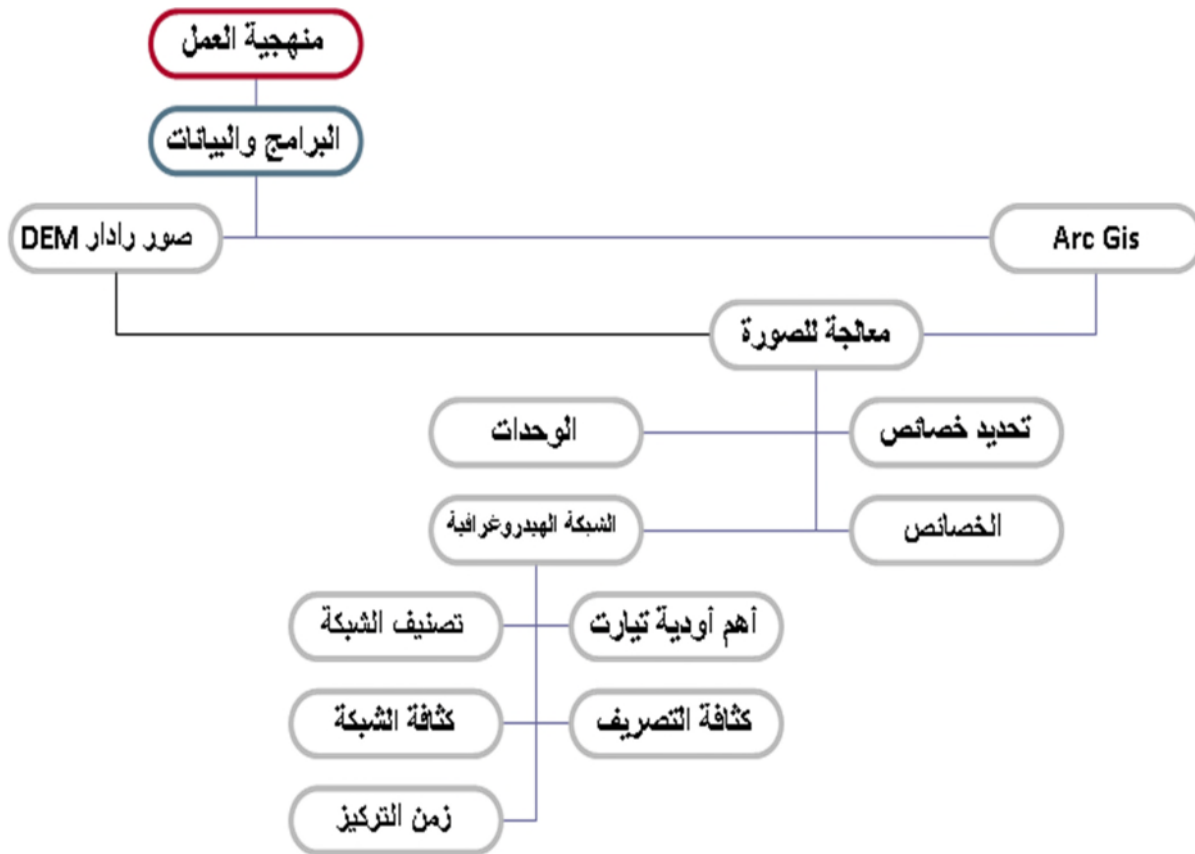
الكلمات المفتاحية: الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية – الموارد المائية السطحية – ولاية تيارت

1- مقدمة:

تعد السهوب من المناطق الجغرافية التي تعاني من تناوب فترات الجفاف بحكم موقعها الجغرافي من جهة والتغيرات المناخية من جهة أخرى، ولاية تيارت من الولايات الرعية السهبية التي تتميز بوسط طبيعي هش ما يجعلها سريعة التأثر بتلك التغيرات المناخية والنشاطات غير المدروسة للإنسان فينجر عنه تقلص في المساحات العشبية وخلق وسط شبه صحراوي لاسيما في جنوبها المتاخم للصحراء. توظيف تقنيات الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية في دراسة الخصائص الهيدروغرافية لولاية تيارت يمكن من تقدير الإمكانات التي تتمتع بها هذه الولاية بسرعة كبيرة ودقة عالية ودمجها مع كل المتغيرات التي لها علاقة بالخصائص الهيدروغرافية للوصول إلى الحلول المثالية لتطوير المنطقة بما يتماشى وخصوصياتها الطبيعية.

2- منهجية العمل:

تعتمد هذه الدراسة على المنهج الوصفي التحليلي للنتائج المتحصل عليها من خلال المعالجة الآلية للبيانات المستخدمة في هذه الدراسة. تم جمع المعلومات والبيانات التي لها علاقة مباشر بالخصائص الهيدروغرافية لولاية تيارت من مصادر مختلفة منها ما هو في شكل صور أقمار صناعية بأنواعها الكهرو بصرية (مرئيات فضائية للقمر الصناعي Sentinel-2 ذات الدقة المكانية 10)، والرادارية (بيانات الارتفاعات الرقمية "DEM" بدقة مكانية تقدر 30 م)، ومنها ما هو في شكل بيانات إحصائية ميدانية مستخرجة من مختلف المؤسسات (الاحصائيات المناخية ووكالات الموارد المائية والسدود) والخرائط (الطبوغرافية بمختلف مقاييسها) والكتب والدراسات والمجلات العلمية. لكل هذه البيانات مميزات وخصائصها التي تنفرد بها، ومن ثم استخداماتها الخاصة. يتم معالجة هذه البيانات باستخدام برنامج (ARC GIS) الذي يتعامل مع البيانات والمعلومات في شكل طبقات مختلفة (خطوط – مساحات – نقاط) ويخرجها لنا على شكل خرائط وجدول وتمثيلات بيانية لتحليلها والوصول إلى نتائج المطلوبة.



3- النتائج:

- من خلال دراسة الخصائص الهيدروغرافية ولاية تيارت باستخدام نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد نصل الى النتائج التالية:
- المنطقة ذات تضرس قوي إلى قوي جدا في الجزء الشمالي لها أين يزيد فارق الارتفاع النوعي عن 800 متر.
 - أما المناطق الوسطى والجنوبية فهي مناطق ذات تضرس ضعيف بسبب الانبساط الذي يسود هذه المناطق مع العلم أن متوسط الارتفاع فيها يزيد عن 1100 متر.
 - مساحة تيارت 20673 كلم² وهي من الولايات ذات المساحة الكبيرة في الجزائر، كما تتميز بتباين في تضاريسها من الشمال إلى الجنوب مما يسمح بإمكانية إقامة سدود وحواجز مائية لحجز التساقطات التي تشهدها المنطقة في فصل الشتاء.
 - من صعب تحويل المياه التي يمكن أن تحجز شمالا باتجاه الجنوب لوجود فارق في الارتفاع، مع العلم أن المناطق الجنوبية أكثر جفاف.
 - أودية تيارت لها اتجاهات مختلفة تتحكم فيها التضاريس فهناك منها ما تتجه شمالا نحو البحر المتوسط وهناك ما تتجه شرق وغربا وحتى جنوبا اتجاه السبخات.
 - أودية الشمال يقل جريانها في فصل الجفاف ولكن لا ينعدم، بينما أودية الجنوب تجف تماما في الصيف وفترات الجفاف مما يجعلها تشكل خطرا دائما على سكان المنطقة بسبب الفيضانات الفجائية ومن أبرز هذه الأودية وادي مينة.
 - كثافة تصريف أودية الشمال أكبر بكثير من كثافة التصريف من أودية الجنوب.
 - وجود فوارق كبيرة من حيث معامل سيلان الأودية، أي الأحواض الجزئية المقسمة لولاية تيارت، فالأحواض الجزئية الشمالية لها معامل سيلان يفوق 100 بينما لا يتعدى معامل السيلان 40 في الأحواض الجزئية الجنوبية لولاية تيارت.
 - المقاطع الطولية لمجاري الأودية الموجودة في تيارت متباينة من حيث الطول وفارق الارتفاع، فالأودية الشمالية أكثر ارتفاعا وأقصر طولاً بسبب التضرس الكبير الذي تعرفه هذه المناطق بينما الأودية الجنوبية فارق الارتفاع قليل وهي طويلة بسبب الانبساط الذي يميز هذه المناطق.

4- المناقشة:

يمكن تقسيم تيارت إلى إقليمين اعتمادا على مؤشر الجفاف وهما إقليم جاف يسود النصف الجنوبي والجهة الشرقية من تيارت ويغطي أكثر من 55% من مساحة تيارت، يمتاز هذا الإقليم بغطاء نباتي ضعيف متكون أساسا من حشائش الحلفاء والشج سمك تربته ضعيف وتضاريسه منبسطة لا توجد بها حواجز طبيعية وهو متاحم للصحراء، مما يجعل هذه المناطق مناطق انتقالية هشة يؤثر عليها الجفاف بسهولة كبيرة، ويجعلها عرضة للتصحّر إذا ما لم تراقب جيدا وتفرض عليها حماية خاصة، هذا الإقليم في حاجة ماسة الى تهيئة هيدروغرافية واستغلال الموارد المائية بنوعيتها السطحية والجوفية لتفادي فترات الجفاف التي تخلف خسائر معتبرة.

أما الإقليم الثاني الشبه جاف يسود المناطق الشمالية والغربية من تيارت بمساحة تقترب بحوالي 45% من المساحة الاجمالية لتيارت. يمتاز هذا الإقليم بتنوع تضاريسه من جبال وهضاب محاذ للمناطق الداخلية للجزائر التي تحده شمالا ولكن رغم هذا تتأثر المنطقة بمواسم الجفاف التي تتعاقب عليها من فترة لأخرى يتوفر على مناطق طبيعية استراتيجة لإقامة الحواجز المائية والسدود لاستغلال المياه السطحية خاصة وأن هذا

الإقليم يشهد تساقط متراوح ما بين 400 ملم إلى 600 ملم سنوياً. ما يمكن ملاحظته أيضاً في ولاية تيارت هي أن أغلب مساحاتها عبارة عن مناطق رعوية (15670,4 كلم²) أي ما يقارب 78% من المساحة العامة للولاية ومن المعروف مدى هشاشة هذا الوسط، والخطر الكبير هو متاخمة هذه الولاية للصحراء من الجهة الجنوبية فهي عرضة لعمليات التصحر وزحف الرمال، ولهذا يجب القيام بإصلاحات وتهئية هيدروغرافية تسمح باستغلال امكانياتها الطبيعية وحمايتها من الأخطار التي تهددها وذلك من خلال إقامة حواجز مائية وسدود لتوفير النقص الكبير للمياه الذي تعاني منه المناطق السهبية بصفة عامة وتيارت على الخصوص.

5- استنتاجات وتوصيات:

- من خلال هذه الدراسة يمكن الوصول إلى مجموعة من الاستنتاجات والتوصيات نذكر منها:
- المناطق السهبية تتوفر على موارد مائية سطحية وجوفية هامة استغلالها بطرق مدروسة يؤدي حتماً إلى تطوير النشاط الزراعي والرعي بها وينمي المنطقة اعتماداً على مواردها.
- وفي المقابل هي مناطق هشة تتأثر بسرعة بالتغيرات التي تتعرض لها طبيعياً كانت (الجفاف)، أو بشرية (الاستغلال المفرط للموارد المائية الجوفية والرعي العشوائي).
- استخدام الوسائل التكنولوجية الحديثة (الاستشعار عن بعد ونظم المعلومات الجغرافية) يمكن من مراقبة التوزيع المجالي للظواهر الأرضية في إطار واسع ومن موقع مراقبة عال في إطار لا يمكن مشاهدته بنفس الوضوح والشمولية من خلال المراقبة الأرضية.
- التسجيل الدائم للظواهر، بحيث يمكن دراستها في أي وقت فيما بعد. وهذا يسمح بإجراء المقارنات الزمنية عن طريق دراسة مجموعة صور التقطت في أوقات مختلفة لنفس المكان، كما يسمح بمعرفة طبيعة التغير الذي يطرأ على مكان ما.

References

- 1- Inst.dr. Mohammed Abbas Jaber Al-Humeiri :The use of remote sensing and GIS techniques in mapping vegetation changes between two seasons (Babil governorate model), Geographic Research Journal vol 29(2019).
- 2- Boudjemline fouzia1, Benlabiod Denidina: The use of Standardized Precipitation Index values (SPI) and MODIS vegetation indices to assess drought of steppe regions, Algeria, Technium Social Sciences Journal, ISSN: 2668-7798 Vol. 36, 641-659, October 2022.
- 3- Hadjadj Nadjat, Hadeid Mohamed :The use of sensors and GIS in studying the dynamics of vegetation coverage in the Algerian steppes, Technium Social Sciences Journal, ISSN: 2668-7798 Vol. 37, 519-525, November 2022.
- 4- Oudina Fateh, Benkhaled Elhadj: Choosing the best site for a technical backfill center for urbYoub Okkacha, Boulouf Meriem, Bouarfa Said, Farhi Yassine, Faci M, Djoudi W, Oubadi M.: Climatic sensitivity in the Algerian steppes: Drought indices and remote sensing, Technium Social Sciences Journal, ISSN: 2668-7798 Vol. 31, 810-817, May, 2022 and a solid waste using a multi-criteria evaluation technique based on geographic information systems. Case study of the city of M'sila, Technium Social Sciences Journal Vol. 36, 592-606, October 2022
- 5- Samah Mohamed Kassem, Abdulhab Muhammad Younis: Temporal and spatial analysis of drought using rainfall index, Al-Rafidain Engineering Journal (AREJ), ISSN 2220-1270 Vol.26, No. 1, June 2021, pp. 115-127.
- 6- Bushra Ali, Wadi Khoury: The relationship between hydrological drought and climate drought in the Merqiya river basin - Syria, Syrian Journal of Agricultural Research –SJAR 9(1): 209-219 February (2022).

APPORT DE LA TÉLÉDÉTECTION À LA CARTOGRAPHIE DU COUPLE FRACTURATION – MINÉRALISATION EXEMPLE D’ÉTUDE LA PARTIE OCCIDENTALE DE LA CHAÎNE NUMIDIQUE (DJ MCID AICHA), NORD EST ALGÉRIEN

BOULAOUIDAT LAMIA * KHIARI ABDELKADAR* TALEB RAMZI ** BELBAKHOUCHE YAHIA
** ZERDOUDI SAFIA** BOUDIAF HICHEM***

* : Faculté Science de la Nature et de Vie, Université Jijel et Membre en Laboratoire des Ressources Naturelles et Aménagement des Milieux sensibles, Université Oum el Bouaghi

*Université Oum El Bouaghi

** : Doctorante et Membre en Laboratoire des Ressources Naturelles et Aménagement des Milieux sensibles, Université Oum El Bouaghi

** : Département sciences de la Terre et l’Univers, Université Jijel

*** : Ecole normale supérieur Assia Djabar, Université Constantine 03

Résumé :

Notre région d’étude est située à la partie orientale du Nord est Algérien. La structure de Massif montagneux Dj Mcid Aicha qui appartient à la chaîne Numidique occidentale avec une altitude de 1482m et de longueur plus de 5 km, est localisée à la frontière de la commune Hamala –ghebala entre les deux wilayas Mila- Jijel. Géologiquement, il est constitué par une série sédimentaire des formations carbonatées calcaire et calcaire dolomitique d’âge Jurassique inférieur (Lias), avec une direction d’orientation globale Est –Ouest , et renferme d’une minéralisation de type Pb,Zn,Cu ,Fe, Ba sous morphologie filon ,amas et lentille de taille variable, poche karstique .Tectoniquement, Cette zone a connue et reconnue plusieurs phases Tectonique responsable à l’édifice actuel ce massif, il est composé par une morpho structurale de type anticlinaux et synclinaux d’après les travaux de Deleau P 1938,et Durand Delga.M. 1955, et délimité dans sa partie Nord et Sud par deux grandes failles longitudinales de direction Est –Ouest, et son terminaison orientale et occidentale par des failles transversales de direction N-S, NNE-SSW à NNW-SSE.

L’objectif principal de cette étude est la cartographie fine des principaux accidents Géologiques et mettre en évidence la relation de la répartition de la minéralisation et réseau de fracturation par les données de Télédétection.

Pour atteindre cet objectif, on suit les approches méthodologiques basées sur les techniques de traitement des images Aérospatiales (Landsat08, et Sentinel 2A), et de l’application des algorithmes (Composition colorée, rapport de bande, analyse de composante principale, classification supervisée, et non supervisée, les filtres directionnels de Sobel.

Notre résultat montre que la carte linéamentaire obtenue après les traitements est assez dense et comporte des linéaments de direction globalement E-W, N-S, NE-SW, NW-SE, et de longueur variable.et La minéralisation de type filonienne est suit la direction E-W.

Mot Clé : Télédétection, Dj Mcid Aicha, Landsat 08 et Sentinel 2A, linéament, minéralisation, la chaîne Numidique.

ASSESSMENT OF WATER EROSION HAZARD USING AN INTEGRATED APPROACH OF GEOGRAPHIC INFORMATION SYSTEMS AND ANALYTIC HIERARCHY PROCESS: WATERSHEDS OF OUM EL GHAM AND BOU SAID (SOUTHEASTERN TUNISIA)

HAYET MNASSRI^{1,5*}, HOUDA SAHNOUN², BILEL ABDELKARIM^{1,3}, ADÉLIA NUNES⁴, SALAH MAHMOUDI⁵

¹Higher Institute of Water Sciences and Techniques, University of Gabes, Gabes, Tunisia,

² Faculté des sciences de Sfax (Unité de recherche: Etude et gestion des environnements urbains et côtiers), Office de topographie et de la cartographie, Rue du Commandant Bejaoui, 3000 Sfax, Tunisia

³ Institute of Earth Sciences, Pole of University of Minho, Campus de Gualtar, 4710-057 Braga, Portugal

⁴ Higher Institute of Water Sciences and Techniques, University of Gabes, University Campus, 6033 Gabes Applied -Hydrosciences Laboratory.

⁵ Department of Geography, University of Coimbra, Coimbra, Portugal

⁵U.R: 3G - Geosystemes, Georessources et Geoenvironnements, UR13ES80, Faculté des Sciences de Gabes, Tunisia

*Corresponding author: hayet.mnassri25@gmail.com

Abstract

Water erosion is the major process responsible for soil loss in southern Tunisia. Indeed, it represents a main risk of ecosystem degradation which threatens of water and soil conservation works in the region. In that context, an Analytic Hierarchy Process AHP model based on Geographic Information Systems (GIS) was carried out in the Oum el Gham and Bou Said watersheds in order to assess the potential soil erosion risk. Five factors were used, rainfall, land use, topography, type of soil, and support practice. The analyses improve that the most influencing factors are topography, land use and rainfall. The final maps show that the study region has devolved in five classes where 68.35% of the area show a very low erosion risk. In the other hand, only 3.52% of the area are risked from the erosion danger. Reasonable management strategies based on perennial exploitation of these results are required to minimize the soil degradation and erosion risks in the study region. As well, this research is helpful in the good establishment and soil sustainable management in other studies have the same conceptions.

Keywords: Water erosion, Analytic hierarchy process, GIS, Multi Criteria Analysis, Tunisia

ANALYSE DE L'ADEQUATION DES TERRES BASEE SUR LE SIG A L'AIDE DU MODELE AHP POUR L'EXTENSION URBAINE DANS L'AGGLOMERATION INTERCOMMUNALE DU SOUF.

ABDAOUI GIHEN REAM1, TABET AHMED AMINE2

1-Institut de Gestion des Techniques Urbaines, Université d'Oum El-Bouaghi, BP 358, Oum El-Bouaghi, Algérie. gihen.ream@gmail.com.

2- Institut de Gestion des Techniques Urbaines, Université d'Oum El-Bouaghi, BP 358, Oum El-Bouaghi, Algérie. tabet.ahmed.amine@gmail.com.

Introduction :

Ce chapitre traite la démarche de l'adéquation des terres à l'extension urbaine face aux complexités de l'espace de la ville du Souf et sa conurbation, une complexité sévère à plusieurs piliers ; un espace désertique avec un système hydrique fermé bouleversé grâce à la surexploitation des nappes souterraine qui a fini par troubler le fonctionnement de la nappe phréatique (remontée des eaux), Le réseau routier qui n'est pas uniformément réparti sur l'ensemble de la zone étudiée, topographiquement l'aire d'étude est une surface plane monotone et sans exutoire naturel ; Avec des pentes faibles à très faible, l'évacuation des eaux pose de sérieux problèmes.

1. Zone d'étude

Quatre communes limitrophes englobe la conurbation qui se développe et connaît la croissance la plus rapide analysée et expliqué dans les chapitres précédents, est située dans la partie centre et Sud de la Vallée du Souf. Cet espace très étendu est organisé en Agglomération Urbaine Inter Communales (AUIC).

2. Matériels et méthodes

3.1 Données et Matériels

Un mosaïque des 4 images sentinelles utilisées pour l'extraction de la couverture terrestre.

Une deuxième mosaïque établie dans l'ArcGIS 10.7 à partir de quatre images ASTER, utilisé pour générer la carte des élévations et la carte des pentes ainsi que la carte de la distance euclidienne des routes (**tab1**).

Tableau 1. Quelques propriétés des images Sentinelles, Quelques propriétés des DEM :

Image Sentinelle	Résolution	Date	Composite des bandes	Model Numérique d'Elévations	Résolution	High	Low	Zone
T32 SKC N 0208 R022	10 m	18/06/2019	Bande 3, 2, 1 (Red, Green, Bleu)	n33_e007_1arc_v3	30 m	183	-22	32
T32 SLC N0207 R022	10 m	18/06/2019	Bande 3, 2, 1 (Red, Green, Bleu)	n33_e006_1arc_v3	30 m	249	-60	32
T32 SLB N0207 R022	10 m	18/06/2019	Bande 3, 2, 1 (Red, Green, Bleu)	n33_e007_1arc_v3	30 m	280	69	32
T32 SKB N0207 R022	10 m	18/06/2019	Bande 3, 2, 1 (Red, Green, Bleu)	n33_e006_1arc_v3	30 m	199	60	32

Des données du réseau routier téléchargé à partir de ce site d'internet <https://hub.arcgis.com/content/e646719bc3284a3d9d81e02b3d5abc53/about>, ces dernières utilisées pour calculer la distance euclidienne de tous types de routes. Des données concernant la partie exploitée et la remontée de la nappe phréatique, ce qui a permis d'établir la carte de la profondeur de la nappe phréatique. La densité de la population dans chaque commune de l'AUIC est estimée à partir des projections de population du nombre d'habitants en 2008 (RGPH) en utilisant la formule mathématique suivante : $P_n = P_0(1+r100)^n$. Les données de critères de différents référentiels ont été compilées cartographiées dans l'ArcGIS 10.7.

2.2. METHODE

3.2.1. Approche : MCDM - Méthode AHP

L'approche vise à définir l'aptitude des terres à la croissance urbaine future, en combinant le potentiel de manipulation et d'analyse des données spatiales fournies par les techniques SIG avec MCDM en utilisant la méthode AHP. Les étapes développées dans l'environnement SIG comme sont illustrées à la **figure.1**.

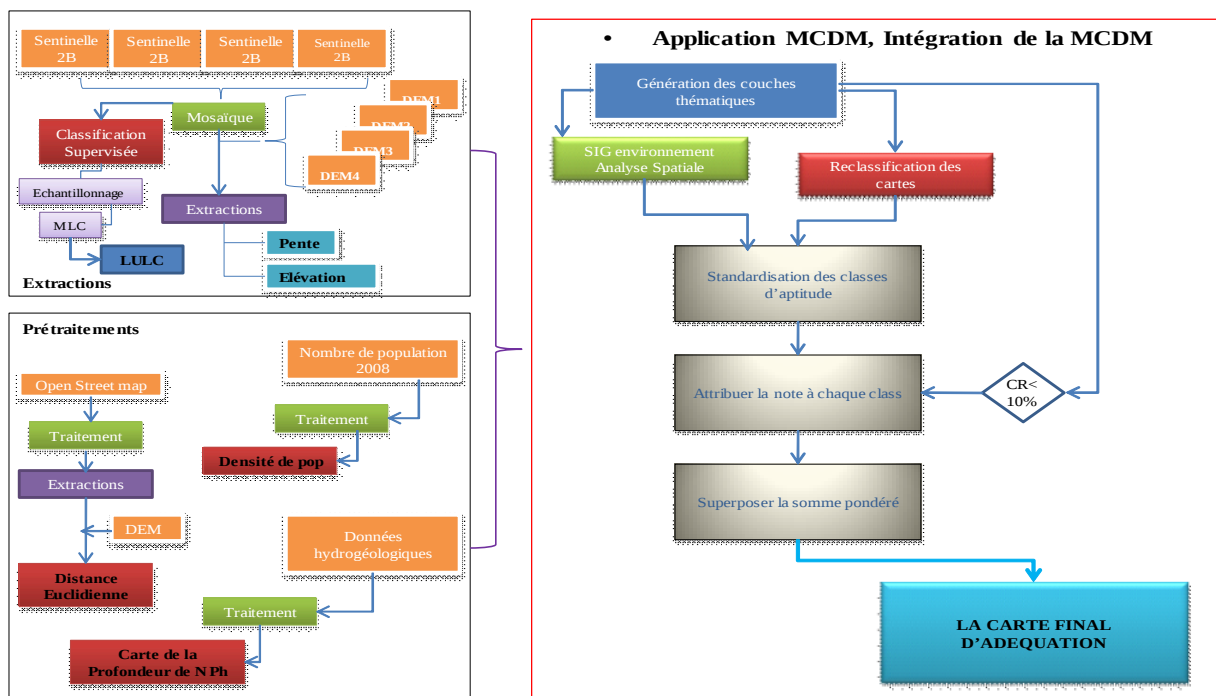


Fig.1 Organigramme par étapes de la méthodologie basée sur le SIG-AHP pour identifier les endroits appropriés pour le développement bâti

3.2.2. Construire une structure hiérarchique

La composition hiérarchique consécutive est montrée illustrée à la figure2.

L'objectif de cette procédure est de déterminer certains critères qui influencent l'aptitude des terres, qui peuvent être évalués quantitativement.

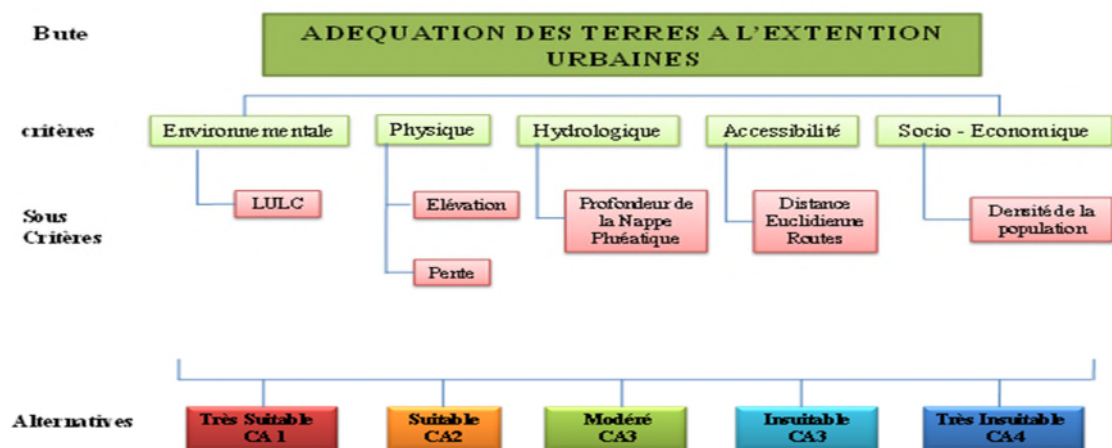


Figure.2. Structure hiérarchique pour l'aptitude définie des terres

4. Résultats et discussion : L'analyse plus approfondie du site approprié a été effectuée en utilisant six paramètres, et la fusion de ces derniers a aidé à trouver des différents endroits appropriés pour une

construction future. (fig.3)

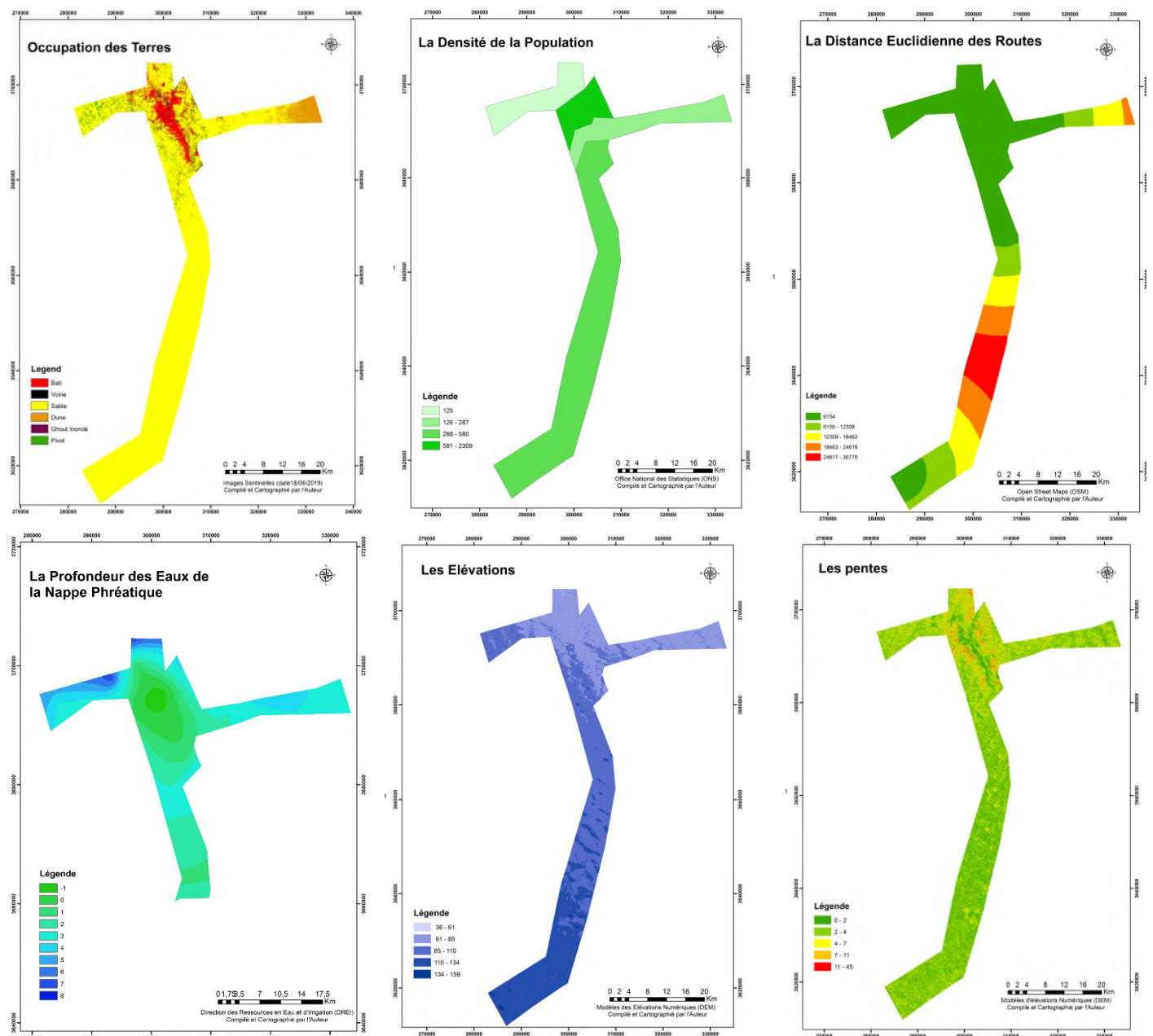


Figure.3 : a) LULC date 16 Juin 2019, b) La densité de la population, c) La distance euclidienne à intervalles égaux, d) la profondeur des eaux de la nappe phréatique, e) les élévations, f) les pentes.

Analyse de la d'adéquation

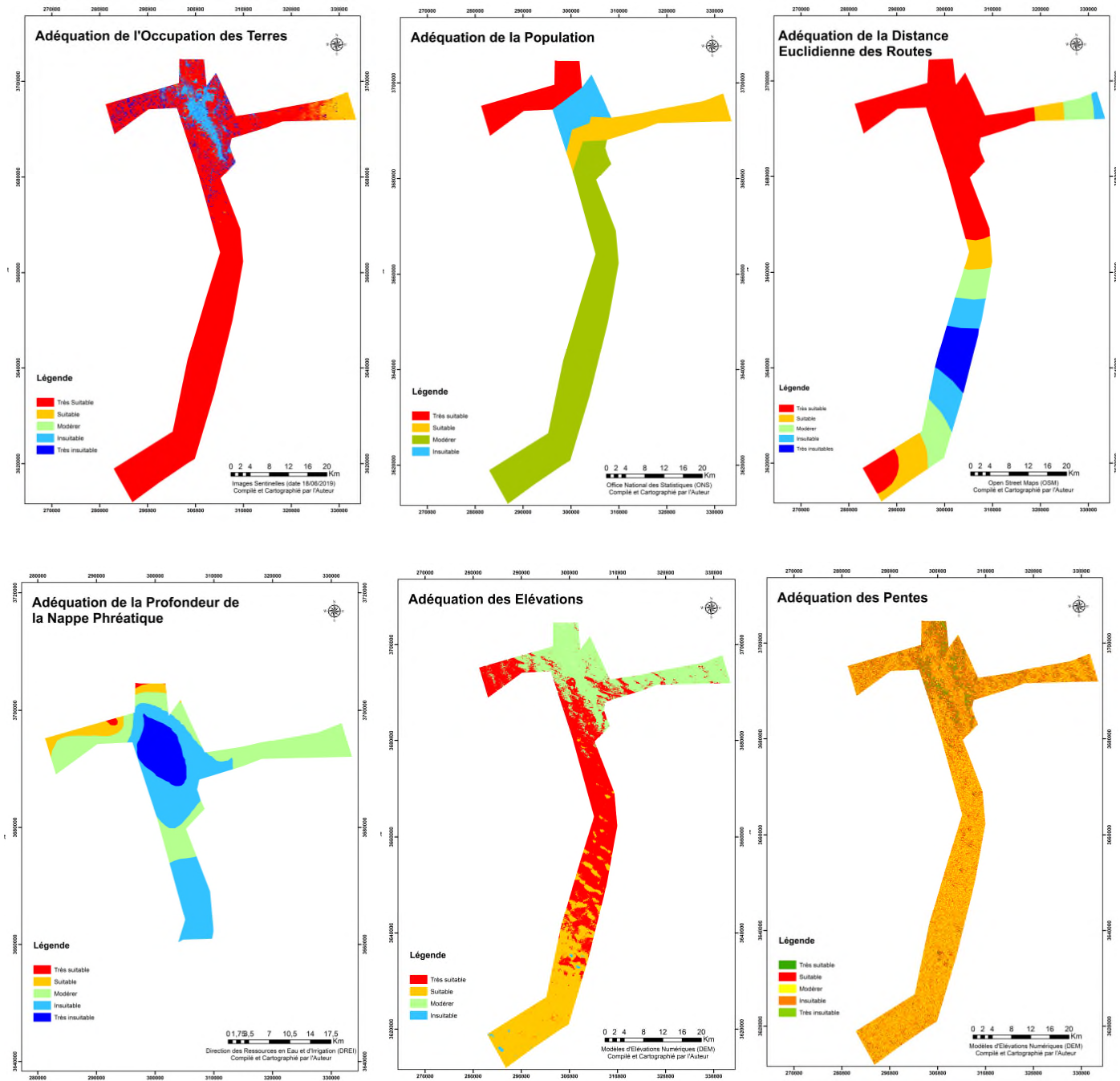
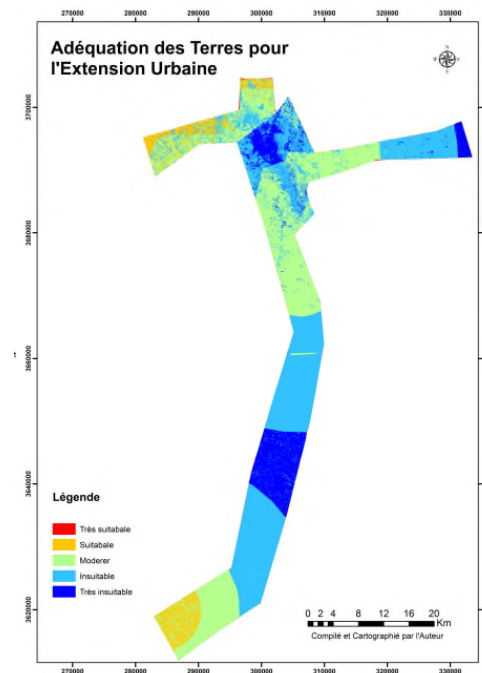


Figure.4 : g) adéquation de l'occupation des terres, h) adéquation de la densité de la population, i) adéquation de la distance euclidienne des routes, j) adéquation de la profondeur de la nappe phréatique, k) adéquation des élévations, l) adéquation des pentes.



Carte l'adéquation des terres pour l'extension urbaine

Catégories d'adéquation globale et leurs surfaces :

Catégories d'Adéquation	Surface (km ²)	Surface en (%)
Très Suitable	3,00	0,35
Suitable	60,12	7,11
Modéré	294,09	34,80
Insuitable	367,87	43,53
Très Insuitable	119,96	14,20

Conclusion :

Dans notre travail nous avons déterminé cinq classes d'adéquations entre terres très adéquates, adéquates, adéquation modérée, mauvaise adéquation et très mauvaise adéquation. Ce classement est basé sur des critères ; environnementales, physiques, hydrologiques, socio-économique et critère d'accessibilité d'où nous avons retiré c'est sous-critères de l'ordre de ; l'occupation et l'utilisation des sols, élévations, pentes, profondeurs de la nappe phréatique, distance euclidienne des routes et enfin la densité de la population.

References

- 1/Thomas L. SAATY, « Décider face à la complexité » une approche analytique multicritère d'aide à la décision. Traduit de l'anglais par Lionel Dahan. Adaptation française par Georges Hirsch. COLLECTION UNIVERSITE – ENTREPRISE. Dirigée par Alain Chevalier et Georges Hirsch, 1984.
- 2/Albrecht JH (1996) Universal GIS operations for environmental modeling. Proceedings of the 3rd International Conference/ Workshop on Integrating Geographic Information Systems and Environmental Modeling, Santa Fe, NM, January 21–25, CDROM, National Center for Geographic Information and Analysis (NCGIA)
- 3/Aburas MM, Abdullah SH, Ramli MF, Ashaari ZH (2015) A review of land suitability analysis for urban growth by using the GIS based analytic hierarchy process. Asian J ApplSci 3(6):869–876
- 4/ Roszkowska E (2013) Rank ordering criteria weighting methods- a comparative overview. OptimStudiaEkonomiczne 5(65):15–33
5. Javadian M, Shamskooski H, Momeni M (2011) Application of sustainable urban development in environmental suitability analysis of educational land use by using AHP and GIS in Tehran. ProcediaEng 21:72–80
6. Aldababseh, A., Temimi, M., Maghelal, P., Branch, O., & Wulfmeyer, V. (2018). Multicriteria evaluation of irrigated agriculture suitability to achieve food security in an arid environment. Sustainability (Switzerland), 10(3). <https://doi.org/10.3390/su10030803>
7. Prakash TN. (2003). Land Suitability Analysis for Agricultural Crops: A Fuzzy Multicriteria Decision Making Approach

APPLICATION DE LA GEOMATIQUE A LA MISE EN ŒUVRE DES ATTRIBUTS DE LA MOBILITE INTELLIGENTE, CAS D'ETUDE LA NOUVELLE VILLE ALI MENDJELI DE CONSTANTINE

FENGHOUR ZOHRA AYAT ERAHMANE 1*, SADOUNI SALHEDDINE, SADOUNI OUISSAL, RAHAM DJAMEL, MEGOUACHE LEILA, KAOUR IMANE, BARKAT RAHMA

1 laboratoire des Sciences du Territoire, Ressources Naturelles et Environnement LASTERNE/ Faculté des Sciences de la Terre, de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire, Université de Constantine 1, Algérie. zohraayerahmane.fenghour@umc.edu.dz / salaheddinesadouni@umc.edu.dz / megouache_leila@yahoo.fr 2 Centre de Recherche en Aménagement du Territoire CRAT, Constantine, Algérie, raham.djamel@umc.edu.dz

RESUME :

De nos jours, les villes représentent plus de la moitié de la population mondiale (3.3 milliards d'habitants), dont les pays en développement comptent le plus grand nombre des citadins. Cette croissance urbaine rapide a mis les autorités locales face aux défis supplémentaires de maîtrise et de gestion de l'urbanisation. Ces dernières sont désordonnées en raison des ressources humaines, financières limitées et des modes de gouvernance traditionnelles qui ne parviennent pas à identifier ces défis. En conséquence, la demande croissante de la population exerce une pression énorme sur les services publics, en particulier le transport urbain. Le transport est considéré comme l'une des principales composantes structurelles du processus d'urbanisation, néanmoins il est négativement impacté par des problèmes d'embouteillage, de pollution et d'insécurité sociale entraînant une détérioration de la qualité de vie en milieu urbain. Avec l'émergence du concept de « ville intelligente », la qualité de vie des citoyens occupe l'essentiel du développement intégré et durable. Ceci en mettant l'accent sur des solutions technologiques pour répondre aux contraintes du bon fonctionnement des principaux piliers de la ville : gouvernance, économie, environnement, mobilité, habitat et citoyenne. Dans le domaine du transport, l'utilisation des technologies d'information et de communication (TIC) fait appel à la mobilité intelligente. L'application de la mobilité intelligente dans l'espace urbain prend en considération non seulement la dimension technologique, mais également environnementale, sociale, économique et spatiale. Toutes les actions menées dans ces dimensions visent à atteindre une mobilité durable, sûre et efficace. La géomatique combine un éventail de technologies pour acquérir, traiter et analyser des données géographiques. Cependant, les enjeux de la mobilité peuvent être mieux appréhendés en traduisant les espaces urbains et leurs composantes en espaces numériques. La géomatique permet d'obtenir des données géolocalisées sur l'état du trafic, les conditions météorologiques et le service de transport. Ces informations sont ensuite utilisées pour proposer des itinéraires optimisés en fonction du temps et de distance. De plus, ces données peuvent également être utilisées afin de promouvoir la planification des infrastructures de transport en conséquence. Cela est dû à une meilleure compréhension des besoins de déplacement des utilisateurs, des tendances du trafic, et des horaires de transport efficaces. En revanche, l'utilisation de la géomatique a débouché sur l'apparition de nouveaux services qui facilitent les déplacements quotidiens des citoyens, tels que les services de covoiturage et de transport en demande. Ces exemples réalistes incarnent parfaitement l'intelligence offerte à la mobilité grâce à l'utilisation de la géomatique. Dans ce contexte, notre travail de recherche vise à proposer des nouvelles applications de la géomatique à l'étude d'accidentologie routière et d'accessibilité spatiale aux transports en commun. Ces dernières s'inscrivent dans le cadre de promouvoir la mise en œuvre des attributs de la mobilité intelligente dans la nouvelle ville Ali Mendjeli de Constantine. Pour y parvenir, nous utiliserons divers outils topologiques ainsi que des modèles statistiques spatiaux qui sont adaptés à la nature des données géospatiales relatives aux accidents de la route et au réseau de transport. Ces outils et modèles sont fournis par les systèmes d'information géographique (SIG). En premier lieu, nous utilisons la géomatique pour établir un schéma d'accidentologie de la zone d'étude en intégrant la méthode de calcul de la densité de noyau (KDE). Cette approche spatiale nous permet d'identifier les points chauds présentant un risque d'accidents élevé et de prédire leur propagation au niveau du réseau routier ; par le biais de la densité. Nous constatons que ces points chauds se situent principalement à proximité des agglomérations urbaines et des centres d'intérêt. Révélant ainsi une corrélation entre la densité du trafic routier et la fréquence élevée des accidents, en particulier dans la plage horaire de 13h00 à 17h00. En deuxième lieu, nous proposons une nouvelle approche spatiale qui s'occupe de l'évaluation de la couverture spatiale des stations de bus de la nouvelle ville Ali Mendjeli. Pour ce faire, l'outil « Network Analyst » est utilisé pour modéliser le réseau de transport dans la zone d'étude. Ensuite, nous appliquons une étude analytique de la zone de desserte qui englobe soixante-huit (68) stations de bus. Une distance d'accès de

500 mètres est considérée comme paramètre d'impédance pour atteindre une station de bus depuis les habitations et les services urbains situés aux alentours. Les résultats de cette approche montrent que la couverture spatiale des stations de bus dans la zone d'étude est de 93% de la superficie totale, desservant 151 sur 192 équipements. Cependant, la desserte de la population est limitée à 23% de la population totale. En conclusion, les résultats des deux approches spatiales fournissent des outils puissants pour concrétiser les attributs clés de la mobilité intelligente dans la nouvelle ville Ali Mendjeli. En accidentologie, l'identification des zones à risques d'accident permet aux acteurs en charge d'identifier facilement les facteurs endogènes (humains, liés aux véhicules et à l'environnement) contribuant à leur occurrence. En conséquence, cela leur permet d'élaborer des mesures de prévention et des stratégies de sécurité routière pour éliminer ces risques et assurer une mobilité sûre pour tous les usagers de la route. En matière d'accessibilité spatiale, les résultats obtenus soutiennent les politiques de planification visant à optimiser l'accès équitable aux transports en commun par bus. Cela peut se faire par la relocalisation des stations existantes ou l'implantation de nouvelles stations de bus, notamment dans les zones non desservies. Les résultats visent ainsi à promouvoir l'utilisation des transports publics par bus au détriment des voitures particulières, étant une solution exhaustive pour réduire la congestion des routes et les impacts environnementaux néfastes. Ce qui permet d'achever une mobilité efficace et durable. En bref, l'application de la géomatique peut entraîner des améliorations notables à la qualité de vie des citoyens en milieu urbain en leur offrant des solutions de déplacement plus fiables, plus écologiques et plus efficaces. Mots clés : Mobilité intelligente, géomatique, approches spatiales, nouvelle ville Ali Mendjeli de Constantine.

REFERENCES:

- Adhvaryu, B., & Kumar, S. (2021). Public transport accessibility mapping and its policy applications: A case study of Lucknow, India. *Case Studies on Transport Policy*, 9(4), 1503–1517. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2021.08.001> • Al-Aamri, A. K., Hornby, G., Zhang, L.-C., Al-Maniri, A. A., & Padmadas, S. S. (2021). Mapping road traffic crash hotspots using GIS-based methods: A case study of Muscat Governorate in the Sultanate of Oman. *Spatial Statistics*, 42(5), 100458. <https://doi.org/10.1016/j.spasta.2020.100458> • Angelidou, M. (2014). Smart city policies: A spatial approach. *Cities*, 41, S3-S11. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2014.06.007> • Benedek, J., Ciobanu, S. M., & Man, T. C. (2016). Hotspots and social background of urban traffic crashes: A case study in Cluj-Napoca (Romania). *Accident; Analysis and Prevention*, 87, 117–126. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.11.026> • Bıyık, C., Abareshi, A., Paz, A., Ruiz, R. A., Battarra, R., Rogers, C. D. F., & Lizarraga, C. (2021). Smart Mobility Adoption: A Review of the Literature. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(2), 146. <https://doi.org/10.3390/joitmc7020146> • Ford, A., Barr, S., Dawson, R., & James, P. (2015). Transport Accessibility Analysis Using GIS: Assessing Sustainable Transport in London. *ISPRS International Journal of GeoInformation*, 4(1), 124–149. <https://doi.org/10.3390/ijgi4010124> • Tarek, S., & Ibrahim Nasreldin, T. (2023). Towards applying smart mobility solutions in Egypt: An integrative framework and a case study application. *Ain Shams Engineering Journal*, 14(7), 101987. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101987>

VALORISATION DU TOURISME DANS LA WILAYA DE CONSTANTINE PAR APPLICATION DE LA GÉOMATIQUE ET LES CONCEPTS DU WEBMAPPING.

SADOUNI SALHEDDINE, SADOUNI OUISSAL, FENGHOUR ZOHRA AYATERAHMANE, RAHAM DJAMEL, MEGOUACHE LEILA, KAOUR IMANE, BARKAT RAHMA

salaheddinesadouni@umc.edu.dz

*Faculté des Sciences de la Terre de la Géographie et de l'Aménagement du Territoire
Laboratoire des Sciences du Territoire, Ressources naturelles et Environnement LASTERNE*

La wilaya de Constantine est l'une des régions algériennes les plus riches en histoire, en culture et en patrimoine naturel. Ainsi, le tourisme peut constituer l'une des principales sources de revenus pour cette wilaya. Néanmoins, il existe encore de nombreux défis à relever pour développer l'industrie du tourisme de manière durable et efficace. C'est à ce niveau que la Géomatique et les concepts de *Webmapping* peuvent intervenir pour valoriser le tourisme particulièrement sur un plan économique. En effet, la Géomatique est une discipline qui utilise des outils informatiques pour collecter, analyser, interpréter et représenter des données géographiques. Elle est largement utilisée dans de nombreuses disciplines et particulièrement pour le tourisme, afin de cartographier et visualiser les informations géographiques. Pour ce qui est du *Webmapping*, c'est une technique de visualisation des données géographiques en ligne, tout en permettant aux utilisateurs de naviguer à travers des cartes interactives et d'accéder à des informations géospatiales par le biais de différents dispositifs connectés.

Notre travail de recherche se focalise ainsi sur l'application de la géomatique combinée avec les concepts du *Webmapping*, au service des touristes et même des professionnels du tourisme, afin qu'ils puissent comprendre au mieux les caractéristiques de la région et fournir des informations précises et utiles aux visiteurs. En utilisant des systèmes d'information géographique (SIG), les experts peuvent cartographier les sites touristiques, les hébergements, les restaurants, les activités de loisirs et les transports dans la région. Les SIG permettent également d'analyser les flux de visiteurs, les préférences des touristes et les comportements de voyage, ce qui peut aider à prendre des décisions éclairées pour développer l'industrie touristique.

Pour ce faire, nous concentrons nos efforts sur l'élaboration d'une promotion économique du tourisme dans la wilaya de Constantine, par la conception et le développement d'un guide touristique électronique. Ce dernier s'appuie sur les concepts du *Webmapping* pour fournir des informations accessibles en ligne aux visiteurs potentiels de notre wilaya. Comme ressources nécessaires à notre travail de recherches nous établirons une plateforme intégrant une application web et une autre mobile ; accompagnées d'une carte interactive dans le but d'offrir une expérience utilisateur immersive. Selon le budget mentionné par le touriste, notre guide touristique électronique, élabore un itinéraire de visite idéal des sites touristiques les plus attractives d'un point de vue économique ; afin d'inciter le visiteur à dépenser davantage dans les activités commerciales présentes au voisinage du site touristique visité. Ce nouveau principe de planification des visites touristiques optimise l'exploration de la wilaya de Constantine en influençant le choix de voyageurs dans le but d'augmenter la fréquentation des sites touristiques à fort potentiel économique. Pour réussir la valorisation du tourisme dans la wilaya de Constantine, les professionnels du secteur doivent également prendre en compte les questions de durabilité et de préservation du patrimoine naturel et culturel. Ce qui nous amène dans le présent travail de recherche à intégrer la question des contraintes d'exploitation des technologies géospatiales lors de la conception de notre guide électronique. Car une meilleure exploitation de ces contraintes géospatiales améliore la gestion des impacts environnementaux et sociaux de l'industrie touristique, tels que la gestion des déchets, la protection de la faune et de la flore et la préservation des sites archéologiques. Par conséquent, l'utilisation des outils de géomatique et de *Webmapping*, facilite la tâche aux professionnels du secteur du tourisme à concevoir des solutions innovantes pour promouvoir le tourisme tout en préservant les ressources naturelles et culturelles de la région. En conclusion, l'utilisation de la géomatique et des concepts de *Webmapping* peut jouer un rôle crucial dans la valorisation du tourisme dans la wilaya de Constantine. Les technologies géospatiales permettent aux professionnels du tourisme de mieux comprendre la région, d'offrir des informations

précises aux visiteurs et de concevoir des solutions durables pour développer l'industrie touristique. En travaillant ensemble, les acteurs du tourisme peuvent promouvoir le développement économique, tout en préservant le patrimoine naturel et culturel de la wilaya de Constantine.

Mot clés : Valorisation du tourisme, wilaya de Constantine, Géomatique, Webmapping, technologies géospatiales, guide touristique électronique.

REFERENCES:

- Adhvaryu, B., & Kumar, S. (2021). Public transport accessibility mapping and its policy applications: A case study of Lucknow, India. *Case Studies on Transport Policy*, 9(4), 1503–1517. <https://doi.org/10.1016/j.cstp.2021.08.001> • Al-Aamri, A. K., Hornby, G., Zhang, L.-C., Al-Maniri, A. A., & Padmadas, S. S. (2021). Mapping road traffic crash hotspots using GIS-based methods: A case study of Muscat Governorate in the Sultanate of Oman. *Spatial Statistics*, 42(5), 100458. <https://doi.org/10.1016/j.spasta.2020.100458> • Angelidou, M. (2014). Smart city policies: A spatial approach. *Cities*, 41, S3-S11. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2014.06.007> • Benedek, J., Ciobanu, S. M., & Man, T. C. (2016). Hotspots and social background of urban traffic crashes: A case study in Cluj-Napoca (Romania). *Accident; Analysis and Prevention*, 87, 117–126. <https://doi.org/10.1016/j.aap.2015.11.026> • Bıyık, C., Abareshi, A., Paz, A., Ruiz, R. A., Battarra, R., Rogers, C. D. F., & Lizarraga, C. (2021). Smart Mobility Adoption: A Review of the Literature. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 7(2), 146. <https://doi.org/10.3390/joitmc7020146> • Ford, A., Barr, S., Dawson, R., & James, P. (2015). Transport Accessibility Analysis Using GIS: Assessing Sustainable Transport in London. *ISPRS International Journal of GeoInformation*, 4(1), 124–149. <https://doi.org/10.3390/ijgi4010124> • Tarek, S., & Ibrahim Nasreldin, T. (2023). Towards applying smart mobility solutions in Egypt: An integrative framework and a case study application. *Ain Shams Engineering Journal*, 14(7), 101987. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101987>