

RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université Abdelhamid ibn Badis
de Mostaganem



جامعة عبد الحميد بن باديس مستغانم
كلية علوم الطبيعة والحياة

Faculté des Sciences de la Nature et
de la Vie



DÉPARTEMENT D'AGRONOMIE MÈMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présentés par :

N° _____ /AGRO/2023

KADA Abdelmalek
BAGHDADI BENATTIA Rachid

En vue de l'obtention du diplôme de

Master professionnalisant

Spécialité : Technologies avancées pour l'agriculture de précision.

THÈME

Cartographie et caractérisation de l'indice topographique et de
végétation du plateau de Mostaganem

Devant le Jury :

Soutenu le 09/10/2023

Nom et prénom	Qualité	Grade	Structure de rattachement
MAHIOUT Djamel	Président	MCA	Université de Mostaganem
LARID Mohamed	Examineur	Prof.	Université de Mostaganem
FARAH Tahar	Encadrant	MAA	Université de Mostaganem

Année universitaire : 2022 - 2023

Table des matières

1	CHAPITRE 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE.....	3
1.1	NOTION DE TOPOGRAPHIE	3
1.1.1	Définition.....	3
1.2	DIFFÉRENTS TYPES D'INDICES TOPOGRAPHIQUES	3
1.2.1	Indices de Position Topographique (IPT).....	3
1.2.2	Indice d'humidité topographique.....	4
1.2.3	Autres indices topographiques.....	5
1.2.4	Indice de rugosité (IPM)	5
1.2.5	Indice de convexité (ICM).....	5
1.2.6	Applications de l'Indice Topographique (IT).....	6
1.3	INDICES DE VEGETATION	7
1.4	PRINCIPE DE CALCUL DES INDICES SPECTRAUX.....	7
1.4.1	Indices les plus utilisés sont cités comme suit :.....	7
1.5	INDICES DE VEGETATION APPLIQUÉS DANS L'AGRICULTURE.....	10
1.5.1	Indice de végétation pour l'agriculture numérique.....	10
1.5.2	Indice de Végétation par Différence Normalisée (NDVI).....	11
1.5.3	Indice de Végétation Chlorophylle Red-Edge (RECI)	13
1.5.4	Indice Modifié de Végétation Ajusté au Sol (MSAVI)	14
1.5.5	Indices de végétation disponibles via API.....	14
1.5.6	Indice de Végétation par Différence Normalisée verte (GNDVI).....	14
1.5.7	Indice de Teneur en Eau par Différence Normalisé (NDWI).....	15
1.5.8	Indice de Végétation Ajusté au Sol (SAVI).....	15
1.5.9	Indice de végétation ajusté au sol optimisé (OSAVI)	16
1.5.10	Indice de végétation résistante à l'atmosphère (ARVI)	16
1.5.11	Indice de Végétation Amélioré (EVI).....	17
1.5.12	Indice visible de résistance à l'atmosphère (VARI)	17
1.5.13	Indice de Surface Foliaire (LAI).....	18
1.5.14	Indice de Brûlure Normalisé (NBR)	18
1.5.15	Indice de pigmentation insensible à la structure (SIPI)	19
1.5.16	Indice de Chlorophylle Verte (GCI)	19
1.5.17	Indice de Neige par Différence Normalisée (NDSI).....	20
1.5.18	Pile d'indices ISTACK	20
1.5.19	Indices de végétation personnalisés	21
1.6	UNITES D'OCCUPATIONS ET COUVERTURES DES TERRES.....	21
1.6.1	Secteur de l'agriculture.....	22
1.6.2	Secteur des forêts	23
1.6.3	Zones urbaines	24
1.6.4	Secteur de l'eau.....	25
1.7	CONCLUSION SUR L'OCCUPATION DES TERRES DE MOSTAGANEM.....	27
1.8	OUTILS DE LA GEOMATIQUE	27
1.8.1	Systèmes d'Informations Géographiques (SIG).....	27
1.8.2	Définition.....	27
1.8.3	Types de représentation de l'information géographique	27
1.8.4	Fonctions d'un SIG	28
1.8.5	Apports des SIG.....	28
1.8.6	L'outil Systèmes de Positionnement ou Global Positioning System (GPS).....	29
1.8.7	Téledétection spatiale	31
1.8.8	Application des méthodes de la téledétection.....	35
1.8.9	Documents cartographiques.....	36
2	CHAPITRE II : MOYENS ET METHODES.....	39

2.1	APPLICATION DES MOYENS ET METHODES DES SIG	39
2.2	PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE	41
2.2.1	Localisation géographique de la wilaya de Mostaganem	43
2.2.2	Délimitation de la zone d'étude (plateau de Mostaganem)	45
2.3	RELIEF DE LA ZONE	47
2.4	RESSOURCES EN EAU	48
2.4.1	Eaux phréatiques dans la Wilaya Mostaganem	48
2.4.2	Exploitation des ressources en eau (eau potable)	49
2.4.3	Station d'épuration (STEP).....	49
2.5	GEOLOGIE DE LA ZONE	50
2.6	OCCUPATIONS ET COUVERTURES DU SOL.....	51
2.6.1	Milieu agricole.....	51
2.7	CONCLUSION	54
2.8	CLIMAT DE LA ZONE D'ETUDE	54
2.8.1	Données hydriques (précipitation).....	54
2.8.2	Données thermiques (température).....	58
2.8.3	Autres indices climatiques	61
2.8.4	Types de climat.....	63
2.9	CONCLUSION	63
2.10	MILIEU SOCIO-ECONOMIQUE	64
2.10.1	Population	64
2.10.2	Voies de communications	66
2.10.3	Conclusion	66
2.11	APPLICATION DES MOYENS ET METHODES DE LA TELEDETECTION.....	67
2.11.1	Données images satellitaires	68
2.11.2	Méthodes de traitement des images satellites	69
2.11.3	Application de la méthode de classification automatique.....	77
3	CHAPITRE III : RESULTATS ET DISCUSSIONS.....	80
3.1	ANALYSE DES RESULTATS TOPOGRAPHIQUES	80
3.1.1	Situation géographique et administrative de la zone d'étude	80
3.1.2	Géomorphologie	81
3.1.3	Conclusion sur les indices topographiques.....	93
3.2	ANALYSE DES RESULTATS THEMATIQUES.....	94
3.2.1	Occupation du sol de la zone d'étude	94
3.2.2	Indices de végétation	96
3.2.3	Evolution saisonnière de l'indice de végétation	104
4	CHAPITRE IV : CONCLUSION	107
4.1	SUGGESTIONS.....	108

Références bibliographiques

Annexes

Photos

Liste des figures

Fig. 1: Exmple d'image de l'indice d'humidité topographique (TWI) (source : inventaire éco forestier du Québec méridional, 2021)	4
Fig. 2: Exemple de l'indice SAVI calculé sur l'image Sentinel-2 (03/01/2018) sur les cultures irriguées par pivots en Arabie Saoudite. (EOS DATA ANALYTICS ,2023).....	16
Fig. 3: Histogramme de répartition générale des terres dans la wilaya de Mostaganem : Direction de la programmation et du suivi budgétaires : DPSB, 2021).	22
Fig. 4: Schéma de mise en relation des enjeux, acteurs et actions dans l'espace rural périurbain autour de Mostaganem (Belguesmia et al., 2019).	25
Fig. 5: Possibilités de valeur (0 à 255) par pixel.....	27
Fig. 6: Spectre ou Rayonnement Electromagnétique (REM) (d'après Moquet, 2003).....	31
Fig. 7: Illustration des interactions entre le sol et la végétation, intégrées au niveau.....	33
Fig. 8: Variations de la signature spectrale en fonction de l'état physiologique de la végétation (UVED, 2008).....	34
Fig. 9: Schéma de synthèse et d'analyse topographique utilisé dans le traitement du MNT	40
Fig. 10: Carte de localisation géographique de la zone d'étude	43
Fig. 11: Délimitation des entités géographique de la Wilaya de Mostaganem (d'après Caid et al., 2019).....	44
Fig. 12: Image satellitaire (Bing-2023) prise sur le relief de la zone d'étude (carte du plateau de Mostaganem)	46
Fig. 13: Histogramme de répartition des terres agricoles de la wilaya de Mostaganem (Direction de la programmation et du suivi budgétaire (DPSB, 2021).....	52
Fig. 14: Répartition de la production agricole (qx) dans la wilaya de Mostaganem (ANIREF, 2018).	53
Fig. 15: Carte de répartition de la population par communes de Mostaganem (ANIREF, 2018)	65
Fig. 16: Image multispectrale en vraie couleur.....	70
Fig. 17: Image multi spectrale découpée selon l'emprise de la zone d'étude	71
Fig. 18: Image multi spectrale (2023) segmentée et convertie en polygones thématique	72
Fig. 19: Photos prises sur les classes CLC des territoires agricoles de la zone d'étude (clichés Kada & Benatia, 2023).....	73
Fig. 20: Photos prises sur les classes CLC des territoires artificialisés, agricoles et forestiers de la zone d'étude (clichés Kada & Benatia, 2023).....	74
Fig. 21: Photos prises sur les classes CLC des zones humides, roches nues et surfaces en eau de la zone d'étude (clichés Kada & Benatia, 2023).....	74
Fig. 22: Carte de localisation de la zone d'étude : Conception : (Farah©2023)	80
Fig. 23: Modèle Numérique de Terrain (MNT-30m). Conception : (Farah©2023)	82
Fig. 24: Carte hypsométrique de la zone d'étude. Conception : (Farah©2023)	83
Fig. 25 : Carte hypsométrique de la zone d'étude. Conception : Farah©2023	83
Fig. 25: Carte des pentes de la zone d'étude. Conception : (Farah©2023)	85
Fig. 26: Carte d'expositions du terrain de la zone d'étude. Conception : (Farah©2023).	87
Fig. 27: Carte du réseau hydrographique de la zone d'étude. Conception : (Farah©2023)	89
Fig. 28: Carte des voies d'accès à la zone d'étude. Conception : (Farah©2023)	91
Fig. 29: Carte géologique de la zone d'étude. Conception : (Farah©2023)	92
Fig. 30: Carte de l'Inventaire Forestier National. Conception : (Farah©2023)	95
Fig. 31: Carte de l'indice de végétation (NDVI) à la date du 01/02/2023. Conception : (Farah©2023).....	97
Fig. 34 : Carte de l'indice de végétation (NDVI) à la date du 23/03/2023. Conception : Farah©2023	99
Fig. 33: Carte de l'indice de végétation (NDVI) à la date du 11/06/2023. Conception : (Farah©2023).....	101
Fig. 34: Carte de l'indice de végétation (NDVI) à la date du 30/08/2023. Conception :	

(Farah©2023).....	103
Fig. 35: Histogramme de variation saisonnière (01/02/2023 au 30/08/2023) des surfaces végétales dans le plateau de Mostaganem	105
Fig. 38: Photos prises sur le terrain (juin 2023) (clichés Kada & Benatia, 2023)	144

Liste des tableaux

Tab. 1: Formules des indices spectraux définis à partir de données de télédétection (D'après Caloz et Puech, 1996; Gilbert et al, 2002) et (Girard et Girard, 1999).	13
Tab. 2: Répartition des terres agricoles durant les campagnes (2019/2020 et 2020/2021 (DPSB, 2021)).....	23
Tab. 3: Répartition des bassins hydrographiques et bassins versants en Algérie (Bousmaha et al., 2020).....	26
Tab. 4: Exemples de cartes thématiques et leurs échelles correspondantes (file:///C:/Users/utilisateur/Downloads/Cours_de_Topographie%20(4)%20(1).pdf).....	36
Tab. 5 : Surfaces et pourcentages des classes des pentes de terrain (d'après Megherbi, 2015)	47
Tab. 6: Surfaces et pourcentages des classes lithologiques dans le plateau de Mostaganem (d'après Ouabel, 2012)	50
Tab. 7: Répartition des EAI et EAC de la wilaya de Mostaganem (DPSB, 2021).....	52
Tab. 8: Moyenne des précipitations mensuelles (1990-2020) au niveau des deux stations.....	55
Tab. 9: Précipitations moyennes saisonnières.....	55
Tab. 10: Humidité relative moyenne des deux stations (exprimé en %).	56
Tab. 11: Humidité spécifique moyenne au niveau des deux stations en % (d'après Derbal et Khedimi, 2022).....	57
Tab. 12: Températures mensuelles maximales de la période (1990-2020) au niveau des deux stations.	58
Tab. 13: Températures mensuelles minimales de la période (1990-2020) au niveau des deux stations.	59
Tab. 14: Températures moyennes (exprimé par °C) ; au niveau des deux stations	59
Tab. 15: Ecart thermique (M-m).	59
Tab. 16: Liste des images satellitaires utilisées.	68
Tab. 17: Classes CLC d'occupation et couverture du sol.....	74
Tab. 18: Pourcentage et surfaces des classes d'altitudes de la zone d'étude.....	84
Tab. 19: Surfaces et pourcentage des classes de pentes de la zone d'étude	86
Tab. 20: Surfaces et pourcentages des classes d'expositions du terrain de la zone d'étude.....	88
Tab. 21: Longueur et pourcentage du réseau hydrographique de la zone d'étude.....	89
Tab. 22: Surfaces et pourcentages des formations géologiques de la zone d'étude	93
Tab. 23: Surfaces et pourcentages des types d'occupation du plateau de Mostaganem (d'après BNEDER, 2008).	95
Tab. 24: Surfaces et pourcentages des classes de l'indice de végétation (NDVI) à la date du 01/02/2023.	98
Tab. 25: Surfaces et pourcentages des classes de l'indice de végétation (NDVI) à la date du 23/03/2023.	100
Tab. 26: Surfaces et pourcentages des classes de l'indice de végétation (NDVI) à la date du 11/06/2023.	102
Tab. 27: Surfaces et pourcentages des classes de l'indice de végétation (NDVI) à la date du 30/08/2023.	104
Tab. 28: Surfaces et pourcentages des classes de l'indice de végétation (NDVI) du 01/02/2023 au 30/08/2023	104
Tab. 29: Résultats de validation de la post-classification (2023).	122
Tab. 30: Données Mensuelles des températures maximales enregistrées sur une série de 30ans de (1990-2020).	128
Tab. 31: Données Mensuelles des températures minimales enregistrées sur une série de 30ans de (1990-2020).	129
Tab. 32: Données Mensuelles des pluies enregistrées sur une série de 30 ans de (1990-2020).	130
Tab. 33: Données Mensuelles de l'humidité relative de l'air enregistrées sur une série de 30 ans de (1990-2020).	132

Tab. 34: Données Mensuelles de l'humidité spécifique de l'air enregistrées sur une série de 30 ans de (1990-2020).....	133
Tab. 35: Données Mensuelles de pression du vent enregistrées sur une série de 30 ans de (1990-2020).....	134
Tab. 36: Données Mensuelles de direction du vent enregistrées sur une série de 30 ans de (1990-2020).....	135
Tab. 37: Données Mensuelles des températures maximales enregistrées sur une série de 30 ans de (1990-2020).....	136
Tab. 38: Données Mensuelles des températures minimales enregistrées sur une série de 30 ans de (1990-2020).....	137
Tab. 39: Données Mensuelles des pluies enregistrées sur une série de 30 ans de (1990-2020).....	138
Tab. 40: Données Mensuelles de l'humidité relative de l'air enregistrées sur une série de 30 ans de (1990-2020).....	139
Tab. 41: Données Mensuelles de l'humidité spécifique de l'air enregistrées sur une série de 30 ans de (1990-2020).....	140
Tab. 42: Données Mensuelles de pression du vent enregistrées sur une série de 30 ans de (1990-2020).....	140
Tab. 43: Données Mensuelles de direction du vent enregistrées sur une série de 30 ans de (1990-2020).....	141

Liste des abréviations

GPS : Système de positionnement global (Global Positioning System)

IPT : Indice de position topographique

SAGA : Système d'analyse géo scientifique automatisé

SIG : Système d'Information Géométrique

MNT : Modèle numérique de terrain

IT : Indice topographique

BV : Bassin versant

DEM : Digital Elevation Model

TWI : Topographic Wetness Index

IPM : Indice de rugosité

IPV : Indice de variance du relief

ICM : Indice de concavité

ITT : Indice de torture topographique

MNE : Modèle Numérique d'Élévation

DIFF : Différence par rapport à l'élévation moyenne

NDVI : Normalized Difference Vegetation Index

PVI : Indice de végétation perpendiculaire

SAVI : Soil Adjusted Vegetation Index

CWSI : Crop Water Stress Index

LAI : Leaf Area Index

NDRE : Normalized Difference Red Edge Index

PCD : Plan Cell Density

TCARI : Indice d'absorption réflectance de la chlorophylle

EVI : Indice de végétation amélioré

SIPI : Indice de pigmentation insensible à la structure

GCI : Indice de chlorophylle verte

RECI : Indice de végétation chlorophylle Red-Edge

MSAVI : Indice modifié de végétation ajusté au sol

API : Indice de végétation disponible via

GNDVI : Indice de végétation par différence normalisée verte

NDWI : Indice de teneur en eau par différence normalisée

NDSI : Indice de neige par différence normalisée

VARI : Indice visible de résistance à l'atmosphère

NBR : Indice de brûlure normalisé

ISTACK : Pile d'indice

OSAVI : Indice de végétation ajusté au sol

MODIS: *Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer*

PIR: Proche infrarouge

EOSDA: *Earth observing system data analytics*

INCT : Institut national de cartographie et de télédétection

STRM: *Shuttle Radar Topography Mission*

IFN: Inventaire forestier national

DSM: *Open Street Map*

CLC : Couverture terrestre de Corine (Corine Land Cover)

WGS84: *World Geodetic System 1984*

UTM: *Universal Transverse Mercator*

MAO: Mostaganem-Arzew-Oran.

STEP: Station d'épuration

BRGM : Bureau de recherches géologiques et minières

EAI : Exploitation agricole individuelle **EAC** : Exploitation agricole collective

DSA : Direction des services agricoles

PSB : Direction des programmations et des suivis budgétaires

SAU : Superficie agricole utile

MSI : *Multi spectrale imageur*

***NDBI**: Normalize Difference Built Index*

MIR: Moyen infrarouge

R : Rouge

PPP : Pixel/point par pouce

***DPI** : dots per inch*

NC : Niveau de certitude

Nréf : Note de référence

UVED : Université Virtuelle Environnement et Développement Durable

Résumé

Le plateau de Mostaganem (zone d'étude) se caractérise par une concentration urbaine et diverses activités économiques à savoir l'agriculture, l'industrie, la pêche et le tourisme vert et balnéaire. L'application des outils d'investigations (SIG et télédétection) sur le territoire du plateau nous permet de numériser les milieux physiques (indices topographiques), biotiques (végétales) et environnementaux. Les méthodes SIG et télédétections appliquées à l'aide du logiciel ArcGis 10.8 consiste à géo référencer les documents cartographiques (1989), analyser l'inventaire écologique (IFN, 2008) et traiter les documents optiques (2023) (images Sentinel-2, Bing Microsoft et Google earth) et radar (MNT). L'analyse de l'indice de végétation *NDVI* montre qu'entre le 01/02/2023 et 30/08/2023 il y'a une flexibilité de surface de la biomasse végétale (agriculture + forêts) , une augmentation à cause de la reprise de la croissance végétale, une chute à cause du dessèchement (perte du chlorophylle) naturel des cultures vivrières et les céréalicultures et une ré augmentation à cause de la reprise saisonnière des pratiques des cultures maraichères.

Mots clés : plateau de Mostaganem, système d'information géographique SIG, télédétection, indices topographiques, documents cartographiques, indices de végétation.

Abstract

The Mostaganem plateau (study area) is characterized by an urban concentration and a variety of economic activities, including agriculture, industry, fishing and green and seaside tourism.

The application of investigative tools (GIS and remote sensing) to the plateau territory enables us to digitize the physical (topographical indices), biotic (vegetation) and environmental environments. The GIS and remote sensing methods applied using ArcGis 10.8 software consist in georeferencing cartographic documents (1989), analyzing the ecological inventory (IFN, 2008) and processing optical documents (2023) (Sentinel-2, Bing Microsoft and Google earth images) and radar (MNT). The analysis of the NDVI vegetation index shows that between 01/02/2023 and 30/08/2023 there is a flexibility of the vegetation biomass surface (agriculture + forests), an increase due to the resumption of vegetation growth, a fall due to the natural desiccation (loss of chlorophyll) of food crops and cereal crops and a reaugmentation due to the seasonal resumption of market gardening practices.

Keywords: Mostaganem plateau, GIS geographic information system, remote sensing, topographic indices, cartographic documents, vegetation index

الملخص

تتميز هضبة مستغانم (منطقة الدراسة) بالتمركز الحضري والأنشطة الاقتصادية المتنوعة أبرزها الزراعة والصناعة وصيد الأسماك والسياحة الخضراء والبحرية .

يُتيح لنا تطبيق أدوات التحقيق (نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد) على أراضي الهضبة برقمنة البيانات الفيزيائية (اي المؤشرات الطبوغرافية) والحيوية (النباتية) والبيئية. يستخدم برنامج ارك جيس 10.8 لتطبيق طرق نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد ليكون الاسناد الجغرافي للوثائق لرسم الخرائط(1989), تحليل المخزون الضوئي(2008, إفن) ومعالجة الوثائق البصرية(2023)(صور سنتينيل-2، وبنج، ومايكروسوفت، وجوجل إيرث) والرادار(إم إن تي). تحليل مؤشر الغطاء النباتي(ن د ف إ) يظهر في الفترة ما بين 2023/02/01 و 2023/08/30 أنه هناك مرونة على سطح الكتلة الحيوية النباتية (زراعة + غابات)، تزيد بسبب استئناف نمو النبات، وتنخفض بسبب الجفاف الطبيعي (فقد الكلوروفيل) للمحاصيل الغذائية ومحاصيل الحبوب وتعود الزيادة بسبب الاستئناف الموسمي لممارسات للمحاصيل الخضروات.

الكلمات المفتاحية: هضبة مستغانم، نظام المعلومات الجغرافية، الاستشعار عن بعد، المؤشرات الطبوغرافية، الوثائق الخرائطية، مؤشرات الغطاء النباتي.

Remerciements

Avant tous nous remercions Dieu le tout puissant, de nous avoir donné courage et patience afin de réaliser ce modeste travail.

Puis nos remerciements vont d'abord à notre vivement encadrant Monsieur **FARAH Tahar** qui nous cesse aider, encourager et témoigner avec une grande disponibilité.

Nous tenons également à remercier:

Monsieur **MAHIOUT Djamel** de nous avoir fait l'honneur de présider le jury; Monsieur **LARID Mohamed** qui a accepté d'examiner notre travail ;

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les cadres ainsi que le personnel de :

- a. Prof. **Tarmo Soomere** coordinateur de projet CUPAGIS 'New curricula in Precision Agriculture using GIS technologies and sensing data . Et son staff.
- b. Prof. **BENOUDNINE Hadjira** responsable de projet CUPAGIS à l'université de Mostaganem et son staff.
- c. Conservation des forêts de la wilaya de Mostaganem,
- d. Direction des services agricoles de Mostaganem,
- e. Direction de la programmation et du suivi budgétaire en particulier Monsieur **BENTAIB Djatal**.
- f. Direction de l'urbanisme, de l'architecture et de la construction en particulier Mme **GRAINE Leila**,
- g. Bureau de l'Urbor en particulier **SAÏD Habib**,
- h. Direction de l'hydraulique en particulier **LATROUCHE Abdelkader**.
- i. Direction de l'environnement en particulier Mme **KASSOUS Fadila**.

En fin, nos vifs remerciements et notre profonde reconnaissance à tous ce qui ont bien voulu nous aider dans ce modeste travail.

Dédicaces

Nous dédions ce modeste travail

- a. A toutes nos familles,
- b. A tous les professeurs,
- c. A tous nos amis.
- d. A tous ceux qui nous ont apporté de l'aide de près ou de loin

BAGHDADI BENATTIA Rachid

KADA Abdelmalek

Introduction

Le plateau de Mostaganem est bien individualisé sur le plan géographique. Il s'étend sur 750 km², son altitude moyenne est de 200 m environ et les points les plus bas sont à 110 m. De point de vue structural, il est formé d'une suite d'anticlinaux et synclinaux parallèles à la côte, orienté selon une direction principale SW/NE. La structure la plus favorable, qui constitue les réserves en eau, se trouve au point bas des synclinaux qui correspondent à des dépressions – les anticlinaux, quand eux, correspondent à des collines ou bien des djebels qui favorisent l'alimentation en eau des synclinaux.

Le plateau de Mostaganem comme toute la partie occidentale du pays a vécu une période de sécheresse de plusieurs années malgré cette zone a connu une forte densité de population avec un accroissement de population et avec un développement de l'agriculture et de l'industrie. Face à cette situation et dans l'objectif d'élaborer un document de synthèse et composé par une série de cartes thématiques, toutes réalisées à l'aide d'un logiciel ArcGIS.

L'indice de végétation (*NDVI*) est un faible indicateur sur le stress hydrique vu que l'activité chlorophyllienne continue au début de ce stress alors que la température de surface croit rapidement. De ce fait il est mieux de combiner des mesures prises dans des différents domaines de longueurs d'onde afin d'avoir plus d'informations sur les caractéristiques de surface.

Les approches de classification ont été développées pour la cartographie de l'occupation du sol. Certaines méthodes se basent sur la comparaison des niveaux de gris, d'autres se basent sur la comparaison des signatures spectrales. Le caractère supervisé de ces méthodes de classification nous impose de donner des ensembles de points représentatifs pour chaque classe, choisis en utilisant des connaissances thématiques et géographiques.

Nous avons établi des classes selon le type d'occupation du sol. Les classes sont les suivantes

- ✓ Territoires artificialisés,
- ✓ Territoires agricoles,
- ✓ Forêts et milieux semi naturels,
- ✓ Zones humides
- ✓ Surfaces en eau.

Pour une agriculture de précision, il sera plus avantageux donc d'opter une technologie avancée pour les terres cultivées basées sur une connaissance profonde, un suivi régulier et une surveillance à l'aide des outils de la géomatique (SIG et Télédétection).

Les méthodes SIG appliquées sur les documents cartographiques ont permis de délimiter la zone

d'étude et d'élaborer une carte de localisation géographique et administrative de la zone d'intérêt.

Les méthodes de traitement du Modèle Numérique de Terrain (MNT) ont permis de reconstituer la configuration en 3D du terrain et générer les indices topographiques (altitudes, pentes, expositions et l'hydrogéologie).

Les méthodes de traitements des données télé détectées (classification et calcul des indices spectraux) entre 01/02/2023 et 30/08/2023 (7 mois) par le satellite Européen Sentinelle 2 ont permis de réaliser pour la zone d'étude une carte de répartition spatiotemporelle de la végétation permanente et saisonnière.

Pour mener à bien ce travail, nous avons adopté la démarche suivante :

Dans la première partie ; trois chapitres qui résument un rappel bibliographique, à savoir :

- a. Chapitre 01 ; Aperçu sur les notions d'indices topographiques,
- b. Chapitre 02 ; Aperçu sur les notions d'indices de végétation,
- c. Chapitre 03 : Aperçu sur les outils d'investigations de la géomatique (SIG, GPS, télédétection et documents cartographiques).

Dans la deuxième partie ; nous avons énuméré les moyens et méthodes utilisées dans notre étude.

Dans la troisième partie ; nous avons cité et discuter les résultats obtenus et à la fin avons clôturé notre travail par une conclusion sur le circuit et le parcours de l'étude et avons présenté des suggestions jugées utiles à l'exploitation et la valorisation des terres du plateau de Mostaganem.

1 Chapitre 1 : Synthèse bibliographique

1.1 Notion de topographie

1.1.1 Définition

La topographie (du grec graphien = dessiner) est l'art de représenter graphiquement un lieu sous forme de plans ou de cartes. La topographie a pour objet la description et la représentation locale des formes de la surface de la Terre. Le topographe procède à des levés, soit en mesurant directement sur le terrain (mesures d'angles, distances, surfaces) à l'aide d'un GPS, soit en exploitant les propriétés métriques d'images aériennes stéréoscopiques du sol (photogrammétrie) de (Elkechebour, 2015).

1.1.1.1 Indices topographiques

L'indice topographique ou *Topographical index* (TI) en anglais prend en compte les données du Bassin Versant (BV) et de la pente. La formule est écrite comme suit :

$$TI = \ln (CA/\tan G)$$

Avec CA et G sont respectivement le bassin versant et le gradient de pente.

L'TI est une mesure de l'étendue de l'accumulation de flux en un point donné de la surface topographique. À mesure que le BV augmente et que le gradient de pente diminue, l'TI augmente. L'TI peut être dérivé d'un Modèle Numérique de Terrain (MNT) ou *Digital Elevation Model* (DEM) en anglais par l'application séquentielle de méthodes pour les caractéristiques morphométriques locales et non locales, suivie d'une combinaison arithmétique des résultats de ces calculs (Beven & Kirkby, 1979 & Florinsky, 2017).

1.2 Différents types d'indices topographiques

1.2.1 Indices de Position Topographique (IPT)

L'IPT est un algorithme de plus en plus utilisé pour mesurer la position des pentes topographiques et pour automatiser les classifications des formes de terrain (Jeroen *et al.*, 2013).

L'IPT mesure la position topographique relative du point central en tant que différence entre l'altitude de ce point et l'altitude moyenne dans un voisinage prédéterminé. L'IPT permet de classer les paysages en fonction de la position des pentes.

L'IPT évalue la position de chaque pixel par rapport aux pixels voisins. La valeur de l'IPT est ainsi révélatrice de la position (verticale) de chaque cellule par rapport aux cellules voisines (dans un voisinage prédéfini). Par exemple, une valeur positive forte d'un pixel signifie que celui-ci présente une situation plus élevée (en moyenne) que ses voisins ; il se trouve donc sur un « point haut ». Cet indice est calculé dans SAGA GIS à partir du MNT. Le voisinage à l'intérieur duquel se fait l'analyse est déterminé par un cercle dont le rayon est paramétré par l'utilisateur (Gaussen, 2017).

1.2.2 Indice d'humidité topographique

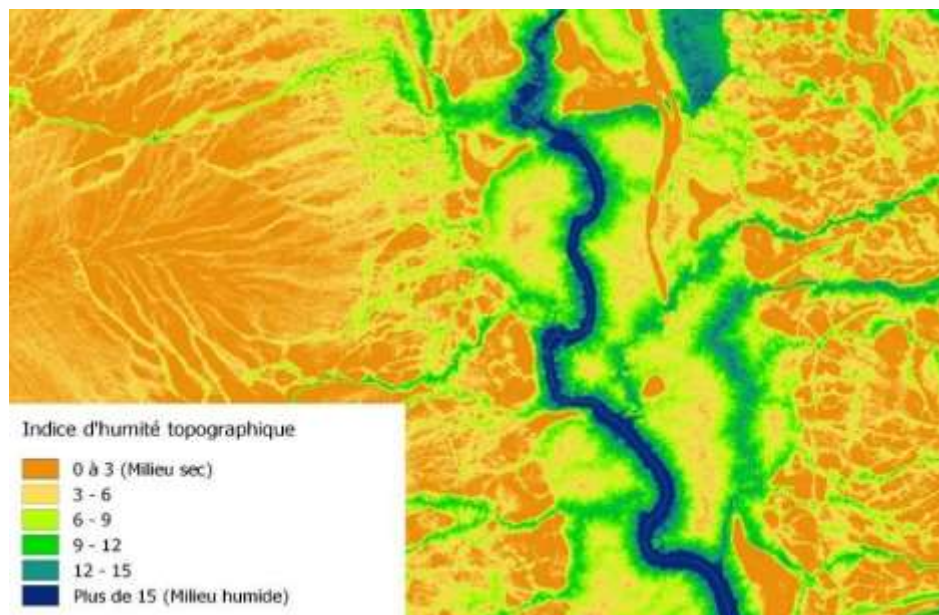


Fig. 1: Exemple d'image de l'indice d'humidité topographique (TWI) (source : inventaire éco forestier du Québec méridional, 2021)

L'indice d'humidité topographique, ou *Topographic Wetness Index (TWI)* en anglais, est une donnée matricielle (raster) qui illustre l'effet de la topographie sur l'écoulement de l'eau. Chaque pixel stocke une valeur relative variant généralement de 0 à 18, qui exprime le potentiel d'accumulation d'eau à ce point donné. Cet outil d'aide à la décision permet de localiser les zones où les enjeux de drainage, qui sont souvent à l'origine de ce qui est communément appelé « fonds mous » ou zones à capacité portante faible, sont les plus probables comme le montre la Fig. 1 suivante :

Les indices topographiques liés aux reliefs des fonds ont pu être extraits de la bathymétrie sur les récifs.

1.2.3 Autres indices topographiques

Trois indices topographiques, indice de rugosité (*IPM*), indice de variance du relief (*IPV*) et l'indice de concavité (*ICM*) sont utilisés dans le calcul de l'Indice Tortues Topographique (**ITT**).

1.2.4 Indice de rugosité (IPM)

Il est calculé à partir du MNT bathymétrique en deux étapes suivantes :

- a. Estimation de la pente dans le voisinage immédiat de chaque pixel (dans un carré de 3x3 pixels de côté centré sur le pixel),
- b. Calcul de la pente médiane au centre d'une surface carrée de 21x21 pixels de côté.

Indice de variance du relief (IPV)

Il est déterminé par trois étapes suivantes :

- a. Estimation de la pente dans le voisinage immédiat de chaque pixel (dans un carré de 3x3 pixels de côté centré sur le pixel), comme pour l'IPM,
- b. Calcul de la variance de cette pente dans une matrice de 9x9 pixels
- c. Calcul de la pente médiane au centre d'une surface carrée de 21x21 pixels de côté.

1.2.5 Indice de convexité (ICM)

Il est déterminé par plusieurs étapes citées comme suit :

- a. Calcul de la convexité longitudinale (dans la direction de l'aspect, la plus forte pente). Elle permet d'appréhender localement la forme concave ou convexe du relief, autrement dit si le point se trouve sur "bosse" (convexe) ou dans un "trou" (concave) du fond,
- b. Calcul de la convexité médiane sur 9x9 px,
- c. Sélection des zones concaves, zones convexes souillées à 0,
- d. Calcul de la moyenne sur 21x21px.

La combinaison des trois principaux indices topographiques cités ci-dessus (IPM, IPV et ICM) permet de calculer un Indice Tortues Topographique (ITT) global et de produire la carte de synthèse. Le but de cet indice serait de proposer une

cartographie prédictive des habitats préférentiels des tortues marines basée sur la topographie du

fond (fortes pentes, relief, présence de cuvettes profondes) (Mouquet *et al.* 2021).

1.2.6 Applications de l'Indice Topographique (IT)

Au cours de la dernière décennie, les Systèmes d'Information Géographique (SIG) et les Modèles Numériques d'Élévation (MNE) ont été de plus en plus utilisés pour classer automatiquement les formes de relief (Burrough *et al.* 2000 ; Drăguț et Blaschke, 2006 ; Iwahashi et Pike, 2007 ; Hengl et Reuter, 2009).

Les différentes techniques intègrent une série de variables d'entrée topographiques et produisent un nombre variable de classes de formes de terrain (Irvin *et al.*, 1997 ; Giles, 1998 ; Miliareisis et Argialas, 1999 ; MacMillan *et al.*, 2000, 2004 ; Hengl et Rossiter, 2003 ; Bolongaro-Crevenna *et al.*, 2005 ; Prima *et al.*, 2006). Ces techniques ont été appliquées aux surfaces terrestres, aux fonds océaniques (Wright et Heyman, 2008 ; Zieger *et al.*, 2009) et aux planètes (Bue et Stepinski, 2006). Cependant, Drăguț et Blaschke (2006) affirment que les classifications géo morpho métriques des terrains se sont concentrés sur des régions homogènes (Schmidt et Dikau, 1999 ; Mac Millan *et al.* 2000) ou sur des caractéristiques spécifiques telles que les collines, les montagnes (Miliareisis et Argialas, 1999) et les unités de pente (Irvin *et al.* 2000) ce qui fait que les paysages hétérogènes sont moins étudiés.

En outre, Pike et al. (2009) ont fait remarquer qu'aucune carte dérivée d'un MNE n'est définitive, car les paramètres peuvent être différents d'une région à l'autre. Les paramètres peuvent être générés par différents algorithmes ou stratégies d'échantillonnage et peuvent varier en fonction de l'échelle spatiale.

A la suite de Guisan et al. (1999), Weiss (2001) a introduit une application SIG personnalisée pour la classification semi-automatique des formes de terrain.

Les SIG personnalisés pour la classification semi-automatique des formes de terrain ; l'indice de position topographique (IPT) ou la différence par rapport à l'élévation moyenne (DIFF), tel que défini par Gallant et Wilson (2000).

L'IPT mesure la position topographique relative du point central comme étant la différence entre l'élévation de ce point et l'élévation moyenne dans un voisinage d'un voisinage prédéterminé. L'IPT permet de classer les paysages en classes de position de pente. L'IPT n'est qu'une des nombreuses propriétés morpho métriques basées sur les zones voisines qui peuvent être utiles dans l'analyse topographique et des MNE (Gallant et Wilson, 2000).

1.3 Indices de végétation

L'indice de végétation peut être normalisé, brut ou intégré temporellement. Il existe plusieurs indices utilisables pour l'étude thématique de la végétation.

1.4 Principe de calcul des indices spectraux

Les calculs des indices s'appuient essentiellement sur les écarts de réflectance constatés dans les différentes bandes spectrales, ainsi que sur la variabilité des réflectances au sein d'une même bande spectrale, qui traduisent des surfaces de nature différente. Par conséquent on utilise principalement les différences des propriétés optiques de la végétation dans le rouge et le proche infrarouge. Les réflectances dans le proche infrarouge augmentent avec la présence de la végétation (forte réflexion par le parenchyme lacuneux), tandis que celles dans le rouge diminuent (pic d'absorption de la chlorophylle) (Abdelbaki, 2012).

1.4.1 Indices les plus utilisés sont cités comme suit :

- 2.1.1 Indice de végétation normalisé,
- 2.1.2 Indice d'activité végétale appelé aussi « indice de Tucker » en Anglo-Américain,
- 2.1.3 Indice de végétation brut,
- 2.1.4 Indice différentiel de végétation (Journal officiel du 22/09/2000).

1.4.1.1 Indices de végétation

Leur nom l'indique, les indices de végétation sont liés à l'étude du couvert végétal, qui constitue l'un des premiers axes de recherche dans le cadre de l'évaluation et de la gestion des ressources naturelles par l'application des techniques de

télédétection, qui étaient à l'époque des images satellites obtenues à partir du

lancement de la série LANDSAT. Ils sont liés à un ensemble d'opérations algébriques, qui sont effectuées sur les valeurs numériques des différents pixels, en utilisant deux ou plusieurs bandes appartenant au même point. Ils peuvent être définis comme le paramètre obtenu à la suite de la combinaison de deux ou plusieurs valeurs de réflectance à différentes longueurs d'onde, avec lequel une caractéristique spécifique de la culture peut être mise en évidence, comme l'estimation de la perte de constituants biochimiques de la chlorophylle ou de l'eau ou la détection de changements dans les pigments foliaires ou dans la fluorescence de la chlorophylle. Il est établi que l'indice idéal est sensible au couvert végétal, insensible à la luminosité et à la couleur du sol et peu affecté par les

perturbations atmosphériques, les facteurs environnementaux et les géométries d'éclairage et d'observation.

Les indices peuvent être classés en deux catégories : ceux basés sur la pente et ceux basés sur la distance. Les premiers sont ceux qui utilisent le rapport de la réflectance d'une bande à l'autre, correspondant généralement au rouge et au proche infrarouge, en raison du contraste élevé de la réflectance de la chlorophylle dans ces deux bandes. Dans les indices basés sur la distance, les valeurs de réflectance enregistrées par les capteurs sélectionnés sont obtenues à partir d'une réflectance moyenne de toutes les couvertures situées dans le même pixel.

Parmi ceux-ci, les plus représentatifs, c'est-à-dire les plus utilisés en agriculture de précision, sont présentés ci-dessous.

1.4.1.2 Indices basés sur les pentes

La végétation réfléchit la lumière dans la partie proche infrarouge (PIR) du spectre électromagnétique et absorbe la lumière dans la partie rouge. Le NDVI l'utilise pour créer une valeur unique qui reflète approximativement l'activité photosynthétique qui se produit au niveau du pixel. Il en résulte un nombre compris entre 1 et -1, où les pixels avec une activité lumineuse élevée ont un indice NDVI élevé ; cela correspond à la jeunesse de la biomasse et une quantité optimale de chlorophylle, où la réflectance en proche infrarouge (PIR) est maximale, et faible en rouge, et vice versa, à la fin du cycle végétatif où malgré l'augmentation de la biomasse, les pigments foncés ont tendance à absorber plus de PIR. (Taibaoui, 2022).

1.4.1.3 Indices basés sur la distance : Indice de Végétation Perpendiculaire (PVI)

Proposé par Richardson et Wiegand (1977) *Distinguishing vegetation from soil background* information supposent que la distance perpendiculaire est linéairement liée à la couverture végétale. Cela a pour conséquence de produire des iso lignes de végétation (couverture végétale d'égale densité) parallèles à la droite des sols, ce qui n'est pas très représentatif de la réalité. En effet, Huete (1988) a montré que les pentes des lignes de végétation croissent avec l'augmentation de la biomasse végétale.

1.4.1.4 Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI)

Le SAVI qui introduit un paramètre d'ajustement, noté L, qui caractérise le sol et son taux de recouvrement par la végétation. Huete a montré que les iso lignes de végétation ne sont pas

parallèles à la droite des sols, mais qu'elles coupent celle-ci en un point selon la densité du couvert végétal. Le paramètre L prend la valeur de 0,25 pour une forte densité et de 1 pour une très faible densité de végétation. Pour des densités intermédiaires, il est égal à 0,5 (Huete, 1988).

$$SAVI = ((NIR - R) / (NIR + R + L)) * (1 + L)$$

Avec L : facteur d'ajustement des sols

Il existe d'autres indices de végétation, également utilisés dans l'agriculture de précision, mais qui ne sont pas classés sur la base des critères décrits précédemment, parmi lesquels nous citons ceux qui suivent :

1.4.1.5 Crop Water Stress Index (CWSI)

il met en relation la différence des températures mesurées avec le couvert végétal, entendu comme la structure complexe formée par la distribution spatiale des feuilles formant la culture et l'air, avec la différence entre ces deux valeurs lorsque l'évapotranspiration n'est pas limitée par la disponibilité en eau (limite inférieure) et la différence lorsque l'évapotranspiration est nulle, en raison du manque de disponibilité en eau (limite supérieure) (By Innovatione AgroFood Design Posted avril 20, 2020),

1.4.1.6 Leaf Area Index (LAI)

est un indicateur de la biomasse et de la résistance des plantes. C'est l'expression numérique sans dimension résultant de la division de la surface foliaire d'une culture, exprimée en mètres carrés, et de la surface du sol sur lequel la culture est implantée, exprimée dans la même unité, c'est-à-dire la surface qu'elle occupe. Elle est basée sur le fait que les cultures efficaces ont tendance à investir la majeure partie de leur croissance précoce dans l'expansion de leur surface foliaire, car cela signifie une meilleure utilisation du rayonnement solaire. Elle est liée à l'échange de carbone, d'oxygène et d'eau avec l'atmosphère,

1.4.1.7 Normalized Difference Red Edge Index (NDRE)

Cet indice utilise la réflectance à 730 nm, c'est-à-dire qu'il incorpore la zone spectrale du bord rouge, remplaçant ainsi celle du rouge. Il indique les changements qui peuvent se produire dans la teneur en chlorophylle A et en azote de la plante, ainsi que le stress hydrique. Pour cette raison, il peut indiquer une variabilité par rapport aux besoins en engrais et en azote foliaire des plantes. Il est considéré comme un meilleur indicateur de la santé ou de la vigueur des cultures que le *NDVI* pour

les cultures,

1.4.1.8 Plant Cell Density (PCD)

Indicateur de la variabilité de la vigueur des cultures. Comme le *NDVI*, il indique la biomasse photo synthétiquement active. Elle est donc corrélée à la taille, à la santé et à l'absence de stress, qui sont à leur tour associés à l'état de vigueur de la plante. Le résultat est fourni par une mesure qualitative,

1.4.1.9 Indice d'absorption-réflectance de la chlorophylle / Indice de végétation ajusté au sol (TCARI/OSAVI)

L'indice *TCARI*, qui mesure la profondeur de l'absorption de la chlorophylle dans le rouge par rapport aux pics de réflectance maximale à la limite du vert et du rouge, est très sensible à la réflectivité du sol, c'est pourquoi il est complexe à interpréter dans les cas où l'indice de surface foliaire présente de faibles valeurs. C'est pourquoi il est combiné à l'indice *OSAVI*, qui utilise les bandes du rouge et du proche infrarouge pour réduire cette influence, améliorant ainsi la sensibilité aux variations associées au contenu en chlorophylle. Les données obtenues par la combinaison des deux indices servent d'indicateur des situations de stress nutritionnel et de chlorose dans les plantes (*Innovatione AgroFood*, 2020).

1.5 Indices de Végétation appliqués dans l'agriculture

L'indice de végétation est un paramètre important de l'analyse du développement des cultures. Parmi les nombreux avantages des indices de végétation en télédétection, la précision des données et le contrôle à distance sont les principaux moteurs de l'adoption de la technologie.

Les avancées des capteurs permettent aux satellites d'observation de la Terre de collecter constamment de nouvelles données pour alimenter les recherches et améliorer l'analyse existante en télédétection. En adoptant les dernières innovations en matière d'indices de végétation, les entreprises disposant déjà d'un logiciel basé sur cet indice, ainsi que celles qui envisagent de lancer de nouveaux produits, peuvent considérablement augmenter la demande pour leurs produits liés à l'agriculture.

1.5.1 Indice de végétation pour l'agriculture numérique

L'intégration d'analyses satellitaires peut augmenter la valeur actuelle des applications agricoles,

ainsi que résoudre certains problèmes actuels. En particulier, en incorporant des indices de végétation dans leurs produits, les fournisseurs de logiciels peuvent profiter des avantages suivants :

- a. Disponibilité d'analyses de haut niveau,
- b. Possibilité d'élargir leur service,
- c. Accès à différentes sources d'images en un seul endroit,
- d. Réduction des dépenses internes ;
- e. Valeur ajoutée de leurs produits.

Les nombreux avantages des indices de végétation en télédétection contribuent également à améliorer l'expérience du client. L'imagerie satellitaire par rapport aux autres données aériennes permet de :

- a. Réduire les coûts d'exploitation des drones, de traitement des données et d'interprétation,
- b. Couvrir plus grands territoires par rapport à l'imagerie aérienne,
- c. Réduire les dépenses d'inspection du champ, les observations supplémentaires effectuées par véhicule aérien sans pilote sont plus coûteuses que les visites satellites régulières,
- d. Obtenir des analyses de données dans un délai plus court dans un format préféré,
- e. Surveiller les champs malgré des rafales de vent.

1.5.2 Indice de Végétation par Différence Normalisée (*NDVI*)

L'indice le plus connu et le plus utilisé est l'indice de végétation par différence normalisé ou indice de Tucker (*NDVI* en anglais) (Rouse & Haas, 1973 Tucker, 1979). Son expression est la suivante :

$$NDVI = ((\text{Proche infrarouge (PIR)} - \text{Rouge (R)}) / ((\text{Proche infrarouge (PIR)} + \text{Rouge (R)}))$$

La normalisation par la somme des deux bandes permet de réduire les effets d'éclairement. Le *NDVI* conserve une valeur constante quel que soit l'éclairement global, contrairement à la simple différence qui est très sensible aux variations d'éclairement.

Les valeurs du *NDVI* sont comprises en théorie entre -1 et +1, les valeurs négatives correspondant aux surfaces autres que les couverts végétaux, comme la neige, l'eau ou les nuages, pour lesquelles la réflectance dans le rouge est supérieure à celle du proche infrarouge. Pour les sols nus, les réflectances étant à peu près du même ordre de grandeur dans le rouge et le proche infrarouge, le *NDVI* présente des valeurs proches de 0. Les formations végétales quant à elles, ont des valeurs de *NDVI* positives, généralement comprises entre 0,1 et 0,7 - les valeurs les plus élevées correspondant

aux couverts les plus denses.

Il existe d'autres indices tels que l'indice de végétation amélioré (EVI), l'indice de végétation ajusté au sol (SAVI), l'indice de végétation résistante à l'atmosphère (ARVI), l'indice de chlorophylle verte (GCL) ou l'indice de pigmentation insensible à la structure (SIPI), qui atténuent ces effets indésirables et offrent une meilleure précision dans l'évaluation de la végétation. De très nombreux indices de végétation ont été construits et utilisés depuis maintenant une quarantaine d'années (Bannari *et al.* 1995). Ils prennent la forme soit d'expressions très basiques (simple différence ou simple ratio), soit de formules beaucoup plus complexes. On a l'habitude de les classer en familles d'indices selon qu'ils prennent ou non en compte les facteurs externes aux couverts végétaux (Institut-Numérique, 2014) (Taibaoui B., 2022). Le tableau ci-dessous résume quelques-uns des indices de végétation les plus couramment utilisés :

Tab. 1: Formules des indices spectraux définis à partir de données de télédétection (D'après Caloz et Puech, 1996; Gilabert et al, 2002) et (Girard et Girard, 1999).

Les indices simples	
$DVI = \rho_{FIR} - \rho_R$	Bacour <i>et al.</i> (2006)
$RVI = \frac{\rho_{FIR}}{\rho_R}$	Krieger <i>et al.</i> (1969) ; Jordan (1969)
$NDVI = \frac{\rho_{FIR} - \rho_R}{\rho_{FIR} + \rho_R}$	Rouse and Haas (1973) ; Tucker (1979)
Les indices de stress hydrique	
$MSI = \frac{\rho_{MIR}}{\rho_{FIR}}$	Hunt and Rock (1989)
$NDWI = \frac{\rho_{FIR} - \rho_{MIR}}{\rho_{FIR} + \rho_{MIR}}$	Gao (1996)
Les indices prenant en compte l'influence des sols	
$PVI = \frac{1}{\sqrt{a^2 + 1}}(\rho_{FIR} - a\rho_R - b)$	Richardson and Wiegand (1977)
$SAVI = \frac{\rho_{FIR} - \rho_R}{\rho_{FIR} + \rho_R + L} (1 + L)$	Huete (1988)
$TSAVI = \frac{a(\rho_{FIR} - a\rho_R - b)}{\rho_R + \rho_{FIR} - ab + 0,08(1 + a^2)}$	Baret <i>et al.</i> (1989)
$MSAVI = \frac{\rho_{FIR} - \rho_R}{\rho_{FIR} + \rho_R + L} (1 + L)$	Qi <i>et al.</i> (1994)
Les indices prenant en compte les effets conjugués des sols et de l'atmosphère	
$ARVI = \frac{\rho_{FIR} - \rho_{vb}}{\rho_{FIR} + \rho_{vb}}$	Kaufman and Tanré (1992)
$GEMI = \eta(1 - 0,25\eta) - \frac{\rho_{rouge} - 0,25}{1 - \rho_{rouge}}$	Pinty et Verstraete (1992)
Les indices prenant en compte les effets conjugués des sols et de l'atmosphère	
$EVI = G \frac{\rho_{FIR} - \rho_R}{\rho_{FIR} + C_1\rho_R - C_2\rho_B + L}$	Huete <i>et al.</i> (1999)
Les indices prenant en compte les températures de surface	
$TDVI = \frac{T_S - T_{S(min)}}{a + b NDVI - T_{S(min)}}$	Sandholt <i>et al.</i> (2002)

1.5.3 Indice de Végétation Chlorophylle Red-Edge (RECI)

L'indice de végétation *RECI* réagit à la quantité de chlorophylle présente dans les feuilles, laquelle est influencée par la disponibilité en azote. L'indice de végétation *RECI* permet ainsi de mesurer l'activité photosynthétique de la végétation. La formule s'écrit comme suit :

$$RECI = (PIR / R) - 1$$

Avec ; PIR : Proche infrarouge, R : Rouge

Les valeurs de l'indice *RECI* sont les plus utiles lors de la phase de développement végétatif actif,

mais ne conviennent pas à la saison de récolte (Eos data analytics, 2023).

1.5.4 Indice Modifié de Végétation Ajusté au Sol (MSAVI)

L'indice de végétation *MSAVI* est spécifiquement conçu pour atténuer les effets du sol sur les résultats de surveillance des cultures reçus par *EOSDA Crop Monitoring* (La plateforme tout-en-un intègre plusieurs types de données pour le champ et vous permettant de :surveiller les performances des cultures tout au long de l'année ;développer des stratégies de vente adaptées aux besoins réels des agriculteurs ;étudier les tendances historiques de la productivité des cultures pour des champs spécifiques ;et beaucoup d'autres). Ainsi, cet indice est utilisé lorsque l'indice de végétation *NDVI* ne peut pas fournir des valeurs précises, en particulier dans les situations où il y a une forte proportion de sol nu, une végétation clairsemée ou une faible concentration de chlorophylle dans les plantes. L'indice *MSAVI* présente une utilité précieuse dès le début de la saison de production agricole, lorsque les semis commencent à prendre racine (Eos data analytics, 2023).

1.5.5 Indices de végétation disponibles via API

L'accès aux indices de végétation via l'API n'est pas limité aux quatre indices de végétation par défauts disponibles sur *EOSDA Crop Monitoring*. En fait, il comprend un ensemble complet d'indices tels que :Indice de Végétation par Différence Normalisée verte (*GNDVI*), indice de teneur en eau par différence normalisée(*NDWI*), indice de végétation amélioré (*EVI*), indice de pigmentation insensible à la structure(*SIPI*), indice de chlorophylle verte(*GCI*), indice de neige par différence normalisée(*NDSI*), indice visible de résistance à l'atmosphère (*VARI*), indice de surface foliaire (*LAI*), indice de brûlure normalisé(*NBR*), : pile d'indice(*ISTACK*), indice de végétation ajusté au sol (*SAVI*), indice de végétation ajusté au sol(*OSAVI*), indice de végétation résistante à l'atmosphère(*ARVI*) ainsi que tout autre indice de végétation personnalisé (Eos data analytics, 2023).

1.5.6 Indice de Végétation par Différence Normalisée verte (*GNDVI*)

L'indice de végétation *GNDVI* est une adaptation du *NDVI* qui utilise également le proche infrarouge, mais il remplace la bande verte visible par la bande rouge visible (540 à 570 nm). La formule s'écrit comme suit :

$$GNDVI = (PIR - R) / (PIR + R)$$

Avec ; PIR : Proche infrarouge, R : Rouge

L'indice de végétation *GNDVI* mesure la teneur en chlorophylle avec une précision supérieure par rapport au *NDVI*. L'indice *GNDVI* est utilisé pour détecter les cultures flétries ou vieillissantes, pour mesurer la teneur en azote des feuilles lorsque l'on ne dispose pas d'une bande rouge extrême, pour surveiller la végétation avec des couverts denses ou à des stades de maturité avancés (*Eos data analytics*, 2023).

1.5.7 Indice de Teneur en Eau par Différence Normalisé (*NDWI*)

L'indice de végétation *NDWI* a été développé initialement avec le but de délimiter les masses d'eau libres et d'évaluer leur turbidité en réduisant la réflectance provenant du sol et de la végétation terrestre. L'indice de végétation *NDWI* est calculé en utilisant une combinaison de bandes proche infrarouge et visible. La formule s'écrit comme suit :

$$NDWI = (V - PIR) / (V + PIR)$$

Avec ; PIR : Proche infrarouge, V : Vert

L'indice de végétation *NDWI* est utilisé pour la détection des terres agricoles inondées ; répartition des inondations sur le champ ; détection des terres agricoles irriguées ; répartition des zones humides (*Eos data analytics*, 2023).

1.5.8 Indice de Végétation Ajusté au Sol (*SAVI*)

L'indice de végétation *SAVI* a été développé pour réduire l'impact de la luminosité du sol. Son créateur, Huete (1988) a introduit un facteur d'ajustement du sol (L) dans l'équation de l'indice *NDVI* afin de corriger les effets indésirables dus au bruit du sol (couleur du sol, humidité du sol, variabilité du sol entre les régions, ...etc.) qui peuvent affecter les résultats. La formule s'écrit comme suit :

$$SAVI = ((PIR - R) / (PIR + R + L)) * (1 + L)$$

Avec ; PIR : Proche infrarouge, R : Rouge, L : coefficient

La valeur L varie de -1 à +1 en fonction de la densité de végétation verte dans la zone étudiée. Dans les zones avec une végétation verte dense, L = 0, ce qui signifie que le *SAVI* est équivalent au *NDVI*. En revanche, dans les zones à faible densité de végétation verte, L = 1. L'indice de

végétation *SAVI* est un outil précieux pour l'analyse des cultures jeunes et des régions arides avec une végétation clairsemée et des surfaces de sol exposées comme le montre la Fig. 02 suivante :



Fig. 2: Exemple de l'indice *SAVI* calculé sur l'image Sentinel-2 (03/01/2018) sur les cultures irriguées par pivots en Arabie Saoudite. (EOS DATA ANALYTICS ,2023).

1.5.9 Indice de végétation ajusté au sol optimisé (*OSAVI*)

L'indice de végétation *OSAVI* est une variation de l'indice *SAVI* qui utilise également la réflectance dans les bandes du proche infrarouge et du rouge. La différence entre ces deux indices réside dans le fait que l'indice de végétation *OSAVI* intègre une valeur standard du facteur d'ajustement du fond de canopée (0,16). La formule s'écrit comme suit :

$$OSAVI = (PIR - R) / (PIR + R + 0.16)$$

Avec ; PIR : Proche infrarouge, R : Rouge, facteur d'ajustement du fond de canopée : 0.16

L'indice de végétation *OSAVI* est utilisé pour surveiller les zones présentant une faible densité de végétation, comprenant des zones de sol nu qui sont visibles à travers la canopée végétale (*Eos data analytics*, 2023).

1.5.10 Indice de végétation résistante à l'atmosphère (*ARVI*)

Il s'agit du premier indice de végétation conçu pour être relativement insensible aux facteurs atmosphériques tels que les aérosols. La formule de l'indice, développée par Kaufman et Tanré

(1992) corrige l'indice de végétation *NDVI* en atténuant les effets de diffusion atmosphérique. Cela est réalisé en doublant les mesures du spectre rouge et en ajoutant des longueurs d'onde bleues, comme le montre la formule suivante :

$$ARVI = (PIR - (2 * R) + B) / (PIR + (2 * R) + B)$$

Avec ; PIR : Proche infrarouge, R : Rouge, B : Bleu

Les gaz et aérosols présents dans l'atmosphère affectent le rayonnement électromagnétique par les processus de diffusion et d'absorption. La diffusion étant davantage sélective vis-à-vis des courtes longueurs d'onde (bleu) que vis-à-vis des grandes (rouge), la correction est souvent basée sur la différence entre les bandes spectrales bleu et rouge.

Kaufman and Tanré (1992) proposent un indice permettant de réduire les effets atmosphériques en utilisant la bande bleue, c'est l'indice ARVI.

1.5.11 Indice de Végétation Amélioré (*EVI*)

L'indice de végétation *EVI* a été développé par Huete et al. (1999) pour corriger les effets du bruit atmosphérique et du sol présents dans les résultats de l'indice de végétation *NDVI*, en particulier dans les zones de végétation dense, tout en atténuant la saturation dans la plupart des cas. L'indice *EVI* présente une plage de valeurs allant de -1 à +1, et pour une végétation saine, les valeurs se situent généralement entre 0,2 et 0,8. La formule s'écrit comme suit :

$$EVI = G * ((PIR - R) / ((PIR) + (C1 * R) - (C2 * B) + L))$$

Avec ; G : facteur de gain (égal à 2,5), PIR : Proche infrarouge, R : Rouge, B : Bleu, C1 et C2 : coefficients de résistance atmosphérique et L : facteur d'ajustement des sols.

L'indice de végétation *EVI* est utilisé pour analyser les zones de la Terre présentant de grandes quantités de chlorophylle, telles que les forêts tropicales. Il est préférable d'utiliser l'indice de végétation *EVI* dans des régions à faible relief, évitant ainsi les effets topographiques minimales, notamment les zones montagneuses (Huete *et al*, 1999).

1.5.12 Indice visible de résistance à l'atmosphère (*VARI*)

L'indice de végétation *VARI* est particulièrement adapté aux images Rouge Verte et Bleu (RVB) ou couleur, car il utilise l'ensemble du spectre visible du spectre électromagnétique, incluant les

bandes de couleur rouge, verte et bleue. Son objectif principal est de mettre en valeur la végétation dans des conditions atmosphériques difficiles, tout en atténuant les variations d'éclairage. L'indice de végétation *VARI* peut être utilisé avec les capteurs des satellites Sentinel-2, Landsat-8, GeoEye-1, Pleiades-1, Quickbird et IKONOS. La formule s'écrit comme suit :

$$VARI = (V - R) / (V + R - B)$$

Avec ; V : Vert, R : Rouge, B : Bleu

L'indice de végétation *VARI* est utilisé pour évaluer l'état des cultures lorsqu'une sensibilité minimale aux effets atmosphériques est nécessaire. Cet indice permet de prendre en compte les variations atmosphériques et de fournir une évaluation plus précise de la santé des cultures (*Eos data analytics, 2023*).

1.5.13 Indice de Surface Foliaire (*LAI*)

L'indice de végétation *LAI* est spécialement conçu pour analyser la couverture foliaire de notre planète en estimant la quantité de feuillage dans une région spécifique. Il s'agit d'une mesure sans unité calculée en prenant le rapport de la surface de feuillage unilatérale (exposée à la lumière) à la surface du sol qu'elle recouvre. Cet indice de végétation revêt une grande importance pour la surveillance de la santé des cultures, des forêts, de l'environnement et des conditions climatiques. La formule s'écrit comme suit :

$$LAI = \text{surface foliaire (m}^2\text{)} / \text{surface du sol (m}^2\text{)}$$

L'indice de végétation *LAI* peut être utilisé pendant l'évaluation de la santé de la végétation, comme des données d'entrée dans un modèle de prévision de la productivité (*Eos data analytics, 2023*).

1.5.14 Indice de Brûlure Normalisé (*NBR*)

L'indice de végétation *NBR* est utilisé pour mettre en évidence les zones brûlées après un incendie. L'équation de l'indice de végétation *NBR* est basée sur des mesures dans les longueurs d'onde du proche infrarouge (*PIR*) et de l'infrarouge à ondes courtes (*SWIR*). Dans une végétation saine, le spectre *PIR* présente une réflectance élevée, tandis que les zones récemment brûlées se distinguent par une réflectance élevée dans le spectre *SWIR*. La formule s'écrit comme suit :

$$NBR = (PIR - SWIR) / (PIR + SWIR)$$

Avec ; PIR : Proche Infrarouge, *SWIR* : Infrarouge à ondes courtes. Les valeurs de l'indice NBR varient entre +1 et -1.

Dans les domaines de l'agriculture et de la foresterie, l'utilisation courante de l'indice de végétation *NBR* comprend la détection des incendies de forêt en cours, l'analyse de l'intensité des brûlages et la surveillance de la reprise de la végétation après les incendies (*Eos data analytics, 2023*).

1.5.15 Indice de pigmentation insensible à la structure (*SUPI*)

L'indice de végétation *SUPI* est particulièrement adapté à l'analyse des zones végétales présentant une structure de canopée variable. L'indice de végétation *SUPI* estime le rapport entre les caroténoïdes et la chlorophylle, où une augmentation de la valeur indique un stress végétal. La formule s'écrit comme suit :

$$SUPI = (PIR - B) / (PIR - R)$$

Avec ; PIR : Proche Infrarouge, B : Bleu, R : Rouge.

L'indice de végétation *SUPI* est utilisé pour surveiller la santé des plantes dans les zones à forte variabilité de la structure de la canopée ou de l'indice de végétation *LAI*, pour identifier les premiers signes de maladies des cultures ou d'autres causes de stress (*Eos data analytics, 2023*).

1.5.16 Indice de Chlorophylle Verte (*GCI*)

En télédétection, l'indice de végétation *GCI* est utilisé pour estimer la concentration en chlorophylle dans les feuilles de différentes espèces végétales. La concentration en chlorophylle est un indicateur de l'état physiologique de la végétation : elle diminue dans les plantes soumises à des stress et peut donc être utilisée comme la mesure de la santé des plantes. La formule s'écrit comme suit :

$$GCI = PIR / V - 1$$

Avec ; PIR : Proche Infrarouge, V : Vert.

On utilise l'indice de végétation *GCI* pour surveiller l'impact de la saisonnalité, des stress environnementaux ou des pesticides sur la santé de la végétation (*Eos data analytics, 2023*).

Comme pour la végétation, il existe aussi des indices spécifiques pour les sols nus, comme l'indice de brillance. Celui-ci est construit à partir des bandes rouges et proche infrarouge selon l'expression dont la formule s'écrit selon Manière et *al.* (1993)

$$(IBc)^2 = V^2 + R^2 + PIR^2$$

Avec ; IBc : indice de brillance, V : Vert, R : Rouge, PIR : Proche infrarouge

Les indices permettent de faire clairement la distinction entre les surfaces végétalisées et les sols nus. Les indices cités antérieurement ont été utilisés dans des applications très nombreuses et variées depuis l'apparition de la télédétection spatiale. Leur usage pour des estimations quantitatives soulève un certain nombre de questions qui peuvent limiter sérieusement leur utilité réelle s'ils ne sont pas correctement interprétés. Ils dépendent de nombreux paramètres (éclairage solaire, angle de visée, ...etc.) et sont perturbés par plusieurs facteurs (sensibilité aux effets atmosphériques, aux types de sols et leur taux d'humidité) ce qui implique une grande prudence quant à leur interprétation (*Eos data analytics, 2023*).

1.5.17 Indice de Neige par Différence Normalisée (NDSI)

L'indice *NDSI* est utilisé pour détecter la présence de couverture neigeuse en utilisant des combinaisons de bandes vertes visibles (VIS) et du Proche infrarouge (NIR) ou Infrarouge à ondes courtes (*SWIR*). Cette caractéristique permet de distinguer les nuages de la neige. La présence de neige est évaluée en calculant le rapport de la différence de réflectance entre les bandes VIS et *SWIR*.

La formule s'écrit comme suit :

$$NDSI = (V - SWIR1) / (V + SWIR1)$$

Avec ; V : Vert, *SWIR* : Infrarouge à ondes courtes.

L'indice *NDSI* peut être utilisé dans la cartographie de la neige, pour différencier la neige des nuages. (EOS DATA ANALYTICS ,2023)

1.5.18 Pile d'indices *ISTACK*

Il s'agit de la combinaison de trois indices de végétation (*NDVI*), de l'eau (*NDWI*) et de la neige (*NDSI*) pour créer un empilement d'images. Dans cet empilement d'images fusionnées, chaque élément du paysage est représenté par une couleur spécifique conventionnelle comme s'est indiqué ci-dessous :

- La végétation est verte,
- La terre, les roche

- s, le sol nu est en bleu,
- La neige, les nuages, la glace et l'eau sont tous représentés par des teintes violettes.

C'est une combinaison des indices *NDSI*, *NDVI* et *NDWI* et la formule utilisée dépend du satellite à partir duquel les données sont dérivées.

Cette approche est utilisée pour générer une pile d'images à partir des données des satellites Landsat-4, Landsat-5, Landsat-7, Sentinel-2 et *MODIS*. Cette pile d'images permet une analyse approfondie et détaillée des différentes composantes du paysage, fournissant ainsi des informations précieuses pour la surveillance et l'étude de l'environnement (*Eos data analytics, 2023*).

1.5.19 Indices de végétation personnalisés

Nous pouvons modifier la palette de l'indice de végétation *NDVI* ou la personnaliser pour une culture spécifique telle que "*NDVI Légumineuses*" et "*NDVI Coton*" ou toute autre culture cultivée.

Une solution personnalisée est un choix idéal pour les clients qui ont besoins spécifiques en matière d'indices de végétation pour une culture particulière ; souhaitent obtenir des informations plus détaillées et précises sur la santé de leurs cultures ; recherchent une solution sur mesure adaptée à leur environnement

agricole spécifique ; ont besoin d'une analyse avancée pour surveiller et optimiser

leurs pratiques agricoles et cherchent à exploiter pleinement le potentiel des données de télédétection pour améliorer leur prise de décision et leur rendement agricole (*Eos data analytics, 2023*).

1.6 Unités d'occupations et couvertures des terres

Celui qui parle de terres agricoles parle d'un potentiel naturel de première importance relevant à la fois des systèmes écologiques, de la production agricole et la sécurité alimentaire. Prenons le cas de l'Algérie, si le pays dans les temps anciens a subi des phases successives de civilisations agraires à partir de ce potentiel - sol fertile - elle reste néanmoins tributaire des aléas climatiques et de l'environnement humain (l'occupation des terres). En effet l'utilisation adéquate (rationnelle disent d'autres) reste aléatoire en fonction des facteurs physiques et socio-économiques existants et de la conjoncture économique générale. Et l'effet anthropique négatif des dernières décennies reste prédominant : mauvaises attributions, utilisation et gestion, dégradation physique continue.

Sans parler de la désertification qui court et qui menace la partie fragile de l'Algérie. Les villes

algériennes et en particulier celles de l'oranaï ont connu ces dernières années une croissance vertigineuse, tant démographique qu'économique

mettant en péril le potentiel des terres fertiles environnantes. Malgré la fragilité des ressources en sols, en quantité et en qualité, les constructions anarchiques consomment annuellement une bonne partie. La consommation des terres agricoles et l'urbanisation en est une des principales causes ; elle en est aussi un aspect important sous sa forme directe (la ville) ou indirecte (tourisme, transport, ...ect.). La consommation de plus de 1 600 hectares par an des terres fertiles au niveau de l'oranaï ou 11 000 ha au niveau national (Maachou, 1998). Il est certain que ceci est considérable, voire menaçant, dans certains types d'espaces (périphérie des villes, zones côtières. Et cela est dû avant tout à l'expansion des aires bâties. La Fig. 03 suivante montre l'occupation et la couverture du sol de la wilaya de Mostaganem.

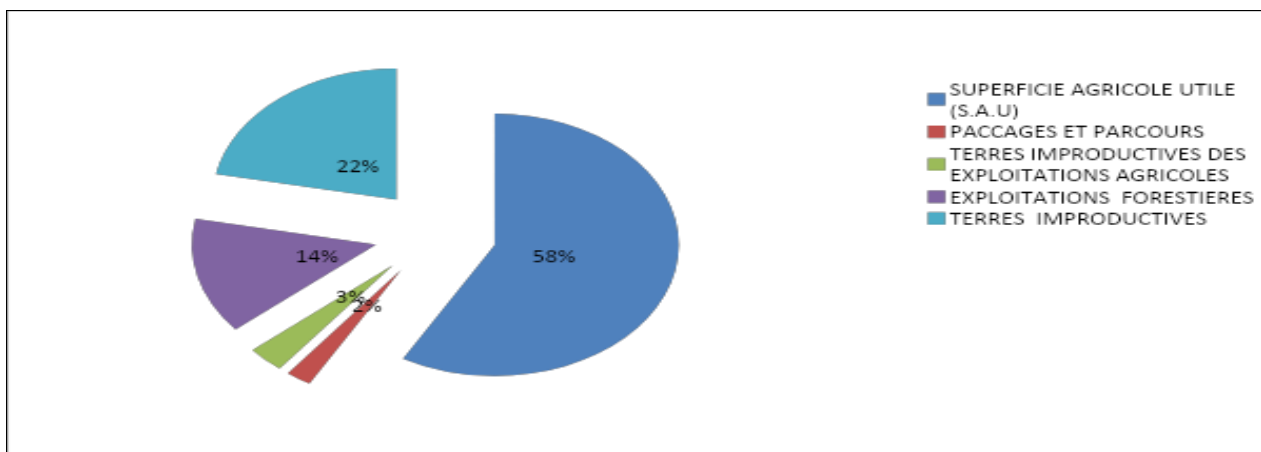


Fig. 3: Histogramme de répartition générale des terres dans la wilaya de Mostaganem : Direction de la programmation et du suivi budgétaires : DPSB, 2021).

L'analyse des données montre que les terres de la wilaya de Mostaganem sont occupées par les formations végétales agricoles, forestières et zones urbanisées.

1.6.1 Secteur de l'agriculture

La wilaya de Mostaganem s'étend sur une superficie globale de 226 900 ha dont 177 310 ha de terres agricoles ce qui correspond à 78% de la surface totale. Les terres improductives occupent une surface de 49 590 Ha ce qui correspond à 22% de la superficie totale. Le bilan des campagnes agricoles 2018/2019 et 2020/2021 montre que les terres ont été réparties en surfaces dans le Tab. 2 suivant :

Tab. 2: Répartition des terres agricoles durant les campagnes (2019/2020 et 2020/2021 (DPSB, 2021)

Terres (ha)		2019/2020 (ha)	2020/2021(ha)
Terres labourables	Cultures herbacées	89 344	81 927
	Terres au repos (jachères)	10 530	18 125
	Vignobles	10 194	9 944
Cultures permanentes	Plantations d'arbres fruitiers	22 200	22 274
Superficie agricole utile (SAU)		132 268	132 268
Pacages et parcours		5 110	5 110
Terres improductives des exploitations agricoles		7 400	7 400

1.6.2 Secteur des forêts

Le domaine forestier, s'étend sur une superficie de 32 532 ha, soit 14,33 % de la superficie totale de la Wilaya (DPSB, 2021).

Le taux de couverture forestière se diversifie d'une zone à une autre, multiples raisons expliquent cette variation en densité forestière (nature du sol, pente, l'action anthropique). Le taux de couverture permanente ou forestière au niveau de la wilaya est estimé à 14% bien au-dessous de la moyenne d'une résistance efficace aux vents dominants au sol qui est au minimum de 30% (Megherbi, 2015).

Les forêts les plus importantes sont identifiées comme suit :

1. La forêt d'Akboub et la forêt domaniale d'Ennaro couvre respectivement une superficie de 700 ha et 350 ha. Ces formations végétales sont localisées dans la partie Est du plateau de Mostaganem. Les principales essences qu'on y rencontre sont : *Pinus Halepensis*, *Eucalyptus*, *Pinus Pinéa*, *Juniperus Articulata*, *Quercus Suber*, *Quercus Ilex*, *Cupressus Sempervirens* et *Pistacia Lentiscus*,
2. La forêt de Stidia située sur le rebord Ouest du plateau sur un versant avec une altitude ne dépassant pas 250 m,
3. La forêt des Figuiers d'Aïn Nouissy au Sud - Ouest du plateau est composée essentiellement de thuya et de pin d'Alep,
4. Sur le rebord littoral quelques reboisements du *Pinus Halepensis* forment de jeunes forêts

dégradées. En effet ce rebord se trouve très exposé au vent d'Ouest et du Nord. Les arbres subissent son action et ont des ports en drapeau.

La flore est constituée essentiellement d'espèces méditerranéennes avec la prédominance du Pin d'Alep qui couvre le tiers de la superficie forestière. (Conservation des forêts de Mostaganem : CFM, 2008). Quant au matorral, il occupe surtout les terrains impropres à l'agriculture, cette formation est parfois arborée mais le plus souvent dégradée.

1.6.3 Zones urbaines

L'évolution des différents secteurs socio-économiques et industriels, les changements dans les modes de vie de la population, les nouvelles conditions

qu'exige le monde moderne ont conduit à un développement démographique important dans les grandes villes et agglomérations de la wilaya. L'extension des douars et villages dans les dernières années est également preuve de cette évolution. Le milieu humain de la région se définit par deux types d'évolutions, (urbaine et rurale), elles s'expliquent par deux différentes approches, la première par une évolution démographique interne et la deuxième par un exode rural. Les grandes agglomérations offrent plus d'avantages (éducation, santé, administration, emplois, sécurité), étant considérées comme des pôles attractifs par les habitants des zones éparses surtout dont les opportunités sont rares en matière d'agriculture ou d'industrie (Megherbi, 2015).

Les espaces périurbains de la ville de Mostaganem font partie d'un plateau caractérisé par un cachet rural (56 % de la population est rurale) et une vocation agricole par excellence, mais qui n'est pas épargné de la confrontation qui oppose l'urbain au rural. Touchés par des actions de développement controversées entre les deux milieux, les espaces périurbains de Mostaganem deviennent des espaces d'enjeux sociopolitique, financier, agricole et résidentiel pour les acteurs urbains et ruraux. En effet, ces espaces connaissent des mutations rapides, attribuables non seulement à l'étalement urbain du centre et à l'urbanisation des petites agglomérations rurales, mais aussi à la régénération d'une agriculture périurbaine, pour ne pas dire la genèse d'une forme d'entrepreneuriat agricole, qui ne peut être imputée à la forte dynamique agricole de la wilaya et de son rôle de pôle agricole national. La nature juridique du foncier agricole du plateau affecte différemment la reconstitution des paysages périurbains selon que les terres soient publiques ou privées. Propulsées par des actions des pouvoirs publics à travers une série de projets réalisés dans le secteur de l'habitat, aussi bien que par des initiatives individuelles dans la production de logements populaires, ces interactions ont produit une discontinuité morphologique composée de ceintures vertes (maraîchères et arboricoles)

et une urbanisation diffuse (Belguesmia *et al.*, 2019).

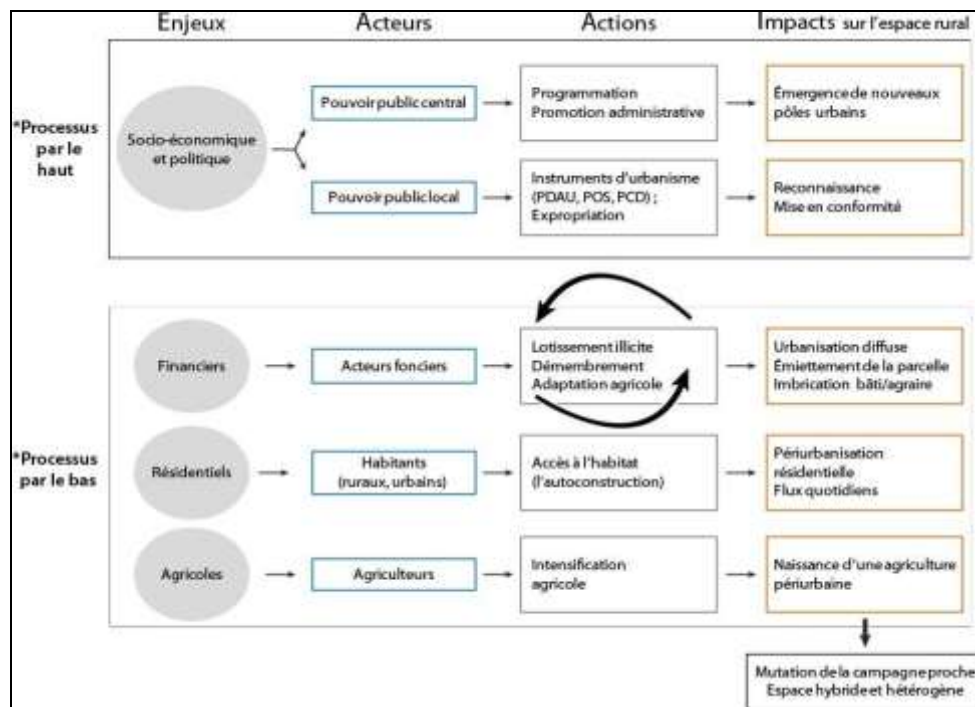


Fig. 4: Schéma de mise en relation des enjeux, acteurs et actions dans l'espace rural périurbain autour de Mostaganem (Belguesmia *et al.*, 2019).

1.6.4 Secteur de l'eau

Les ressources en eau, menacées par les activités humaines, industrielles et agricoles, et par le réchauffement climatique, sont devenues un enjeu majeur, auquel l'État algérien attache aujourd'hui une très grande importance. Toutefois, il faut admettre que les ressources en eau en Algérie sont limitées, vulnérables et inégalement réparties.

Les potentialités hydriques naturelles du pays sont globalement estimées à 18 milliards de m³/an réparties comme suit : 12,5 milliards de m³/an dans les régions Nord dont 10 milliards en écoulements superficiels et 2,5 milliards en ressources souterraines (renouvelables). 5,5 milliards de m³/an dans les régions sahariennes dont 0,5 milliard en écoulements superficiels et 5 milliards en ressources souterraines (nappes fossiles) (Mozas & Ghosn, 2013). L'inégale répartition des précipitations fait que les eaux de surface soient également mal réparties. Les zones littorales sont plus nanties en eau que les zones semi arides et arides. Ceci nous amène à dire que l'Algérie par la force de la nature et de l'être humain, se trouve aujourd'hui confronté, à un problème de disponibilité en quantité et en qualité suffisante.

Il est particulièrement important de noter ici que, la Banque Mondiale classe l'Algérie dans la

catégorie des pays « les plus pauvres en matière de potentialités hydriques », avec uniquement 11,5 milliards de mètres cube d’eaux renouvelables par an, soit 292 m³ par personne, alors que la moyenne mondiale est de 6 000 m³ par personne. (Guergueb et Ferhat, 2021).

Les ressources en eau superficielle renouvelables internes totalisent environ 9.8 m³/an pour l’ensemble du pays dont le Sahara, bassin le plus important par la surface, ne renferme que 0.6 km³. Les ressources en eau souterraine renouvelables contenues dans les nappes du nord du pays sont estimées à près de 1.5 m³/an.

Ces nappes sont alimentées essentiellement par les précipitations dont la répartition demeure irrégulière à la fois dans le temps et dans l’espace.

Le sud du pays se caractérise par l’existence de ressources en eau souterraines très importantes provenant des nappes du continental intercalaire et du complexe terminal (Bousmaha *et al.*, 2020).

Les décrets exécutifs n° 96-279 à 283 portant création de cinq Agences de Bassin Hydrographique couvrant le territoire national et les décrets exécutifs n° 96- 284 à 288 portant création de cinq comités de bassins. Les cinq Agences de Bassin Hydrographique regroupent les 19 bassins versants du pays (Bousmaha *et al.*, 2020) comme le montre le Tab. 3 suivant :

Tab. 3: Répartition des bassins hydrographiques et bassins versants en Algérie (Bousmaha et al., 2020).

Bassins hydrographiques	Superficies (Km ²)	Bassins versants
Oranais-Chott Chergui	77 169	Côtiers oranais
		Macta
		Tafna
		Chott Chergui
Chélif-Zahrez	56 227	Côtiers Dahra
		Cheliff
		Chott Zahrez
Algérois-Hodna-Soummam	47 431	Côtiers Algéroise
		Sebaou
		Isser
		Soummam
		Chott Hodna
Contantinois-Seybousse-	44 348	Côtiers constantinois

Mellegue		Kebirerhumel
		Medjerda mellegue
		Seybouse
		Hauts plateaux
Sahara	2 018 054	Sahara
		Chott Melghir

1.6.4.1 Mobilisation des ressources en eaux

En Algérie, les barrages représentent le principal moyen de mobilisation des ressources en eaux pour lesquels l'état a consenti un grand investissement. Malgré cela les forages sont considérés comme la principale source d'approvisionnement en eau. La mobilisation de l'eau est aussi assurée par des puits et des retenues collinaires (Hammou, 2021).

1.6.4.2 Eaux superficielles

Les ressources en eaux de surface étaient estimées à 12,4 milliards de m³ par an, dont 4,7 milliards de m³ seulement sont mobilisables soit environ 46%. Cela est dû aux problèmes d'envasement des barrages et des retenues collinaires mais aussi à leur nombre limité car rappelons que les ressources de surface sont mobilisées particulièrement par ces ouvrages.

1.6.4.3 Eaux souterraines

Sur les 6,6 milliards de m³ d'eaux souterraines, les ressources mobilisables se répartissent comme suit :

- a. 1,8 milliards de m³ dans la nappe du nord et des hauts plateaux,
- b. 3,0 milliards de m³ dans la nappe du sud.

Le volume mobilisable à partir des nappes souterraines s'élèverait ainsi à 4,8 milliards de m³. (Hammou, 2021).

1.7 Conclusion sur l'occupation des terres de Mostaganem

La wilaya de Mostaganem avec son plateau s'inscrivent dans le projet de développement de la région programme Nord-Ouest préconisé par l'étude du Schéma Régional d'Aménagement du

Territoire (SRAT) laquelle s'inscrit, à son tour, dans les orientations du Schéma National d'Aménagement du Territoire (SNAT). Sur le plan économique, la wilaya dispose de nombreux atouts à savoir les ressources hydrauliques (barrages), potentialités agricoles, industrielles, halieutiques, et touristiques.

1.8 Outils de la géomatique

1.8.1 Systèmes d'Informations Géographiques (SIG)

1.8.2 Définition

Un SIG est un outil informatique capable d'intégrer des données de toutes provenances (raster, vecteurs, tabulaires, services web, données GPS, images satellitaires), sous différentes formes (base de données, cartes, images, ...etc.). La seule contrainte est de connaître la localisation géographique des informations intégrées. Il permet de gérer et administrer des bases de données spatiales : créer des couches vectorielles, saisir et modifier, enregistrer et réorganiser les données géographiques.

1.8.3 Types de représentation de l'information géographique

Il existe deux modes de représentation de l'information géographique sous forme informatique. On peut les représenter graphiquement sous forme de couches vecteur ou sous forme image (raster). Le format vectoriel utilise le concept d'objets géométriques (points, lignes, polygones ou volumiques) pour représenter les objets géographiques. Le format raster (image) est constituée d'un ensemble de pixels organisés sous forme d'une grille en ligne /colonne. A chaque pixel est associée une ou plusieurs valeurs numériques décrivant les caractéristiques de l'espace. Par exemple, pour une image en dégradé de gris, la valeur du pixel varie de 0 (= noir) à 255 (= blanc), il y'a par conséquent 256 possibilités de valeur par pixel, ce qui correspond à poids de 1 octet par pixel comme le montre la Fig. 5 suivante :



Fig. 5: Possibilités de valeur (0 à 255) par pixel

Dans une image couleur, à chaque pixel est associé à l'intensité lumineuse de trois couches (canaux) de couleurs : Rouge, Vert et Bleu (RVB). Une image RVB possède plus de 16 millions de valeurs numériques possibles. Ces comptes numériques peuvent traduire plusieurs types d'informations géographiques, issues de scanner, de photographies aériennes numériques, de modélisation (altitudes, inondations,) ou d'images satellites.

Les couches vecteurs et raster sont superposables et formants une base de données spatialisées. Les données sont décrites par des métadonnées et sont gérées par un logiciel SIG (institut de développement de la géomatique).

1.8.4 Fonctions d'un SIG

Les fonctionnalités d'analyses des SIG sont nombreuses. On peut lister ici les principales fonctions décrites comme suit :

1. Consulter les couches, gérer l'affichage des couches, utiliser les outils de navigation, visualiser les attributs d'objets graphiques,
2. Représenter les couches graphiques avec de la symbole, faire des étiquettes ou faire des analyses thématiques (représentation graphique des données attributaire),
3. Créer et calculer de nouveaux attributs (calcul de surface, de longueur,...),
4. Sélectionner les objets géographiques à l'aide des attributs (requêtes attributaires) ou par leur emplacement (requêtes spatiales),
5. Les outils de géo traitements (zones tampons, croisement de couches).

1.8.5 Apports des SIG

Les cartes topographiques et thématiques sont encore aujourd'hui les plus utilisées pour la représentation des données spatiales. Cependant, les besoins actuels s'orientent plus vers un outil, non seulement descriptif, mais surtout d'aide à la gestion, à la planification et d'aide à la décision (cartes d'aptitude ou de risques).

Un SIG intègre deux secteurs de pointe de l'informatique : d'une part la cartographie assistée par ordinateur qui s'attache à la représentation des données géographiques et d'autre part aux systèmes de gestion des bases de données (Gandon, 1991).

La méthodologie de l'agriculture de précision permet de mesurer et de gérer la variabilité des propriétés du sol, c'est-à-dire la variabilité spatiale, afin d'accroître l'efficacité de la production et de réduire l'impact environnemental. Pour cette raison, il est nécessaire de définir deux concepts de grande importance, qui sont la variabilité spatiale, qui exprime les différences de production dans un même champ, à la même saison et à la même récolte ; et la variabilité temporelle, qui se réfère aux changements de production dans un même champ, mais à des saisons de récolte différentes. Il est donc établi qu'elle correspond à un ensemble de technologies qui permettent l'application variable d'intrants agricoles tels que les engrais ou les pesticides, en fonction des besoins et/ou du potentiel productif des différents secteurs de la parcelle, préalablement définis. Il ne s'agit pas seulement de mesurer cette variabilité, mais aussi de mettre en œuvre une série de pratiques qui

s'effectuent en fonction de cette variabilité. L'observation de l'existence de la variabilité en ce qui concerne les propriétés ou les déterminants de la production n'est pas nouvelle, mais la différence réside dans la capacité à l'identifier, la quantifier et la cartographier.

Cette méthodologie peut être divisée en quatre phases suivantes :

- a. Collecte des données,
- b. Traitement et interprétation des informations,
- c. Prise de décision,
- d. Actions sur le terrain.

Sur cette base, une série de pratiques sont définies dans un cycle visant à remplacer la recommandation habituelle, utilisée dans l'agriculture traditionnelle, d'intrants basés sur des valeurs moyennes par une recommandation beaucoup plus précise de gestion localisée, qui tient compte des variations de rendement de toute la surface de l'exploitation. Cette combinaison optimise l'utilisation des intrants en déposant dans le sol la quantité de semences que chaque point supporte, la quantité de nutriments nécessaires et, en outre, la lutte contre les mauvaises herbes, les parasites et les maladies n'est effectuée que là où il y a une réelle demande de contrôle. Les pratiques de gestion localisées ne sont pas seulement basées sur des cartes de productivité ou de fertilité des sols. Les décisions peuvent être prises à partir d'une base de données ou d'informations obtenues au moment même où les actions doivent être menées, grâce à des capteurs en temps réel (*Innovatione AgroFood*, 2020) .

1.8.6 L'outil Systèmes de Positionnement ou *Global Positioning System* (GPS)

1.8.6.1 Définition du GPS

Le *GPS* (*Global Positioning System*) est un système de Positionnement par satellites, développé par le Service de défense des Etats-Unis. Le GPS est un récepteur qui fonctionne grâce à 24 satellites qui tournent constamment autour de la terre et qui émettent des signaux. Lorsque ces signaux sont reçus par l'utilisateur d'un GPS, ils lui permettent de se situer sur la terre.

1.8.6.2 Fonctionnement des GPS

Les 24 satellites tournent autour de la terre deux fois par jour, à 20 000 kilomètres d'altitude. Chaque satellite transmet des signaux, indiquant sa position précise à un moment précis. Les orbites des satellites sont organisées de telle façon, qu'un récepteur GPS sur terre reçoive toujours les

signaux d'un minimum de quatre satellites, à un instant donné. Les satellites voyagent à plus de 11.000 kilomètres à l'heure, (Fred, 2019) ce qui leur permet de faire le tour de la terre toutes les 12 heures. Ils sont alimentés par l'énergie solaire et sont construits pour durer environ 10 ans. Si l'énergie solaire manque (éclipses, etc.), ils possèdent à bord, des batteries de rechange pour continuer de fonctionner. Ils sont équipés aussi de petits propulseurs pour conserver la bonne orbite.

Le GPS recherche ces signaux : afin de fonctionner, le récepteur doit capter au minimum les signaux de trois satellites pour pouvoir naviguer en deux dimensions.

Le récepteur GPS calcule alors sa position en mesurant l'intervalle entre la transmission et la réception des signaux émis par les satellites. Il détermine ainsi la distance entre le récepteur et les satellites. Après calcul des coordonnées, ce système permet aux utilisateurs de se situer dans le monde. Le récepteur GPS recherche de façon Continue les satellites. Il met ainsi à jour votre position même lorsque vous vous déplacez (Fred, 2019).

1.8.6.3 Apports et utilités du GPS

Le GPS offre une gamme d'applications sur terre, sur mer et dans les airs. À la base, le GPS permet d'enregistrer ou de créer la position de lieux sur terre et nous aide à naviguer vers et depuis ces points. Le GPS peut être utilisé partout, sauf là où il est impossible de recevoir les signaux des satellites, comme à l'intérieur des bâtiments, dans les grottes, les parkings et garages couverts et autres endroits souterrains ou sous-marins (Fred, 2019).

1.8.6.4 Avantages du GPS en agriculture

Les avantages associés à l'utilisation du GPS sont nombreux :

- a. Celui-ci procure une meilleure connaissance de la variabilité spatiale des champs. ;
- b. Il facilite la cartographie d'un plan de ferme ;
- c. Il aide à cartographier, les rendements, la fertilité et la texture des sols ainsi que le relief des champs ;
- d. Il contribue à identifier les différents paramètres de la productivité, d'en mesurer l'importante et d'apporter les correctifs nécessaires en vue d'uniformiser les rendements ;
- e. Il permet d'effectuer des applications à taux variables et de réaliser des

travaux d'aménagements ponctuel dans la parcelle, ce qui contribue à diminuer les couts de production et les risques de pollution ;

- f. Il constitue un excellent investissement pour des résultats à moyens et longs termes.

1.8.7 Télédétection spatiale

1.8.7.1 Définition

C'est l'ensemble des connaissances et techniques nécessaires pour interpréter divers objets par leurs comportements (couleur et lumière) et leurs distributions dans l'espace terrestre à l'aide de mesures spécifiques effectuées à distance (Boulerie, 2008). La télédétection permet à l'aide d'un capteur d'observer et d'enregistrer le rayonnement électromagnétique émis ou réfléchi, par une cible quelconque sans contact direct avec celle-ci (Soudani, 2005) et (Abdelbaki, 2012).

Le spectre électromagnétique est le résultat de la décomposition du rayonnement électromagnétique, lorsque la lumière passe par un prisme elle se décompose en plusieurs couleurs (principe de l'arc du ciel), l'application de cette division en fréquence constituante à l'ensemble du rayonnement électromagnétique, on obtient le spectre électromagnétique. Les longueurs d'onde vont quelques nanomètres à plusieurs milliers en kilomètres (Abdelbaki, 2012) comme le montre la Fig. 6 suivante :

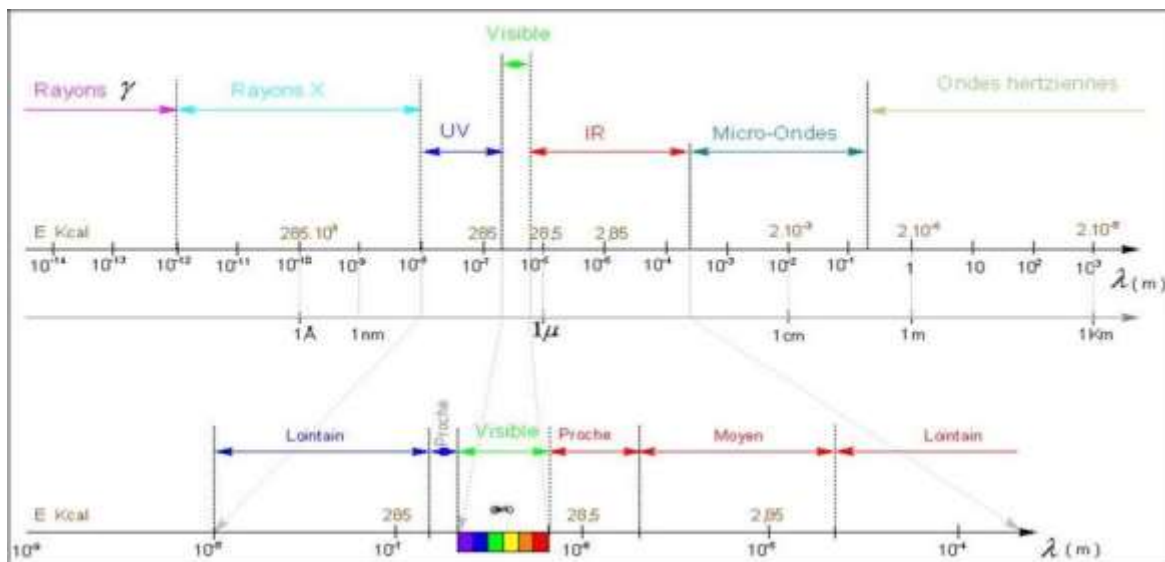


Fig. 6: Spectre ou Rayonnement Electromagnétique (REM) (d'après Moquet, 2003)

Contrairement à l'œil humain qui n'est capable de capter le rayonnement que dans une fenêtre très étroite du spectre électromagnétique (0,4μm à 0,7μm). Les capteurs satellitaires utilisent une

fraction beaucoup plus étendue.

Le traitement et l'analyse des informations véhiculés par le rayonnement enregistré permettent d'accéder à certaines propriétés de cette cible : géométriques (position, forme et dimension), optiques (réflexion, transmission, absorption...) et physicochimiques (température, teneur en eau, chlorophylle foliaire, matière organique...). Il existe deux sortes de télédétection, la télédétection passive repose sur l'énergie naturelle par exemple la lumière du soleil qui est réfléchi par la surface de la terre ou la chaleur émise à partir de la surface de la terre et la télédétection active utilise l'énergie émise par des satellites et envoyée aux satellites par la surface de la terre (Abdelbaki, 2012).

Les données de télédétection sont le plus souvent fournies en format d'images numériques. L'image correspond à une matrice de pixels. La taille du pixel correspond à la résolution spatiale et son contenu correspond à l'intensité du rayonnement réfléchi ou émis. Cette intensité est exprimée en niveaux de gris. Pour chaque bande spectrale correspond à une image résultante (Soudani, 2005) et (Rekis, 2012).

1.8.7.2 Comportement spectrale de la végétation

Selon Moquet (2003) la végétation possède une réflectance :

- Très faible dans le rouge (-660 nm) et le bleu (-450 nm),
- Faible dans le vert (-546 nm),
- Elevée dans le proche infrarouge (0,7-1 μ m).

Ces valeurs peuvent varier en fonction de la teneur en eau de la plante, de la structure des feuilles, de leur densité, âge... (Guyot, 1984).

Les variations de la réflectance mesurées au niveau du capteur satellitaire sont non seulement liées à la structure des formations végétales, mais aussi aux propriétés optiques des feuilles. Selon UVED (2008), les propriétés optiques des feuilles sont reliées à leurs caractéristiques biochimiques (teneur en pigments, structure cellulaire, teneur en eau, état physiologique...etc.) qui correspondent aux grands domaines spectraux visibles, du proche infrarouge et de l'infrarouge moyen.

La présence des pigments foliaires dans les végétaux est responsable de la forte absorption du rayonnement visible, avec un maximum relatif de réflectance autour du vert (550 nm). La structure anatomique des feuilles joue un rôle très important dans la signature spectrale de la végétation. Les longueurs d'onde bleu et rouge sont absorbées par la chlorophylle, les vertes sont très faiblement

réfléchies par la feuille, le rayonnement PIR est fortement réfléchi par le parenchyme lacuneux (adapté d'après Jensen, 2000), il est d'autant mieux réfléchi que ce dernier est bien développé. La réflectance des bandes rouges et proche infrarouge est directement liée à la biomasse végétale. Il est donc possible de déterminer radio métriquement cette biomasse en utilisant l'information contenue dans ces deux bandes spectrales en utilisant les indices de végétation.

La structure d'un couvert végétal prend en compte à la fois des paramètres de structure de la canopée, comme l'indice de surface foliaire ou l'angle d'inclinaison des feuilles, et l'organisation spatiale des peuplements, leur agencement, leur densité, ainsi que le taux de recouvrement du sol selon le stade phénologique comme le montre la Fig. 7 suivante :

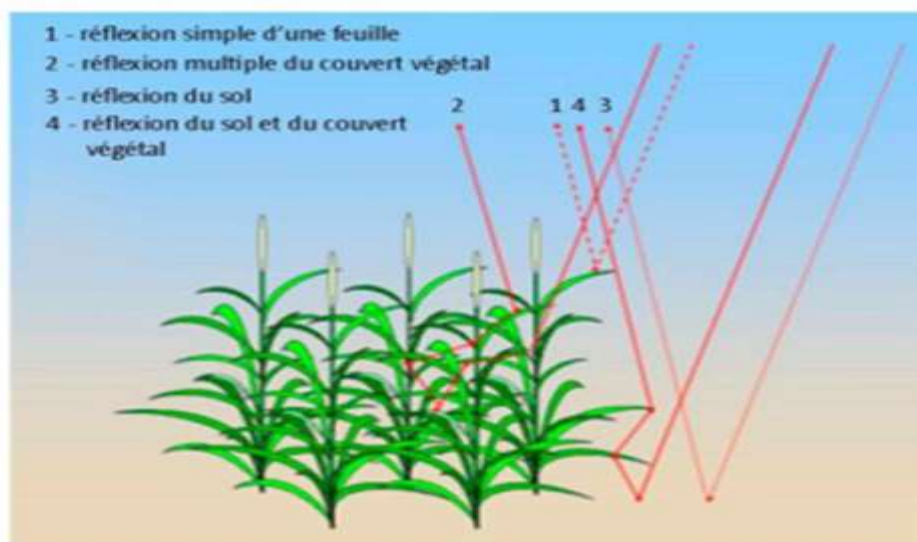


Fig. 7: Illustration des interactions entre le sol et la végétation, intégrées au niveau

Lorsque la végétation est peu couvrante, la réponse spectrale des plantes est affectée par la réflectance des sols. Les interactions du rayonnement entre la végétation et le sol sont si complexes qu'il est très difficile de corriger l'influence perturbatrice du sol.

Le signal mesuré par le capteur intègre généralement les réflectances du sol et de la végétation (Huete, 1989).

Plus la teneur en eau est forte, plus la réflectance de la végétation diminue, en particulier aux longueurs d'onde 1450 nm et 1900 nm (bandes d'absorption de l'eau). Ce domaine de longueur d'onde est très utile en télédétection des couverts végétaux, il notamment permet de détecter aux plantes en état de stress hydrique.

La réflectance de la végétation varie non seulement en fonction des types de végétation, mais

également selon état physiologique d'une plante. Les changements physiologiques qui accompagnent la croissance d'une plante, depuis la phase de maturation jusqu'à sa senescence influent fortement sur la signature spectrale de la végétation (Abdelbaki, 2012) comme le montre la Fig. 8 suivante :

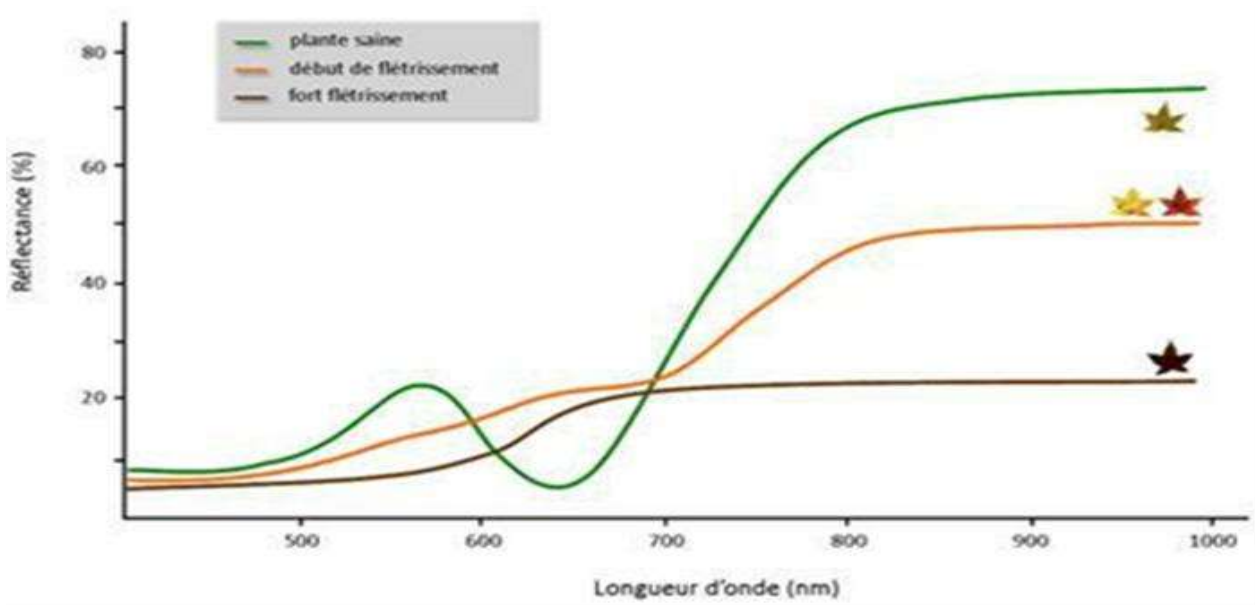


Fig. 8: Variations de la signature spectrale en fonction de l'état physiologique de la végétation (UVED, 2008)

On observe une sensible augmentation de la réflectance dans les grandes longueurs d'onde du visible (jaune-rouge), résultat de la réflectance des pigments foliaires, et une diminution de la réflectance dans le proche infrarouge (état plasmolyse, entraînant une déstructuration des couches cellulaires).

1.8.7.3 Comportement spectrale des sols

La signature spectrale des sols, selon UVED (2008) on note un accroissement régulier de la réflectance au fur et à mesure qu'on se déplace vers les grandes longueurs d'onde. L'étude des propriétés spectrales des sols est toutefois particulièrement complexe car elle doit tenir compte de la nature hétérogène du sol qui contient à la fois des matières minérales et organiques, mais aussi une composante liquide, tous ces éléments vont influencer la réflexion du rayonnement.

Une augmentation de l'humidité du sol entraîne une baisse de la réflectance sur tout le spectre, de même d'un accroissement de la rugosité (obscurcissement par effet d'ombre) (Girard *et al*, 1989).

1.8.7.4 Comportement spectrale de l'eau

L'eau a une réflectance très faible dans toutes les longueurs d'onde, elle absorbe cependant un peu moins les ondes les plus courtes d'où sa couleur est bleue. Sa signature spectrale dépend à la fois des molécules qui la constituent, mais aussi des éléments dissous ou en suspension dans la colonne d'eau comme les organismes phyto planctoniques, les sédiments ou les substances jaunes (Gower *et al*, 1988).

1.8.8 Application des méthodes de la télédétection

La représentation dite : « classification » est utilisée pour la production de cartes thématiques où elle offre une analyse plus détaillée de l'image. Elle peut être effectuée sur un ou plusieurs canaux d'une image pour séparer les divers éléments d'une image en fonction de leurs caractéristiques de rétro diffusion ou de signature spectrale en traitement numérique des images, on distingue :

1.8.8.1 Classification non supervisée

C'est de classer les données d'images numériques, par traitement informatique basé uniquement sur les statistiques d'image sans recours à des échantillons d'entraînement. Cette classification produit au regroupement naturel des pixels d'image que l'on nomme regroupement spectral ou « classe » (les régions de l'image ayant une même signature spectrale ont un type d'utilisation du sol similaire) (Girad *et al*, 1989).

1.8.8.2 Classification supervisée

Procédure utilisée pour l'identification de zones spectrale ment similaires d'une image. On identifie d'abord des sites d'entraînement dont on extrait la signature spectrale et à partir desquels on extrapole pour le reste de l'image (Duminil, 2007).

1.8.8.3 Calcul des indices spectraux

Ils consistent à convertir les luminances mesurées au niveau du capteur satellitaire en grandeur ayant une signification dans le domaine de l'environnement. Les indices de végétation comme les autres indices reposent sur une approche empirique basée sur des données expérimentales. Ils sont très utilisés d'une part, pour identifier et suivre la dynamique de la végétation, mais aussi pour estimer certains paramètres biophysiques caractéristiques des couverts végétaux (la biomasse,

l'indice de surface foliaire, ...etc.) (Abdelbaki, 2012).

1.8.8.4 Apport de la télédétection

On peut résumer l'apport de la télédétection (Rekis, 2012) comme suit :

- a. Les données de télédétection sont homogènes et continues sur de grandes surfaces,
- b. Elle offre une vision riche d'informations (multi spectrale),
- c. Elle permet d'accéder à des zones dites « inaccessible » pour des questions de topographie, de climat et de catastrophes naturelles,
- d. Acquisitions de données en temps voulu,
- e. Elle autorise des observations très rapprochées dans le temps d'un même endroit,
- f. Les images sont sous forme numérique, ce qui facilite considérablement leur intégration dans les bases de données des SIG.

1.8.8.5 Utilités de la télédétection

La combinaison de MNT avec les images satellitaires produit des documents utiles à l'étude géologique (Véronique *et al*, 1985).

Il est possible alors, si l'on dispose de deux images prises à deux dates différentes, de créer, par combinaison linéaire, une image où l'effet de la couverture végétale est fortement atténué au profit de celui de la topographie ou, à l'inverse, de corriger les ombres dues à cette topographie et qui nuisent à l'analyse de la surface (Véronique *et al*, 1985).

1.8.9 Documents cartographiques

"La cartographie est l'ensemble des études et des opérations scientifiques, artistiques et techniques, intervenant à partir des résultats d'observations directes ou de l'exploitation d'une documentation, en vue de l'élaboration de cartes, plans et autres modes d'expression, ainsi que dans leur utilisation (Jean, 1997). Une classification des cartes en fonction de leur échelle et de leur finalité comme le montre le Tab. 4 suivant :

Tab. 4: Exemples de cartes thématiques et leurs échelles correspondantes (file:///C:/Users/utilisateur/Downloads/Cours_de_Topographie%20(4)%20(1).pdf)

Echelles	Nature des cartes thématiques
----------	-------------------------------

1/1 000 000 a 1/500 000	Cartes géographiques
1/250 000 a 1/100 000	Cartes topographiques à petite échelle
1/50 000, 1/25 000, 1/20 000	Cartes topographiques à moyenne échelle
1/10 000	Cartes topographiques à grande échelle
1/5000	Plans topographiques d'étude, plans d'urbanisme
1/1000,1/500	Plans parcellaires, cadastraux urbanisme
1/200	Plans de voirie, d'implantation, de lotissement
1/100	Plan de propriété, plans de masse
1/50	Plans d'architecture, de coffrage, etc.

1.8.9.1 Cartes topographiques

La cartographie est l'ensemble des techniques graphiques intervenant à partir de lèves originales ou de documents divers en vue de l'élaboration et de la production des cartes. La carte topographique est une carte à échelle réduite représentant le relief déterminé par altimétrie et les aménagements humains d'une région géographique de manière précise et détaillée sur un plan horizontal. Les autres cartes à échelle plus grande et les plans de ville ne sont pas des cartes topographiques car ils ne respectent pas l'échelle de réduction pour représenter les routes. Néanmoins, le fond de carte et de plan contient des informations topographiques parfaitement représentées, comme la végétation de surface, le relief, ...etc. (Jean, 2009).

Compte tenu de l'échelle, les détails sont représentés sous forme de signes conventionnels ; la rédaction cartographique des cartes topographiques est faite en 4 couleurs :

1. Noir pour la planimétrie,
2. Bleu pour l'hydrographie, c'est à dire la représentation des eaux,
3. Orange pour les routes et l'orographie, expression cartographique du relief qui découle des lois de la géomorphologie, laquelle le décrit va l'expliquer,
4. Vert pour la végétation.

A partir de la carte de base, document cartographique le plus détaillé issu directement des observations géodésiques, photogrammétriques et topographiques, on établit des cartes dérivées par

généralisation, autrement dit par sélection et schématisation des détails. Les cartes thématiques montrent sur fond topographique des phénomènes qualitatifs ou quantitatifs : cartes géologiques, de population, ...etc.

1.8.9.2 Spatiocartographie

La spaticartographie est une cartographie numérique qui s'applique sur les images satellitaires à l'aide des méthodes d'intégration des résultats valides de la classification automatique des images pour générer les cartes thématique ex. carte d'occupation du sol.

2 Chapitre II : Moyens et méthodes

Pour réaliser un diagnostic sur la zone d'étude, nous avons appliqué une méthodologie basée essentiellement sur l'application des outils de la géomatique à savoir les Systèmes d'Informations Géographiques (SIG), le Système de Positionnement Global (GPS), la télédétection, et les documents cartographiques optiques et radar.

2.1 Application des moyens et méthodes des SIG

Les données utilisées dans la présente étude sont résumées comme suit :

1. Carte géologique de l'Algérie, au 1:500 000^e (INCT, 1952),
2. Carte des sols d'Algérie, au 1:500 000^e (INCT, 1952),
3. Carte de la végétation de l'Algérie (Bosquet - Mostaganem), au 1:200 000^e (INCT, 1958),
4. Un fond de cartes topographiques au 1:50 000^e (INCT, 1985),
5. Un Modèle Numérique de Terrain (MNT) de résolution 30 m généré à partir de l'image Radar acquise en date de 11/02/2000 par le satellite Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) (disponible sur : <https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>),
6. Fiches descriptives sur les zones humides Ramsar (DGF, 2001),
7. Le fichier vectoriel de type Shapefile de découpage administratif des communes et wilaya d'Algérie (Comgeo Algérie),
8. L'inventaire Forestier National (IFN) de la wilaya de Mostaganem (IFN, 2008),
9. Série temporelle de haute résolution spatiale acquises par le satellite et Sentinel 2A ([sentinel.esa.int/web/sentinel/sentinel-data access](http://sentinel.esa.int/web/sentinel/sentinel-data-access)),
10. Les données OpenStreetMap (OSM) (<https://extract.bbbike.org>),
11. Base de donnée terrain des classes d'occupation et de couverture de sol avec nomenclature en 5 niveaux (CLC Corine et Ramsar),
12. Un logiciel SIG (ArcGis 10.0 et QGIS),
13. Un GPS de marque Garmin 78c,
14. Appareils photos,
15. Fiches descriptives de validation sur le terrain (2020).

Toutes les données d'entrées et de sortie (résultats) ont été géo référencées dans le système géodésique mondial WGS 84 et la projection *UTM* 30 et 31 N.

Dans notre présente étude nous avons appliqué à l'aide du logiciel ArcGis 10.8 les méthodes de géo référencement, mosaïque, découpage, digitalisation, numérisation, vectorisation sur les documents

cartographiques ainsi que le traitement d'image optique et radar (MNT). Les méthodes ont permis d'élaborer pour la zone une description et caractérisation générales sur les milieux physiques (relief) et biotiques (végétation). L'organigramme suivi est schématisé dans la Fig. 9 suivante

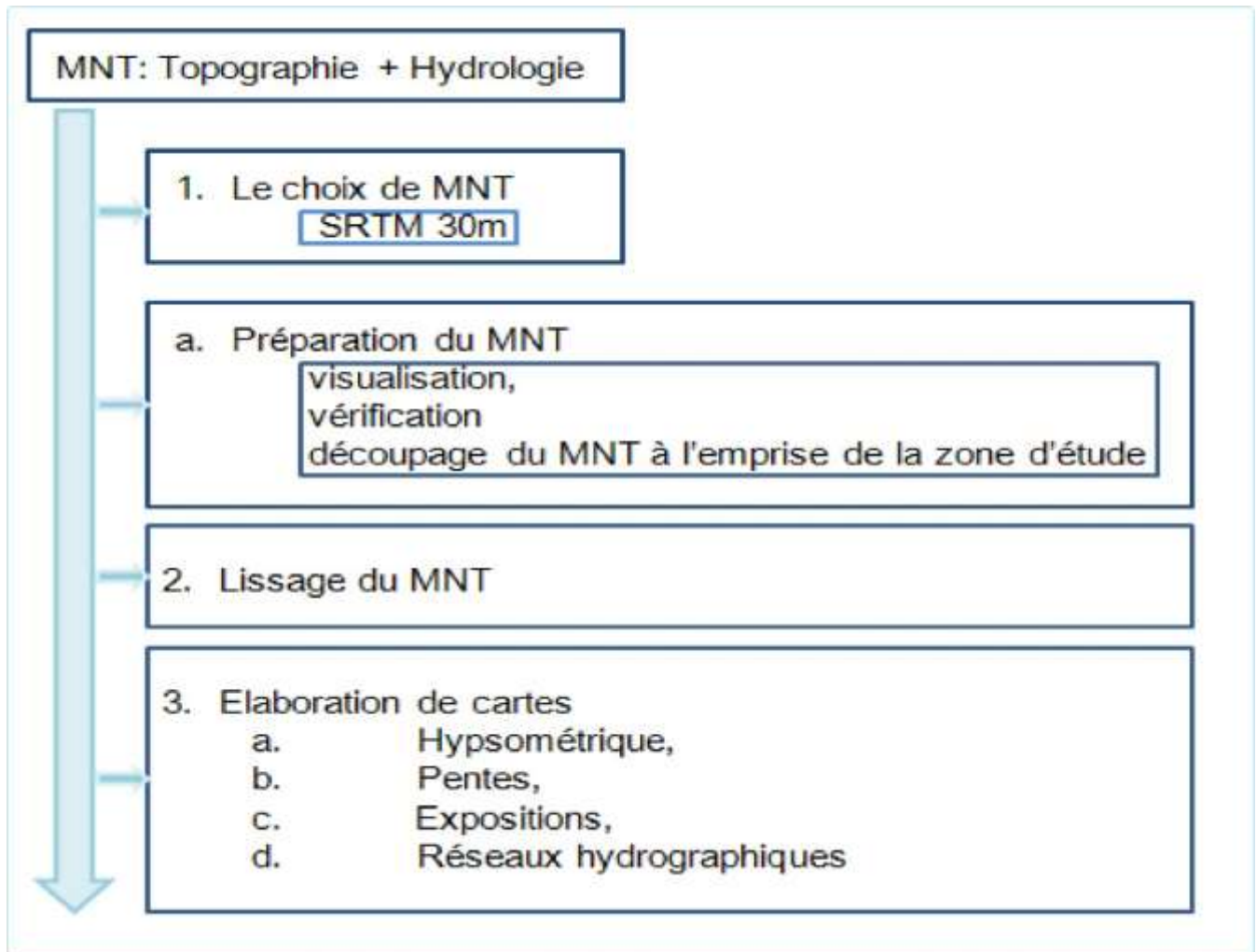


Fig. 9: Schéma de synthèse et d'analyse topographique utilisé dans le traitement du MNT

Les formes de terrain sont construites automatiquement à partir du reclassement des valeurs de l'indice de position topographique selon la typologie prédéfinie ci-dessous (Weiss, 2000) :

Canyons, vallées fortement encaissées, Pentés moyennes, vallées peu profondes, Sources, plateaux drainés, Vallées en forme de U, Plaines, Pentés ouvertes, Plateaux, pentés sommitales, Crêtes locales, buttes dans les vallées, Crêtes à mi- pente, petites collines en plaine, Sommets, crêtes.

Le réseau hydrographique est lié à l'organisation et à la distribution des reliefs sur le terrain. L'influence du relief sur les écoulements des surfaces se conçoit aisément, car de nombreux paramètres hydrologiques varient avec l'altitude, la topographie (précipitation, température...etc.) et la morphologie du terrain en outre, la pente influe sur la vitesse d'écoulement, le relief se

caractérise par :

La courbe hypsométrique : La courbe hypsométrique fournit une vue synthétique sur la pente du terrain donc du relief, cette courbe représente la répartition des surfaces en km² ou en (%) en fonction de ces altitudes en (m). Les courbes hypsométriques demeurent un outil pratique pour comparer plusieurs bassins ou sections entre eux. - Les altitudes caractéristiques : les altitudes maximales et minimales qui sont obtenues directement à partir de la carte topographique, l'altitude maximale représente le point le plus élevé, tandis que l'altitude minimale considérée le point le plus bas.

2.2 Présentation de la zone d'étude

En Algérie, la zone littorale est constituée de plaines, de plateaux, d'ensembles collinaires et d'escarpements où s'inscrivent des échancrures s'ouvrant souvent en forme de baies comme dans le cas des principales villes portuaires. On rencontre souvent des formations dunaires de type calibré qui dégage un plateau sablonneux le long de la côte sous l'effet de vents réguliers. Ceci peut être lié à l'activité du tertiaire et les formations quaternaires qui ont marqué la morphogénèse littorale (Gourninard, 1958).

Mederbal (1983) et Benest (1985) ont montré que la géomorphologie côtière de la région de Mostaganem est dominée par trois principales origines décrites comme suit :

- a. Origine continentale étant donné que le plateau de Mostaganem est recouvert d'un manteau grésé- calcaire reposant sur des marnes du pliocène,
- b. Origine marine vu que l'action des vagues sur le continent désagrège les roches et le sable s'accumule sur les plages,
- c. Origine fluviale par la présence de nombreux oueds potentiellement capable d'entraîner des apports fluviaux remaniés par les vagues puis rejetés sur le continent.(Ouabel,2012).

La wilaya de Mostaganem apparaît sous une morphologie plate, formée par un relief calme, divisé en six unités :

- a. Le cordon littoral,
- b. Les monts de Dahra,
- c. Une zone de collines littorales,
- d. Une zone de plateau,
- e. La vallée du bas Chéelif,

f. Une zone de plaine (la plaine des Bordjias).

La géographie de la wilaya de Mostaganem comprend au centre la plaine de l'Habra entourée à l'Ouest par le plateau de Sig et les monts d'Arzew, au Sud par les monts des Beni-Çhougrane, à l'Est par une portion de la plaine de la Mina et au Nord-Est par la wilaya de Chleff.

Le relief de la wilaya de Mostaganem permet d'individualiser 06 unités naturelles réparties comme suit :

- a. Le cordon littoral ; d'une longueur de 124 Km, il s'étale sur huit (08) communes, et couvre une superficie de 27 043 hectares. Le cordon littoral constitue la frange sahéenne de la Wilaya, composée de formations de sables et de dunes,
- b. La plaine des Bordjias ; cette plaine couvre une superficie d'environ 25 000 hectares. Elle est située dans la partie Sud-Ouest de la Wilaya. Elle se distingue par une topographie relativement plane (pentes généralement inférieures à 3%) et une altitude avoisinant les 40 à 50 mètres. La plaine des Bordjias fait partie de la grande plaine sublittorale d'El Habra,
- c. La vallée du Chleff ; elle occupe une superficie de 15 647 hectares. Elle correspond à de larges terrasses dans la partie amont et centrale, puis se rétrécit progressivement jusqu'à l'embouchure de l'oued Chleff. Cette vallée fait partie de la plaine du Chleff,
- d. Les collines sublittorales ; elles s'étendent sur une superficie de 14 268 hectares, et constituent le prolongement des piémonts des monts de Dahra dans la partie Ouest, leurs altitudes oscillent entre 150 et 200 mètres et la pente est modérée (3 à 12%),
- e. Les monts de Dahra ; ils couvrent une superficie de 78 550 hectares. Ces montagnes se présentent sous la forme de petits massifs d'aspect collinaire. Le relief est très accidenté dans l'ensemble de cette zone, il est entaillé par un réseau hydrographique très chevelu. Les versants présentent des pentes appartenant dans l'ensemble à la classe des 12-25%. Les pentes les plus accusées (> 25%) caractérisent les versants de la partie Est,
- f. Le plateau de Mostaganem ; Il s'étend sur une superficie de 56 198 hectares, et présente un relief relativement ondulé s'abaissant sur la plaine d'El Habra et le golf d'Arzew. L'exposition générale est orientée vers le Nord. Son altitude oscille entre 200 et 250 mètres dans la partie Nord, et entre 150 et 200 mètres dans la partie

Ouest et entre 300 et 350 mètres à l'Est, Il faut rappeler que le méridien de Greenwich traverse la Wilaya au niveau de la commune côtière de Stidia, à une dizaine de kilomètre à l'Ouest du chef-lieu de Wilaya (Zemouri, 2022).

2.2.1 Localisation géographique de la wilaya de Mostaganem

La wilaya de Mostaganem est située au Nord-Ouest de l'Algérie sur le littoral méditerranéen (d'Afrique du Nord), elle s'étend sur une superficie de 2 269 Km². Elle est située à 363 km à l'Ouest d'Alger, à 80,7 km à l'Est d'Oran, à 48 km d'Arzew et à 81 km au Nord de Mascara comme le montre la Fig. 9 suivante :



Fig. 10: Carte de localisation géographique de la zone d'étude

Le plateau de Mostaganem (zone d'étude) est situé au Nord-Ouest de Mostaganem. Il est bordé au nord-ouest par le massif de la Sebkhha d'Arzew et au nord-est par la plaine et oued de Chélif, au sud les contres forts de la plaine de Relizane (Ouabel, 2012) comme le montre la Fig. 10 suivante :

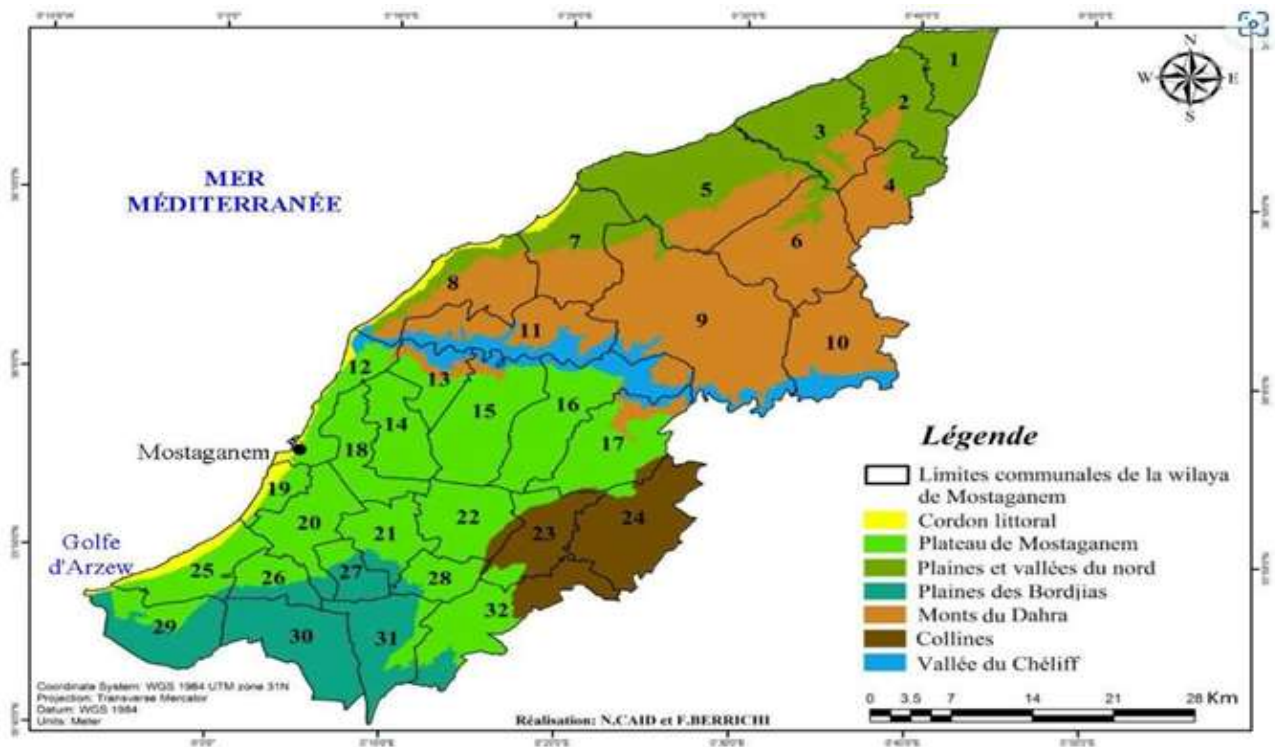


Fig. 11: Délimitation des entités géographiques de la Wilaya de Mostaganem (d'après Caid et al., 2019)

La Fig. 11 montre que la zone d'étude (plateau de Mostaganem) occupe une grande partie dans le nord-ouest de Mostaganem. Elle longe la Méditerranée de l'ouest à l'est et couvre une grande surface dans la zone côtière et littorale de la wilaya de Mostaganem.

La zone d'étude est limitée au nord par la Méditerranée, à l'ouest par les Monts du Dahra, au sud par les collines et à l'ouest par les plaines de Bordjias.

Le plateau de Mostaganem est situé à une centaine de kilomètres à la limite Nord-Est du littoral Oranais, et au Sud de la tranche côtière et de la daïra de Mostaganem, il s'étend :

- a. Depuis la vallée du Chélif au nord ; jusqu'à la dépression de la Macta au sud,
- b. A l'Est, il est limité par la vallée de la Mina et les monts de Bel-Hacel,
- c. A l'Ouest par la Méditerranée.

S'étendant sur une superficie de 75 000 ha (750 Km²) et englobant 13 communes, le plateau se présente comme une aire tabulaire, qui sous l'effet de l'érosion éolienne qui s'est exercée sur ses sols sableux, a donné naissance à une grande extension de dunes continentales, sur une vaste région gréseuse, d'un aspect uniforme et triste, constituée par une série de chaînes de collines à structures plissées et complexes, sous une altitude moyenne avoisinant les 200 m ; qui s'abaissent régulièrement pour descendre à 100 m au niveau de la plaine d'El-Habra et près de la dépression de

la Macta.

Ce plateau est bordé au nord-est par Djebel Disse des monts de Dahra, et au Sud-Est. Il est séparé de la plaine de Relizane par les forêts d'Ennaro et l'Akboub. La morphologie du plateau se divise en deux secteurs suivants :

- a. Une frange littorale : représentée par une côte ardue très élevée sur 242 m d'altitude, qui apparaît sous la forme d'un arc formé par des structures ondulatoires, résultant de l'action des vents dominants, formant ainsi des dunes littorales,
- b. Le plateau proprement dit : Il est formé par des dunes continentales, et nous distinguons ainsi une partie plus basse et peu accidentée marquée par de faibles sinuosités, séparées par des vallées en forme de rochet, qui s'étale jusqu'à la dépression de la Macta (Benaboucha *et al.*, 2021).

2.2.2 Délimitation de la zone d'étude (plateau de Mostaganem)

Le plateau de Mostaganem est situé sur une longitude comprise entre 0°6 Ouest et 0°26 Est et sur une latitude Nord comprise entre 35°40 et 36°01. Le plateau de Mostaganem présente un relief relativement ondulé s'abaissant sur la plaine d'El Habra et le Golfe d'Arzew, il est bordé au Sud Est par une ligne de reliefs jalonnée par les forêts d'Ennaro et de l'Akboub qui le sépare de la plaine de Relizane. Le plateau présente un relief d'aspect tabulaire dans l'ensemble de la zone centrale. Ailleurs en revanche, il est affecté par de nombreuses ondulations orientées Nord-Est, Sud-Est qui délimitent des cuvettes à fond parfois marécageux. Ils se situent à des altitudes variant entre 200 et 250 mètres dans la partie Nord, entre 150 et 200 mètres dans la partie Ouest et 300 à 350 mètres à l'Est aux limites de la forêt domaniale d'Ennaro. Quant au système de pentes, l'analyse de la carte des pentes extraite du MNT (Modèle Numérique de Terrain) fait état de la prédominance de la classe de pente de 3 à 12% pour l'ensemble du plateau et de 12 à 25 % sur les rebords qui limitent au nord le plateau et surplombent la vallée du bas Chélif. Par ailleurs l'analyse de la carte d'exposition rend compte d'une exposition générale orientée vers le Nord.

Le plateau de Mostaganem présente un relief relativement ondulé s'abaissant sur la plaine d'El Habra et le Golf d'Arzew (Zemouri, 2022). Il surplombe la mer et le Bas Chélif par une falaise de 150 à 200 m au Nord et au Nord-Ouest. Il est limité au sud par la dépression de la Macta. A l'Est, il est bordé par des petits reliefs alignés du massif d'Ennaro. (Magherbi, 2015).

La surface du plateau est ondulée présentant une succession de dépressions et de rides orientées NE - SW. Les cartes topographiques de Mostaganem et Bel - Hacel nous montrent une série de dépressions très larges, allongées en forme de fuseau, orientées d'Ouest en Est.

La surface du plateau est ondulée présentant une succession de :

- a. La dépression de Hassi Mamèche et la Vallée des Jardins au Sud de la ville de Mostaganem,
- b. La dépression de Kheir - Eddine au Nord,
- c. La dépression de HachemeFouaga au Nord - Est,
- d. La dépression d'Ouled Ben Bachir au centre,
- e. La dépression d'Ennaro à l'Est de Ouled Ben Bachir,
- f. Dépression de Torch vers l'extrémité Est du Plateau.

Ces dépressions sont peu profondes, elles constituent des zones d'accumulation des éléments fins apportés par le vent ou l'eau.

L'altitude moyenne est de 200 m, localement du côté de Aïn -Nouissy, le Dj. Trek Touires culmine 389 m. A l'est du plateau, nous observons une série de collines : Dj. Ouled sidi Abdellah et Dj. Djezzar qui culminent respectivement 314 m et 456 m. Elles sont orientées Nord N-E / Sud S-O (Magherbi w, 2015). Comme le montre la Fig. 11 suivante



Fig. 12: Image satellitaire (Bing-2023) prise sur le relief de la zone d'étude (carte du plateau de Mostaganem)
Le MNT du plateau de Mostaganem ; est une représentation simplifiée de la surface d'un territoire, en coordonnées altimétriques et planimétriques, calé dans un repère géographique. Il apporte beaucoup de possibilités d'analyses paysagères ou de risques naturels. Il est intégré dans un SIG, et

joue alors un rôle important en matière de possibilités d'exploitation diverses notamment en termes d'analyse spatiale (Ouabel, 2012). Le MNT présente les avantages suivants :

1. Caractérisation de la zone étudiée en mode global,
2. Caractérisation des états de surface et les chemins de l'eau,
3. Identification des relations spatiales entre objets,
4. Identification de l'évolution temporelle de l'espace (Puech *et al.*, 2003).

2.3 Relief de la zone

Les pentes sont relativement faibles, le plan métrage de la carte thématique des pentes fait ressortir que 66% de la surface totale sont situées sur une classe de pente comprise entre 0 et 3% (Megherbi, 2015). Les surfaces et pourcentages ont été exprimés respectivement en ha et % dans le Tab.5 suivant :

Tab. 5 : Surfaces et pourcentages des classes des pentes de terrain (d'après Megherbi, 2015)

Classes des pentes	0 - 3 %	3 - 12 %	12,5 - 25 %	> 25 %	Total
Surfaces (ha)	50 100	24 100	0	900	75 000
Pourcentage (%)	66	32	0	2	100

Le Tab. 5 montre que plus de la moitié (66%) de la surface totale de la zone est située sur des pentes faibles (0 à 3%).

Plusieurs types de traitements (calcul de pentes, expositions et réseaux hydrographiques) ont été appliqués à l'aide du logiciel ArcGis sur le MNT. Le MNT est une représentation numérique du relief ou encore une représentation des valeurs d'altitude d'une zone donnée, qui lui prend en compte les hauteurs du terrain. Le MNT présente une donnée en hydrologie à partir du quelle plusieurs informations peuvent être dérivées dont on peut citer : les courbes de niveau, le réseau hydrographique, sa topologie et son hiérarchisation, la carte des pentes, courbe hypsométrique, la délimitation des bassins versants et de leurs sous-bassins, Sans oublier, le nombre indéterminé des calculs qu'on puisse réaliser : les surfaces des bassins versants, leur périmètre, les longueurs des segments du réseau hydrographique, la densité de trainage, ...

La pente correspond à l'inclinaison des surfaces topographiques. C'est un paramètre hydrologique très important, car elle contrôle la cinématique des écoulements (vitesse, puissance, temps de

réponse) mais peut aussi être évaluée comme critère de comparaison des bassins versants. Pour obtenir la carte de pente à partir d'un MNT, les étapes ci-dessous sont à suivre :

Outils arc Toolbox / Spatial Analyst Tools/ Surface/ Slope. (1) MNT, (2) l'emplacement du fichier de sortie, (3) l'unité de calculs de l'inclinaison de pentes (degrés, pourcentages) (Menad, 2018).

2.4 Ressources en eau

L'Algérie, avec sa centaine de barrages (110), ne mobilise que 4.5 10⁹m³. Les sédiments y déposés sont évalués à 20 10⁶ m³/an de volume perdu. C'est un pays semi-aride, voire même Aride (200 à 400 mm) et les ressources en eau sont faibles, irrégulières, et localisées dans la bande côtière. En Algérie la population était de 23 millions en 87;et sera de 46 en 2020, soit une consommation en eau potable et industrielle de l'ordre de 5 milliards de m³/an, alors que la mobilisation actuelle est à peine de 2 milliards de m³.

Cela signifie qu'il faudra mobiliser dans les 20 ans à venir 3 milliards de m³, sans parler des eaux d'irrigations ni des fuites dans les conduites, soit au total 11 milliards de m³ d'eau, un réel défi à relever mais surtout une stratégie et une politique à définir. Faut il se concentrer sur le dessalement de l'eau de mer ou la redistribution des eaux disponibles à l'échelle d'une région, d'un pays? Le 3^{ème} millénaire connaîtra certainement des crises plus graves liées à des conflits géopolitiques et commerciaux, dus à une ressource indispensable à savoir l'EAU et seuls une coopération internationale, un transfert de technologie, de nouvelles techniques économiques de dessalement et moins de pollution pourraient alléger un tant soit peu les souffrances de certaines populations. Dans ce papier sont développés: L'état actuel des ressources en eau en Algérie, les enjeux et défis futurs à relever; La proposition d'un certain nombre de stratégies et une vision de la ressource en eau (Ahmed K., 2000).

2.4.1 Eaux phréatiques dans la Wilaya Mostaganem

Un aquifère est un sol ou une roche réservoir originellement poreuse ou fissurée, contenant une nappe d'eau souterraine et suffisamment perméable pour que l'eau puisse y circuler librement. La wilaya de Mostaganem dispose d'un aquifère limité au nord, par l'affleurement des marnes du Miocène dont la présence entraîne l'existence d'une ligne de sources au contact des sables du Plateau.

La nappe est située essentiellement dans les grès « calabriens » et les sables qui constituent le réservoir principal. Des passées sablo-argileuses peuvent rompre par place son homogénéité. Les

courbes isopièzes qui a été dressée en 1990 par les services

de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (ANRH), montre huit bassins hydrogéologiques, constituant la nappe aquifère de cette région et dont le plus important a une superficie de 20 000 ha (200 Km²) (Oued Aïn Sefra) à Mostaganem. Les axes principaux de convergences de l'écoulement de la nappe ont des directions divergentes (Allaoui, 2020).

2.4.2 Exploitation des ressources en eau (eau potable)

Le projet Mostaganem, Arzew et Oran (MAO) est un projet structurant eau-barrage-transfert d'eau à partir du barrage du Cheliff vers les 3 localités MAO. Il consiste à alimenter en eau potable les wilayas de

Mostaganem et d'Oran en passant par Arzew. Trois lots forment la consistance technique de ce projet. La réalisation d'un barrage d'une capacité de rétention de 50 millions de m³, une station de traitement d'une capacité de 500 000 m³/jour ainsi qu'une station de pompage et d'autres ouvrages annexes. Il sécurise une région autrefois confrontée aux pénuries d'eau. Le projet MAO permet le transfert d'un volume hydrique de l'ordre de 45 millions de m³/an et 110 millions de m³/an respectivement au profit de la wilaya de Mostaganem et Oran (Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière : ANIREF, 2018).

La wilaya de Mostaganem dispose d'une station de dessalement d'eau de mer située à une dizaine de kilomètres à l'est de la wilaya et est implantée dans la zone de Sonachther; elle a une capacité de production de 200 000 m³/jour pour satisfaire les besoins en eau potable d'une population de 1 333 320 habitants ; elle est entrée en production en octobre 2011, en application d'un programme de production et de livraison de l'eau potable.

L'eau potable est distribuée au sein du territoire de la wilaya à l'aide d'un réseau d'adduction de longueur totale de 1 084,374 km ce qui assure un taux de raccordement en Alimentation en Eau Potable (AEP) de l'ordre de 99 %. A cela s'ajoute un réseau d'assainissement qui s'étend sur une longueur totale de 1 646,928 km ce qui assure un taux de raccordement au réseau public d'assainissement de l'ordre de 73%.

2.4.3 Station d'épuration (STEP)

La wilaya de Mostaganem dispose de deux STEP, l'eau usée est traitée au niveau de ces STEP :

- a. La station de Salamandre dans la commune de Mostaganem avec une capacité de 56 000

m³/jour,

- b. La station de traitement d'eau de Sidi Ladjal d'une capacité totale de 561.600m³/J.
(ANIREF, 2018).

2.5 Géologie de la zone

Les données géologiques sont celles relatives à la lithosphère et aux roches mères. Elles sont issues des données du Bureau de Recherches Géologiques et Minières : BRGM,1959. Les deux échelles sollicitées sont le 1/250 000 et le 1/50 000 lorsqu'il est disponible. La donnée géologique initiale a été simplifiée en regroupant les substrats ramenant ainsi le nombre d'items à une vingtaine selon les secteurs. Cette simplification s'est faite au prisme de 4 caractères déterminants pour les végétations que sont la perméabilité des roches, la teneur en calcaire pour distinguer l'acide de l'alcalin, la richesse en silice et en ferromagnésien pour les roches plutoniques et enfin leur caractère meuble ou solide.

Les données montrent que les sables et les alluvions occupent respectivement 47,37 et 45,39% de la superficie totale du plateau de Mostaganem (Ouabel, 2012). En effet, les alluvions sont des apports sédimentaires qui proviennent de la partie Est du plateau et qui sont stabilisées dans les plaines de la partie ouest de Mostaganem (Mazagran).

Tab. 6: Surfaces et pourcentages des classes lithologiques dans le plateau de Mostaganem (d'après Ouabel, 2012)

Classe des substrats géologiques	Superficie (ha)	Pourcentage (%)
Alluvions	41 986,85	37,98
Sables	43 824,88	39,64
Sables et limons	290,58	0,26
Argiles calcaires	249,07	0,23
Marnes bleues	1 123,79	1,02
Marnes sombres et calcaires	1 224,58	1,11
Grès conglomérats et argiles rouges	287,62	0,26
Grès et sables	750,18	0,68
Grès et limons continentaux à Hélix	182,35	30,16
Grès marins	1 089,69	0,99
Calcaires à lithothamniées	474,42	0,43

Tripolis et argiles à tripolis	151,22	0,14
Gypses et argiles gypseuses	298,00	0,27
Gypses et argiles	392,88	40,36
Calabrien	18 235,66	16,49
Totaux	110 561,78	100,00

2.6 Occupations et couvertures du sol

La carte d'occupation du sol est une donnée importante du milieu dans la mesure où elle permet de mettre en évidence la dynamique des espèces végétales. Depuis les années 1980, l'écologie du paysage a souligné le rôle fondamental de l'organisation des éléments du paysage dans la distribution et la dispersion des espèces animales et végétales (Clergeau, 2008). Aujourd'hui le succès de ces approches est largement imputable à la volonté de préserver la biodiversité fortement dégradée par l'augmentation de la fragmentation des habitats à toutes les échelles et aussi par les changements d'occupation des terres et la dégradation des milieux naturels. La construction d'autoroutes, l'agriculture intensive et l'étalement urbain sont parmi les facteurs qui ont contribué non seulement à la destruction des habitats mais aussi à leur isolement. Il en découle qu'une carte d'occupation du sol présente plusieurs avantages répartis comme suit :

- a. Source d'information sur le type de végétation dominant qui peut être un paramètre révélateur du type de sol,
- b. Source d'information sur l'infrastructure et le degré de développement d'une région donnée,
- c. Source d'information sur les affectations des sols,

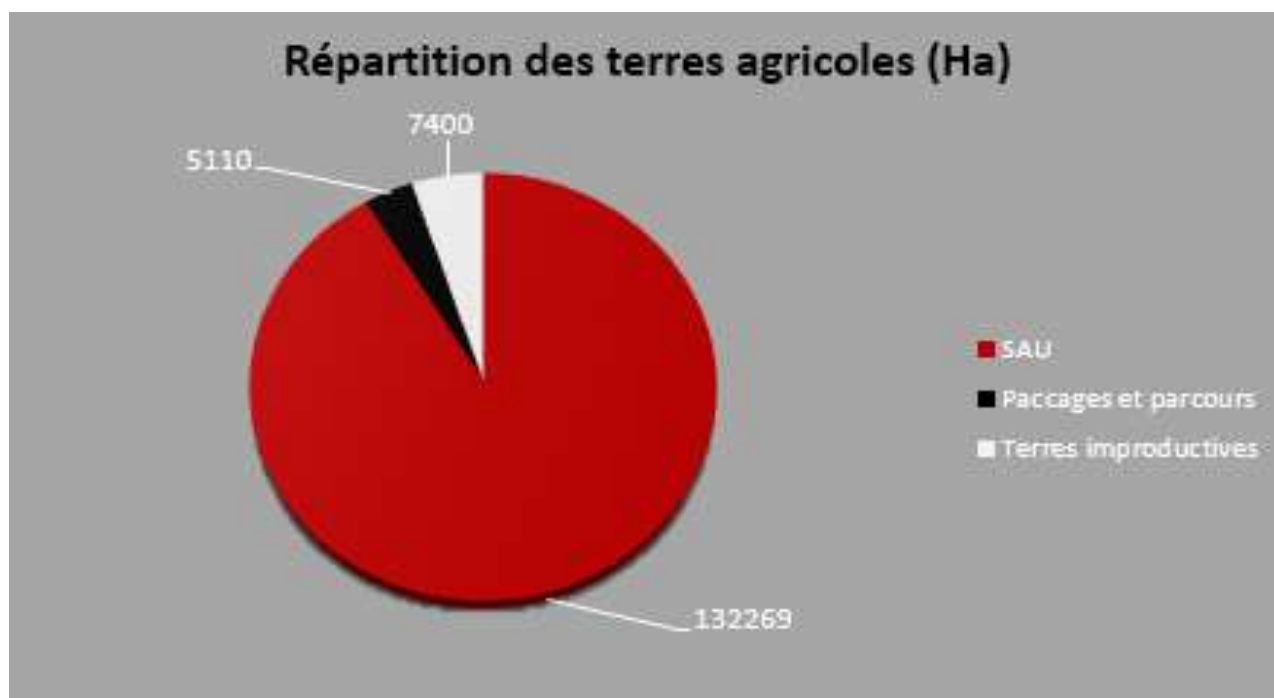
Mise en évidence de la densité et de la distribution des agglomérations dans la région (Ouabel ,2012).

2.6.1 Milieu agricole

La wilaya de Mostaganem a vocation agricole, elle dispose une superficie globale de 226 900 Ha dont 177 310 Ha superficie agricole totale qui représente 78% de la superficie globale et le reste, c'est une terre improductive 49 590 Ha (22%) (DPSB ,2021).

La wilaya de Mostaganem dispose une Superficie Agricole Utile (SAU) de 132 268 ha, soit 58,29% de la superficie totale de la wilaya. L'insuffisance en pluviométrie a entraîné le recours au système d'irrigation, s'appuyant sur la nappe phréatique qui connaît un rabattement très important. Les

terres agricoles de la wilaya de Mostaganem sont réparties en surfaces dans la Fig. 13 suivante :



Répartition des terres agricoles de la wilaya de Mostaganem

Fig. 13: Histogramme de répartition des terres agricoles de la wilaya de Mostaganem (Direction de la programmation et du suivi budgétaire (DPSB, 2021).

Les terres du domaine public de l'Etat sont structurées en Exploitations Agricoles Individuelles et Collectives (EAI et EAC). Les exploitations agricoles sont réparties en nombre et surfaces dans le Tab. 7 suivant :

Tab. 7: Répartition des EAI et EAC de la wilaya de Mostaganem (DPSB, 2021)

Type d'exploitation	Nombre	Superficie (Ha)
EAC	1 269	45 433
EAI	2 514	13 125
TOTAL	3 783	58 558

EAC / EAI de la wilaya de Mostaganem

Le nombre des exploitants agricoles individuels représente 33,54% du total tandis que celui des exploitants agricoles collectifs est de 66,46% qui reproduisent les 2/3 des exploitations agricoles totales, ce qui explique que les exploitants collectifs sont majoritaires et c'est logique d'avoir une

superficie supérieure à celle des exploitants individuels, qui est de 77,59% contre 22,41% qui illustre la superficie des EAI.

La production agricole exprimée en quintaux (qx) est représentée par la Fig.14 suivante :

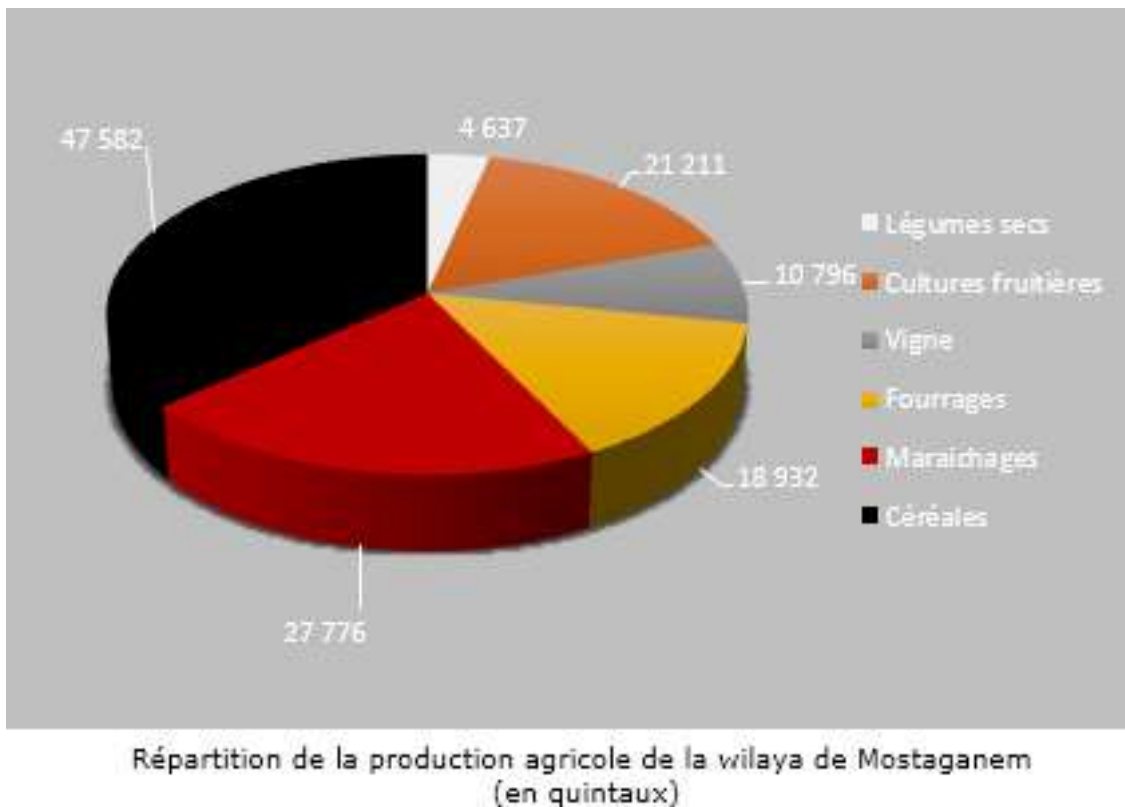


Fig. 14: Répartition de la production agricole (qx) dans la wilaya de Mostaganem (ANIREF, 2018).

Selon un communiqué émanant de la DSA de la wilaya de Mostaganem, les prévisions de la culture de pomme de terre seront en hausse pour l'année 2022. Cette perspective pour la wilaya est le résultat d'une stratégie et des efforts consentis pour satisfaire les besoins du marché. En 2022, une superficie de 6 840 ha a été exploitée par la culture de la pomme de terre de saison. La DSA a indiqué que les objectifs vont atteindre une surface de 12 000 ha. La culture de ce tubercule est concentrée principalement sur le plateau de Mostaganem, notamment dans les communes d'Ain Tedeles, Mesra, Touahria, Bouguirat, Hassi Mamèche et Ain Nouissy. La pomme de terre d'arrière-saison a occupé une superficie de 2 288 ha et a produit une production totale de 594 880 qx, avec un rendement de 260 qx/ha. La production a été totalement récoltée. S'agissant de la pomme de terre primeur, il est prévu une superficie de 500 ha d'où il a été réalisé à ce jour une superficieensemencée de 130 ha. Rappelons que la pomme de terre primeur s'adapte au climat ambiant notamment dans le littoral.

Toutefois les conditions climatiques qui caractérisent le littoral, l'absence de gel en hiver

notamment, permettent d'engranger quatre récoltes dans l'année. Outre la plantation de saison, en mars et en avril, l'arrière-saison à partir du mois de juillet et la primeur en novembre et décembre, on procède à la mise en place de l'extra-primeur en septembre, explique un agriculteur. Pour rappel, la pomme de terre à Mostaganem a atteint l'année dernière (2021) 5,2 millions de quintaux (de saison, précoce et d'arrière-saison) avec le pic de récoltes, enregistré au cours du deuxième trimestre de 2019, avec plus de 3,6 millions de quintaux (Kessous ,2022).

2.7 Conclusion

Le plateau de Mostaganem présente un relief relativement ondulé s'inclinant vers la plaine d'El Habra et le golfe d'Arzew. Cette zone surplombe la mer et le bas Cheliff. Au sud de la vallée du Chélif, le plateau de Mostaganem, dont le soubassement est formé de grès pliocènes à ciment calcaire (Zaoui, 2015). Il présente une surface ondulée, inclinée vers le sud-ouest et le golfe d'Arzew. Les formations du Tertiaire sont couvertes de lumachelles pléistocènes et de matériaux sableux (produits d'altération et remaniements éoliens). Les altitudes sont généralement comprises entre 50 et 300 m, mais elles dépassent localement 450 m. Au nord, le plateau surplombe la mer et le bas Chélif par un escarpement haut de 150 à 200 m. Les sols sont de type décalcifié rubéfié, souvent lessivés, passant souvent à des sols dunaires. Ils peuvent présenter en profondeur des encroûtements calcaires (Boulaine, 1955). Dans les bas-fonds se sont accumulés des matériaux riches en matière organique.

À l'est de ce plateau, des collines aux sommets arrondis, culminant entre et 150 et 300 m d'altitude, peuvent être rattachées aux monts du Dahra selon le critère topographique.

Enfin, à l'extrême sud-est, au pied du plateau, s'étendent les plaines des Bordjias, qui englobent les marais de la Macta. C'est ici le domaine de sols salins développés sur des alluvions.

Les milieux naturels du Plateau de Mostaganem sont diversifiés et ne diffèrent pas des milieux méditerranéens côtiers avec leurs sensibilités et leurs fragilités ainsi que leurs potentialités indéniables.

2.8 Climat de la zone d'étude

2.8.1 Données hydriques (précipitation)

Sur le plan climatique, Mostaganem appartient à l'étage méditerranéen semi-aride. La période chaude et sèche couvre au moins cinq mois de l'année.

Durant la période 1977 à 2012, Mostaganem a reçu des précipitations annuelles moyennes de 376 mm, mais avec de fortes fluctuations interannuelles et une tendance générale à la hausse. Sur les décennies 1980-1989, 1990-1999 et 2000-2009, les valeurs annuelles moyennes ont atteint respectivement 327 mm, 345 mm et 427 mm. La station de Mostaganem semble assez représentative des précipitations moyennes sur la wilaya : avec 340 mm/an sur la période 1976-2005, elle occupe le 6^{ème} rang sur 13 stations, par ordre décroissant, la valeur maximale étant celle de Sidi Lakhdar avec 448 mm/an (Zaoui, 2015).

Pour la même station, la température annuelle moyenne est de 17,5°C sur la période 1977-2012 (Fig. 5). Les valeurs décennales s'établissent à 17,2°C (1980-1989), 17,6°C (1990-1999) et 17,9°C (2000-2009). Cette augmentation se retrouve pour les moyennes décennales des températures maximales journalières, qui passent de 22,9°C à 23,1°C et à 23,6°C respectivement (Caïd *et al.*, 2019).

A partir de précipitations mensuelles, on a calculé les précipitations annuelles de la période (1990-2020) des deux stations ; donc en déduire que la station de Sidi lakhdar est la plus pluvieuse avec 423.9mm et la station de Mostaganem avec 358.5mm (Derbal et Khedimi, 2022).

Tab. 8: Moyenne des précipitations mensuelles (1990-2020) au niveau des deux stations.

Moyenne des précipitations mensuelles (1990-2020) (mm)													P. Annuelle (mm)
Stations	J	F	M	A	Ma	J	Ju	A	S	O	N	D	
Mostaganem	46,6	36,4	40,7	42,3	26	8,6	3,2	4,6	17,6	33,2	60,1	39,2	358,5

* Le régime saisonnier :

Station de Mostaganem : La saison la plus pluvieuse est celle d'automne (132.5mm), suivie par hiver (123.7mm), le printemps avec 76.9mm et un été assez sec de 25.4 mm La station de Mostaganem est de régime saisonnier de type AHPE (automne-hiver-printemps-été).

Station de sidi Lakhdar: La saison la plus pluvieuse est celle d'hiver (156.3mm), suivie par automne (140.2mm) le printemps avec 94.6mm et un été assez sec de 32.8 mm. La station de Sidi Lakhdar est de régime saisonnier de type HAPE (hiver- automne -printemps-été) (Derbal & Khedimi, 2022).

Tab. 9: Précipitations moyennes saisonnières.

Saison	Hiver (mm)	Printemps (mm)	Eté (mm)	Automne (mm)
--------	------------	----------------	----------	--------------

Mostaganem	123,7	76,9	25,4	132,5
Sidi Lakhdar	156,3	94,6	38,8	140,2

2.8.1.1 Humidité relative

Les variations de l'hygrométrie moyennes mensuelles montrent que l'humidité relative (HR) moyenne passe par un minimum au mois de janvier (78%). Elle est plus élevée pendant la saison froide. L'air atmosphérique contient une proportion variable de vapeur d'eau, cette variabilité dans l'espace et dans le temps est due principalement à la température. Cette vapeur d'eau qui alimente les précipitations absorbe en outre les radiations de grandes longueurs d'ondes émises par la terre et l'empêche de se refroidir la nuit en lui renvoyant la chaleur par rayonnement (Aissa *et al*, 2021).

Le degré hydrométrique au niveau de la zone est relativement fort avec 74% en moyenne, cela est dû à la proximité de la zone avec la mer (Bounihi, 2017).

Le tableau ci-dessous montre que l'humidité relative est élevée pendant les mois de décembre et de janvier (atteint 77 %) et minimale baisse jusqu'à 71.8% au mois d'aout pour station de Mostaganem ;Ensuite station de Sidi Lakhdar : l'humidité est élevée pendant les mois de décembre et de janvier, elle atteint 76.7% et minimale baisse jusqu'à 51.4% au mois de juillet;

L'humidité relative joue un rôle important en matière d'apport de vapeur d'eau pour le sol et la végétation. Elle atténue l'effet des fortes températures et peut combler en partie le déficit hydrique accusé, et ceci après les pertes considérables d'eau dues à l'évapotranspiration (Derbal et Khedimi, 2022).

Tab. 10: Humidité relative moyenne des deux stations (exprimé en %).

Humidité relative moyenne en %													Moyenne
Station	J	f	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D	
Mostaganem	77	77	76	75	75	74	72	72	74	75	76	77	75
S/Lakhdar	76,7	74,5	71,2	67,7	63,9	57,4	51,4	52,9	61,5	66,7	72,7	76,6	66,1

2.8.1.2 Humidité spécifique :

Le tableau ci-dessous montre que l'humidité spécifique est élevée pendant le mois d'aout (le mois le plus chaud) est minimale au mois janvier (le mois le plus froid) au niveau des deux stations.

Tab. 11: Humidité spécifique moyenne au niveau des deux stations en % (d'après Derbal et Khedimi, 2022).

Humidité spécifique moyenne en %													Moyenne
Station	J	F	M	A	Ma	J	Ju	A	S	O	N	D	
Mostaganem	7,1	7,2	7,9	8,7	10	12	14	15	14	11	8,9	7,7	10,3
Sidi Lakhder	6,1	6,2	7,6	9	10	11	12	12	11	09,6	7,7	6,6	08,6

2.8.1.3 Brouillard

Ce phénomène est observé durant toute l'année mais ne dépasse pas deux jours par mois. Il contribue à l'augmentation de l'humidité en général, son maximum est pendant la saison des pluies (Aissa *et al*, 2021). Dans la zone, d'après l'ONM, le brouillard se manifeste avec des fréquences très faibles ne dépassent pas 1 à 3 jours par mois avec une totalité de 20 jours durant l'année. Son maximum a été observé pendant le mois d'octobre avec 8 jours de brouillard (Bounihi, 2017).

2.8.1.4 Gelée

Les jours de gelées sont relevés du mois de décembre au mois de mars (gelée hivernale) Le maximum d'apparition de ce phénomène est en mois de janvier (04jours). (Aissa *et al.*, 2021). Dans la zone, le problème des gelées est important pour les cultures surtout maraîchères. Elles sont liées aux températures.

Sur le littoral où les températures d'hiver sont relativement élevées (8°C moyenne) et où les altitudes n'excèdent pas 600m (Bounihi, 2017).

2.8.1.5 Evapotranspiration (ETP)

L'ETP ; c'est la quantité d'eau susceptible d'être perdue sous forme de vapeur sous un climat donné par un couvert végétal. Selon les résultats obtenus par de différents auteurs dont Smahi,2001) qui a travaillé sur le bilan hydrique à l'échelle de la wilaya de Mostaganem entre 1988 et 1997 (10 ans), il constate que L'ETP est faible en saison fraîche et humide, il atteint son maximum durant la saison sèche et chaude. Le déficit en eau est important entre le début de mai et la fin d'octobre. L'ETP annuel est estimée à 876.3 mm. C'est un chiffre alarmant qui ne peut que favoriser la dynamique érosive.

2.8.1.6 Réserve utile (RU)

C'est la quantité d'eau stockée dans le sol et qui peut être utilisée par les plantes. Elle représente environ la moitié de la capacité du champ en eau lorsque cette dernière est en quantité suffisante.

Parmi les études fondées sur les paramètres climatologiques au niveau de la wilaya de Mostaganem, nous citons celles de Bllal (1997), Ismail (1998) Smahi (2001) et Tidjani (2001), qui ont pu montrer ceux qui suivent :

L'année hydrique se divise en deux saisons :

- a. A La première qui coïncide avec la recharge du sol en eau qui commence en mois de novembre et se termine en mars, donc c'est la période où les précipitations sont utiles,
- b. B La deuxième est déficitaire, elle commence en avril et prend fin en mois d'octobre. Durant cette période l'ETP potentielle mensuelle dépasse largement les précipitations mensuelles.

Par conséquent l'irrigation devient nécessaire dès le mois d'avril-mai, et indispensable en juin, juillet août et septembre, les mois où la réserve utile est affaiblie. Le ruissellement est faible, commence à se manifester à partir du mois de novembre et continue jusqu'au mois de mars avec un maximum durant le mois de février. Les résultats obtenus par Tidjani (2001) montrent que 90.3% du volume des précipitations s'évaporent dans la nature, 4.8% de ruissellement et 4.5% d'infiltration, ce qui favorisent le non-renouvellement des nappes (nappe du plateau de Mostaganem) ajouter à cela le transport des éléments sableux du sol.

2.8.2 Données thermiques (température)

L'analyse des données de la température de surface fournies par la station météorologique de Mostaganem montre que la température varie entre 7.7 °C (minimale) et 34.8 °C (maximale). Le mois de janvier est le mois le plus froid et le mois d'août est le plus chaud.

A l'Est du plateau de Mostaganem, l'analyse des données fournies par la station météorologique de sidi Lakhdar montre que la température varie entre 2.6 °C (minimale) et 42.2 °C (maximale) (Derbal et Khedimi, 2022).

Tab. 12: Températures mensuelles maximales de la période (1990-2020) au niveau des deux stations.

Stations	Moyennes Mensuelles Des Températures Maximales (1990-2020)													Moy
	Mois	J	F	M	A	Ma	J	Ju	Ao	S	O	N	D	

Mostaganem	T.max	19,9	21,1	23,9	25,8	28,8	30,5	34,0	34,8	32,1	29,2	24,8	20,7	27,1
Sidi lakhder	T.max	22,0	24,1	28,2	31,1	35,2	39,6	42,2	41,9	38	33,6	27,9	22,7	32,2

Tab. 13: Températures mensuelles minimales de la période (1990-2020) au niveau des deux stations.

Stations	Moyennes Mensuelles des températures Minimales (1990-2020)													Moy
	Mois	J	F	M	A	Ma	J	Ju	Ao	S	O	N	D	
Mostaganem	T min	7,7	7,8	9,1	11,3	13,9	17,5	20,8	22,5	19,6	15,7	11,5	8,2	13,8
S / Lakhdar	T min	2,6	2,9	4,4	07,2	10,5	14,7	19,0	20,2	16,2	11,6	07,0	3,3	10,0

* Températures moyennes annuelles :

La température moyenne est la moyenne arithmétique d'un ensemble de températures mesurées par un thermomètre correctement exposé pendant une période donnée.

D'après le tableau suivant, on observe une augmentation de la température moyenne au niveau de trois stations. Au mois d'aout, elle atteint une valeur extrême. Puis, on remarque une diminution progressive durant les mois de l'hiver (Derbal et Khedimi, 2022).

Tab. 14: Températures moyennes (exprimé par °C) ; au niveau des deux stations

Stations	Les températures moyennes (exprimé par °c) période (1990-2020)												Moy
	J	F	M	A	Ma	J	Ju	Ao	S	O	N	D	
Mostaganem	13,8	14,5	16,5	18,6	21,4	24,0	27,4	28,7	25,9	22,5	18,2	14,5	20,7
S/Lakhdar	12,3	13,5	16,3	19,2	22,9	27,2	30,6	31,1	27,1	22,6	17,5	13,0	21,1

Les écarts thermiques (M-m) :

D'après le tableau suivant la station de Mostaganem appartient au type de climat insulaire tandis que la station de Sidi Lakhder est de type de climat littoral (Derbal et Khedimi,2022).

Tab. 15: Ecarts thermiques (M-m).

Station	M	m	M-m
---------	---	---	-----

Mostaganem	28,7	13,8	14,9
Sidi Lakhdar	31,1	12,3	18,8

2.8.2.1 Vents

Dans la partie ouest d'Algérie (Oranais), les vents arrivent surtout de l'ouest, mais aussi du sud-ouest et du nord-ouest. La saison la plus pluvieuse (fin d'automne et début d'hiver). En été, les vents proviennent essentiellement du nord-est sur la côte pour s'orienter vers le nord-sud en pénétrant à l'intérieur du pays. Les vents sont, dans l'ensemble, faibles à modérés toute l'année. En raison de l'aridité estivale de la région, ce sont la brise marine et le sirocco qui jouent un rôle prépondérant dans la répartition de la végétation (Ouabel, 2012).

Camara (1998) a montré que les vents qui sont considérés comme vents dynamiques sont ceux ayant une vitesse supérieure à 5 m/s. il montre aussi que le régime annuel des vents est caractérisé par ceux qui suivent :

- a. Des vents dominants du nord (14%), d'ouest (13%), suivis par ceux de l'ouest sud-ouest (9,2%) et le nord nord-est (7,6%),
- b. La vitesse maximale de ces vents varie entre 17 et 28 m/s. (61,2 à 101 km/h),
- c. Deux secteurs sont privilégiés par rapport aux autres, il s'agit du secteur nord (35,7%) et du secteur ouest (27,5%).

Ceux-ci nous montrent que le déplacement du sable ne peut s'effectuer qu'à une certaine vitesse dont dépend la forme du grain, le poids et sa position. Selon la vitesse et en tenant compte les seize directions, nous pouvons dire qu'il y a deux types de régimes de vents, un régime journalier et un régime saisonnier et pendant la journée il y a un régime diurne et un régime nocturne (Remaoun, 1991, Senhadji, 1993, Smahi, 2001). Smahi (2001) a montré que l'année se divise en deux saisons, un régime de vent d'octobre à avril et un autre de mai à septembre. Le vent est présent sous trois formes suivantes :

- a. Les vents calmes ; les mois sont calmes par ordre de fréquence août (53%), octobre (52%), septembre (49%) et juillet (48%) et le minimum des calmes se situe en janvier (27%), mars (35%) et avril (34%). Ce sont les mois qui correspondent au mois les plus efficaces de l'année,
- b. Les vents inefficaces ; les vents inefficaces sont représentés par la classe des vitesses

compris entre 1 et 4 m/s, c'est là où il n'y a pas de transport d'éléments sableux mais il y a un dessèchement des grains qui facilite son déplacement après, par le biais des vents efficaces,

- c. Les vents efficaces ; les vents efficaces jouent un rôle important dans le déplacement du sable. A l'échelle de la zone d'étude (précisément le plateau de Mostaganem et le littoral de la wilaya de Mostaganem), nous observons des édifices éoliens dont les nebkas qui sont les plus représentatives (Megherbi, 2015).

NB : Nebka : qui est un dépôt sableux induit par un obstacle (végétal, rocheux,) se trouvant sur la trajectoire des particules sableuses en mouvement. La taille de nebkas est de quelques décimètres de hauteur et de 1 à 4 m de long. En général, l'édification de nebkas se fait rapidement en quelques jours de vent fort de direction constante,

ce type de formation se trouve dans la bordure Est du plateau de Mostaganem et surtout au long de la frange littorale d'Ouest en Est.

Les études menées sur Mostaganem sur les vents montrent que le processus éolien est observé dans les vents efficaces où les fréquences sont très élevées. A noter que les jours sont venteux et les nuits sont calmes.

La connaissance de la direction, de la force et de la fréquence des vents est nécessaire pour voir non seulement son impact sur le milieu physique mais aussi sur le milieu biotique ou agricole afin de prendre les précautions nécessaires dans les travaux de plantation des cultures et vergers arboricoles (Megherbi, 2015).

2.8.3 Autres indices climatiques

2.8.3.1 Indice de Gaussen

Couramment utilisé et plus particulièrement en milieu méditerranéen, cet indice permet d'apprécier la sécheresse estivale en durée et en intensité (Gaussen & Bagnouls, 1953). Un mois est considéré sec lorsque le rapport suivant est vérifié :

$$P < 2T$$

Avec ; P : précipitations mensuelles en mm, T : températures mensuelles en °C. Cet indice est calculable en appliquant la formule à l'aide de l'outil *Calculator Raster* implémenté sur ArcGIS.

Au sens de cet indice un mois sec est un mois où les pertes en eau (causées par une température forte) sont supérieures aux apports d'eau (précipitations).

2.8.3.2 Indice d'aridité de De Martonne

$$I = P/T + 10$$

De Martonne (1942) a défini l'aridité du climat à l'échelle annuelle par le quotient suivant :

Avec ; P : précipitations annuelles en mm et T : températures annuelles en °C. L'aridité étant d'autant plus forte que la valeur de l'indice diminue. La cartographie de cet indice à l'échelle de la France continentale met bien en évidence les zones les plus « arides » (Lebourgeois & Piedallu, 2005).

2.8.3.3 Quotient pluviothermique d'Emberger

Emberger (1955) montre que cet indice combine les précipitations annuelles (P) et l'amplitude thermique, facteur important de répartition des végétaux selon la formule suivante :

$$Q = (100 * P) / (M2 - m2)$$

Avec ; M : Moyenne des maximas du mois le plus chaud et m : moyenne des minima du mois le plus froid. À température moyenne égale, l'évaporation est d'autant plus forte que l'amplitude thermique est élevée. Aussi, de faibles valeurs de cet indice indiquent un climat sec.

2.8.3.4 Indice ombrothermique annuel de Rivas-Martinez (1983)

Cet indice se base sur les mois où la température moyenne est supérieure à 0°C. Il se calcule à partir de la formule ci-après :

$$Io = (Pp/Tp) * 10$$

Avec ; Pp : somme des précipitations mensuelles des mois où la température mensuelle est supérieure à 0°C et Tp : somme des températures mensuelles des mois où la température mensuelle est supérieure à

0°C. Les valeurs obtenues peuvent être reclassées et permettre la définition d'ombrotypes (Rivas-Martinez, 2005) comme suit :

- a. Ombrotypes Valeur d'Io Hyper,

- b. Aride > 0.2 à 0.4,
- c. Aride > 0.4 à 1,
- d. Semi-aride > 1 à 2,
- e. Sec > 2 à 3.6,
- f. Subhumide > 3.6 à 6,
- g. Humide > 6 à 12,
- h. Hyper humide > 12 à 24.

2.8.4 Types de climat

L'indice de continentalité est défini par rapport à l'amplitude thermique moyenne (Mm). Il permet de préciser l'influence maritime ou au contraire continentale d'une région donnée. Sur ce principe Debrach (1953) définit quatre types de climats :

- a. Climat insulaire : M-m 15°C,
- b. Climat littoral : 15°C M-m 25°C,
- c. Climat semi continental : 25°C M-m 35°C,
- d. Climat continental : M-m 35°C.

D'où : M : la moyenne des températures maximales du mois

le plus chaud en °C. m : la moyenne des températures minimales du mois le plus froid en °C.

D'après les valeurs de M-m de l'indice de continentalité obtenues pour notre zone nous pouvons situer les stations météorologiques utilisées dans un climat de type méditerranéen avec deux saisons distinctes.

2.9 Conclusion

Le climat de la wilaya est de type méditerranéen semi-aride, marqué par la faiblesse du niveau des précipitations moyennes annuelles et saisonnières.

Les saisons les plus arrosées sont les mois de novembre, décembre, janvier et février. Les mois les plus secs sont juillet et aout. Par ailleurs, les précipitations ne sont pas uniformément réparties sur le territoire de la wilaya.

La wilaya de Mostaganem accuse un déficit hydrique inquiétant sous toutes ces formes. Une pluviométrie de plus en plus faible, et une température assez élevée des éléments favorisant la dynamique éolienne et la régression du couvert végétal.

2.10 Milieu socio-économique

L'approche par télédétection et SIG rendent plus facile l'approche du terrain dans un territoire à forte insécurité y compris pour la conduite d'une enquête socio-économique. On peut tirer d'une approche par analyse d'images dans l'analyse d'un territoire ; et par étude de l'indice topographique et de l'indice végétatif. La finalité est de mettre en évidence les potentialités de la zone d'étude, en particulier agronomique, afin d'optimiser les cultures et de limiter les risques et les maladies dans le cadre d'une agriculture moderne qui s'inscrit dans un développement durable. Avec un climat semi-aride qui joue un grand rôle important dans le domaine de la production agricole pour l'économie de la wilaya et du pays. De ce fait la zone d'étude est particulièrement intéressante pour les enjeux socio-économiques qu'il constitue. Cette région est choisie, pour sa qualité évolutive de son milieu socioéconomique.

2.10.1 Population

La population de la wilaya de Mostaganem est estimée au 31/12/2021 à 922 405 Habitants, soit un volume additif de 15 265 habitants par rapport à l'année précédente avec une densité de 407 Habit/Km², On remarque la distribution non égalitaire de la population à travers les diverses communes.

Une forte concentration de la population au niveau de la commune de Mostaganem d'une densité de 3 385 habit/km² suivi par la commune de Mazagran avec une densité de 1 860 habit/km² (DPSB, 2021).

Cette évolution est marquée par sa rapidité énorme. Le plateau de Mostaganem est incontestablement le pôle agro-commercial le plus attractif et le plus dynamique sur toute la région. Sa présentation peut éclairer sur les principales propriétés qui stimulent ou limitent le développement de toute la région d'étude. En effet, la commune de Mostaganem découle un bon nombre de facteurs parmi lesquels on évoque :

- a. L'évolution très rapide de sa population,
- b. L'importance de son patrimoine agricole,
- c. Sa position géographique qui constitue un carrefour de travail.

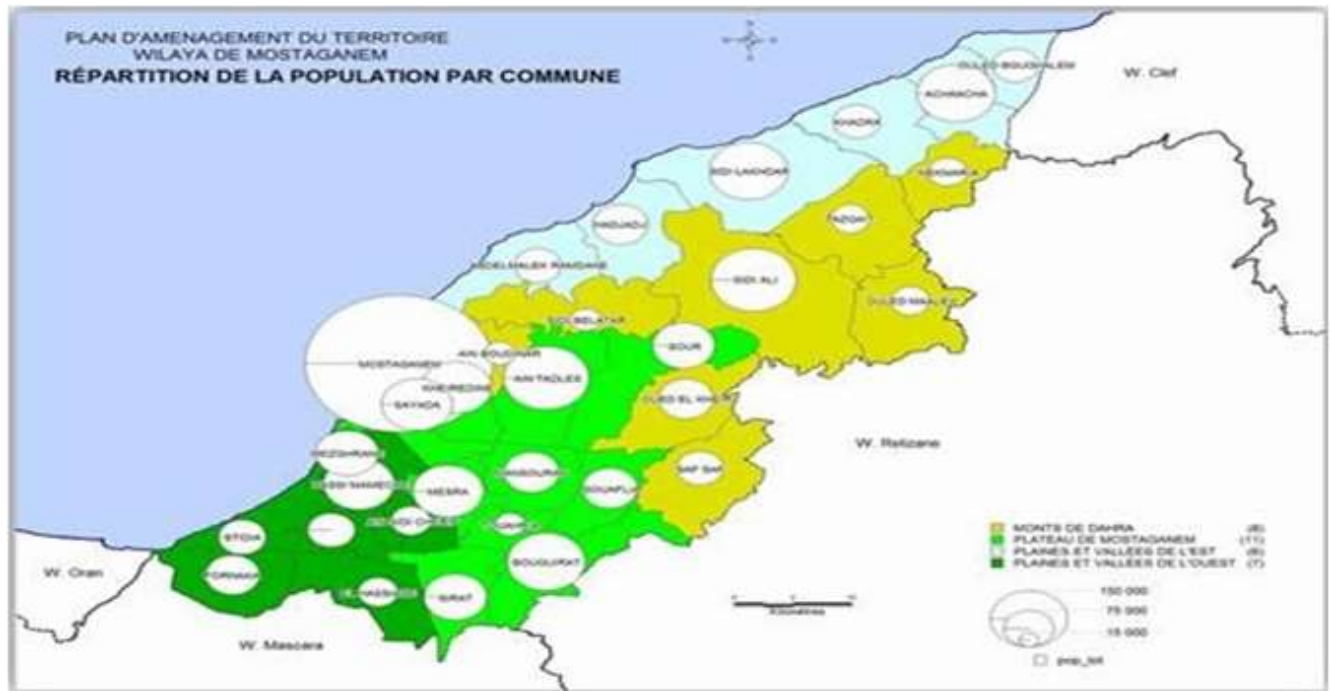


Fig. 15: Carte de répartition de la population par communes de Mostaganem (ANIREF, 2018)

La population de la wilaya de Mostaganem est estimée au 31/12/2021 à 922 405 Habitants, soit un nombre supplémentaire de 15 265 habitants par rapport à l'année précédente avec une densité de 407 Habt/Km². On remarque la distribution non égalitaire de la population à travers les diverses communes.

Une forte concentration de la population au niveau de la commune de Mostaganem d'une densité de 3385 habit/km² suivi par la commune de Mazagran avec une densité de 1 860 habit/km².

Les communes de grande taille en superficies telle que Sidi Ali (217 km²), Sidi Lakhdar (140 km²), Bouguirat (97 km²) abritent des densités de la population réparties comme suit :

- ✓ Sidi Ali (213 habit/km²),
- ✓ Sidi Lakhdar (287 habit/km²),
- ✓ Bouguirat (403 habit/km²).

L'analyse des données de la population montre que la population urbaine et rurale représente respectivement (65,65%, 34,35%) de la population totale et le taux d'urbanisme est de 65,65%, aussi il y'a lieu de noter que la moitié des communes enregistrent un taux d'urbanisation supérieur à 50% et le reste est inférieur à 50%, aussi les grandes communes (Mostaganem 99%, Sayada 84%) connaissent l'apparition d'un phénomène « suburbanisation » (DPSB, 2021)

Ceux-ci sont dus à l'exode de la population et leur installation au tour des zones où se trouve les infrastructures de base, publics et de premières nécessités ou des postes d'emplois disponibles.

Cette répartition a pour conséquence l'apparition des plusieurs problèmes de société, la pression de la population et du logement sur l'agriculture et forêts dans chaque commune du plateau de Mostaganem. Ces données poussent les autorités à prendre les dispositions utiles et nécessaires afin de parer et solutionner ces problèmes socioéconomiques (DPSB, 2021)

Le système urbain de la Wilaya de Mostaganem tel qu'il est aujourd'hui configuré pose le problème de la répartition déséquilibrée des communes et celui de la forte concentration des communes sur le plateau et les vallées, menaçant les ressources naturelles.

Et aussi une caractérisation du plateau qui recèle de potentialités agricoles très importantes, mais menacées par l'érosion éolienne (phénomène de désertification) et hydrique dues à l'arrachage massif du vignoble (années 70). Cette érosion provoque des pertes de fertilités des sols voire une stérilisation irrémédiable, entraînant un déséquilibre écologique, agronomique et social.

2.10.2 Voies de communications

La carte d'infrastructure routière ; l'importance à connaître l'étendue de l'infrastructure routière, réside dans le fait qu'elle participe entre autres à faciliter l'accès aux terres

du matériel roulant et celui d'exploitation agricole. Elle joue un rôle déterminant d'exportation de la production locale et contribue efficacement à la réalisation des différents types d'aménagements opérés dans la région. L'infrastructure routière peut constituer un bon indicateur du degré de développement d'une région donnée. En l'absence d'échelle d'évaluation du niveau de développement d'un réseau routier, le plateau de Mostaganem, semble très dense en routes communales particulièrement. Néanmoins, il est important de poser la question sur la finalité de développer une infrastructure routière en se basant sur deux principes. La convergence des intérêts des individus et de la société et l'obligation d'intégrer les facteurs économiques, sociaux et environnementaux dans tout développement de réseaux routiers (Côté et Waaub, 2000). De ce fait, l'approche systémique est fondamentale et nécessite une collaboration interdisciplinaire intégratrice de plusieurs systèmes de gestion entre eux.

2.10.3 Conclusion

Les activités significatives sont identifiées à partir de leur poids socio-économique et de la stratégie

de développement adoptée pour la wilaya. Plusieurs critères peuvent être adoptés pour réaliser cette identification. Dans le cas de la wilaya de Mostaganem, les indicateurs qui paraissent les plus pertinents sont :

- a. La part dans l'économie de la wilaya,
- b. Les emplois,
- c. L'empreinte au sol,
- d. L'utilisation des ressources locales,
- e. La dynamique des investissements,
- f. La fréquentation du territoire.

A ce titre, l'agriculture occupe la place prépondérante. En effet, la wilaya de Mostaganem compte parmi les premiers producteurs agricoles et avicoles au niveau national. Cette activité centrale est appelée à se renforcer encore plus avec les perspectives de développement d'importants périmètres irrigués. Son plateau est le domaine des cultures maraichères et de la céréaliculture.

La pêche et le tourisme constituent des secteurs à fort potentiel de développement, s'appuyant sur une façade maritime de 124 km, une diversité de milieux naturels constitués d'un important cordon dunaire, de forêts maritimes montagneuses et un climat favorable.

Au sujet des voies de communication, ces activités s'adosent à un réseau routier constituant pratiquement l'unique infrastructure de transport supportant les échanges intra et extra-wilaya.

D'autres secteurs sont intégrés à savoir l'eau et l'énergie, l'eau est en effet le secteur qui présente la plus forte interaction avec les autres activités et qui constitue un maillon stratégique de la chaîne des valeurs sans compter l'alimentation en eau potable des populations. Et l'énergie, indispensable au fonctionnement de la wilaya dans tous ses domaines.

La wilaya de Mostaganem se caractérise par un peuplement déséquilibré au profit des communes, résultats d'une conjoncture socio-économique défavorable dans les zones rurales. La répartition des unités naturelles et des concentrations plus marquées sur le plateau de Mostaganem, mais la densité de population est relativement élevée. Cette inégalité de la distribution de la population se retrouve dans la disparité des densités par commune (Senouci et Trache, 2014)

2.11 Application des moyens et méthodes de la télédétection

L'approche méthodologique adoptée se base sur les outils d'investigation pour diagnostiquer, cartographier et caractériser les milieux physiques et biotiques de la zone d'étude afin de mieux

comprendre son interaction avec le climat et l'homme.

2.11.1 Données images satellitaires

Pour observer la zone d'étude sur les images satellites et d'actualiser sa cartographie thématique, avons utilisé les images optiques réparties comme suit :

- a. 07 images optiques mensuelles et saisonnières acquises entre 2022 et 2023 par le capteur *Multi spectrale Imageur (MSI)* du satellite Sentinel 2 avec une résolution de 10 mètres,
- b. 07 Images d'indices spectraux (*NDVI, NDWI et NDBI*) générées à partir des images optiques saisonnières,
- c. Images Bing de Microsoft (2019, 2020 et 2021),
- d. Images d'archives du Google Earth pro. (2020 – 2023).

Les images optiques acquises par le Satellite Européen Sentinel 2 A ont été téléchargé gratuitement et avec un niveau de correction L2A à partir du site ([images gratuites disponibles sur site : sentinel.esa.int/web/sentinel/sentinel-data-access](https://sentinel.esa.int/web/sentinel/sentinel-data-access)) lesquelles sont listées dans le Tab. 16 suivant:

Tab. 16: Liste des images satellitaires utilisées.

N°	Dates 'acquisition	Résolution spatiale	Résolution spectrale
1	17/04/2022	10m, 20m et 60m	13 bandes spectrales
2	25/08/2022		
3	23/12/2022		
4	01/02/2023		
5	23/03/2023		
6	11/06/2023		
7	01/07/2023		

L'analyse de la série temporelle des images traitées à l'aide du logiciel ArcGis 10.8 (Tab.16) montre que les images ont été disponibles avec un niveau de correction géométrique et radiométrique suffisants ce qui nous a permis de mieux cartographier les milieux physiques et biotiques de la zone d'étude. Cette disponibilité d'images permet une meilleure discrimination pour la cartographie thématique de la zone (Dobson *et al*, 1991) et l'estimation des surfaces des habitats

écologiques présents. Pour affiner l'interprétation des images satellites, avons utilisé les images Bing de Microsoft et du google earth professionnel.

2.11.2 Méthodes de traitement des images satellites

Dans notre présente étude, nous avons adopté une démarche basée sur une série de traitements appliqués à l'aide du logiciel ArcGis 10.8 sur les images satellites afin de nous permettre d'observer, cartographier et détecter les changements spatiotemporels d'utilisation et d'occupation du sol (Heiskanen *et al.*, 2017) et d'évaluer leurs indicateurs de changements dans un temps réduit, à faible coût et avec une meilleure précision (Corgne *et al.*, 2016).

2.11.2.1 Correction géométrique et radiométrique

Nous avons traité les images à l'aide des outils arc toolbox implémentés sur le logiciel ArcGis. Avec les outils, la fusion des bandes (composition colorée), la correction (géométrique et radiométrique), la partition de l'image (segmentation) et la classification automatique en objets thématiques ont été réalisées. Le principe de correction géométrique est basé sur la méthode de correction d'image à image (Jensen, 1996) exemple par rapport à une image de date très récente afin de rendre les pixels sur le même référentiel géométrique. La correction radiométrique consistait à corriger l'image par rapport à une image saisonnière (acquise au mois de Mai) pour ramener les valeurs spectrales sur le même niveau. Ces deux méthodes de prétraitement rendent les images satellitaires utilisables et exploitables.

2.11.2.2 Composition colorée

Pour rendre les images exploitables et comparables entre elles, avons appliqué à l'aide de l'outil *Resample* du logiciel ArcGis la méthode de ré échantillonnage de la bande B11 (moyen infrarouge) du Sentinel-2 de 20m à 10m de résolution et ce pour la fusionner avec les 4 autres bandes de 10m (B2, B3, B4, B8 + B11) du profil spectrale (visible et proche infrarouge). A l'aide de l'outil « *composite band* » du logiciel ArcGis, avons appliqué la méthode de la composition colorée sur les 5 bandes spectrales. La méthode a permis de reconstituer les images en modes multi spectrales car la méthode de fusion entre les bandes offrant la possibilité d'exploiter simultanément les images lors de l'étape de prétraitement précédant la classification d'images (Bechet *et al.*, 2017). La composition colorée appliquée sur les 5 bandes spectrales de 10m (B2, B3, B4, B8 + B11) de l'image acquise par le satellite Sentinel 2A en date du 17/04/2022 donne l'image en vraie couleur

dans la Fig. 16 suivante :



Fig. 16: Image multispectrale en vraie couleur

Ensuite avons découpé à l'aide de l'outil « extraction par masque » du logiciel ArcGis les images multi spectrales selon l'emprise de la zone d'étude. La méthode a permis d'obtenir des imageâtes de dimension économique en taille, en capacité de stockage et en temps de traitement comme le montre la Fig. 17 suivante :



Fig. 17: Image multi spectrale découpée selon l'emprise de la zone d'étude

2.11.2.3 Segmentation

La méthode consiste à extraire de l'information à partir de l'image. Cette technique repose sur deux étapes. Une fois que l'image est corrigée, elle est segmentée en régions afin d'obtenir des objets significatifs. Puis des données spectrales, spatiales et contextuelles sur ces objets sont recueillies afin d'orienter la classification de l'image en utilisant des fonctions statistiques d'appartenance. Pour préparer la classification des catégories thématiques présentes sur les images, nous avons appliqué tout d'abord la méthode de segmentation. Ce type de traitement est une approche « orientée-objet » qui repose sur la notion de segmentation, c'est-à-dire elle divise l'image en « objets » ou segments / polygones. Ce sont des groupes de pixels de propriétés spectrales et spatiales similaires, générés à partir de critères d'homogénéité. La méthode de segmentation appliquée sur les images récentes (2023) a permis de partitionner l'image en 28 973 polygones sous format Shapefile caractérisant les mêmes caractéristiques et propriétés spectrales. Les polygones ainsi obtenus représentent les classes réelles d'occupation du sol similaire comme le montre la Fig. 18 suivante :



Fig. 18: Image multi spectrale (2023) segmentée et convertie en polygones thématique

Les polygones ainsi générés servent comme moyens d'échantillonnage pour préparer l'étape de classification automatique de l'image (Bonnet *et al.*, 2011).

2.11.2.4 Création des zones d'entraînement au sol

Afin de caractériser les habitats écologiques présents dans la zone d'étude, la typologie appliquée de l'inventaire est *Corine Land Cover (CLC)*. Cette dernière associe les deux champs sémantiques de l'occupation des sols en méditerranée (Sparfel, 2011). C'est une base de données géographique issue de l'interprétation visuelle d'images satellitaires (Oncea, 2014) et de la méthode de classification de Corine et Ramsar appliquée aux catégories thématiques présentes dans le bassin méditerranéen. Cette approche a déjà été utilisée dans le cadre des travaux d'observation, cartographie et de suivi de l'évolution de l'occupation et couverture des sols en méditerranée par la télédétection (Beltrame *et al.*, 2015). Pour ce faire, avons identifié les unités d'occupation du sol observées sur le terrain selon la nomenclature de la base de données géographique *CLC* (CGDD, 2009) afin de permettre d'élaborer une cartographie (Beltrame *et al.*, 2015) de l'occupation du sol.

La méthode appliquée à l'aide du logiciel ArcGis consiste à identifier, codifier et éditer les

catégories thématiques observées sur le terrain en *Classe Land Cover (CLC)*

Parmi les classes d'occupation du sol observées, nous citons par ordre croissant les classes artificialisées, agricoles, forestières, terres humides et surfaces d'eau. L'artificialisation désigne toutes activités humaines par lesquelles certaines surfaces de terres sont converties en constructions d'infrastructures socio-économiques. Les sols artificialisés regroupent les zones urbanisées, industrielles ou commerciales, les réseaux de communication, les mines, les décharges et les chantiers (Bleu & Antipolis, 2003). L'urbanisation est l'un des principaux moteurs de l'artificialisation des sols (Bechet *et al.*, 2017). Dans notre travail nous désignons par sols artificialisés toutes constructions qui occupaient les surfaces retirées de leurs états naturels, c'est-à-dire de leurs usages agricoles ou forestiers (routes, industries et urbanisation).

Les classes *CLC* d'artificialisation des sols observées sur le terrain constituent des territoires artificialisés principalement par l'étalement du tissu urbain continu (*CLC111*) et discontinu (*CLC112*), zones industrielles et commerciales (*CLC121*) et réseaux routier, ferroviaire et espaces associés (*CLC122*). Les quatre (04) classes *CLC* ont été photographiées et présentées dans la Fig. 19 suivante :



Fig. 19: Photos prises sur les classes *CLC* des territoires agricoles de la zone d'étude (clichés Kada & Benatia, 2023).

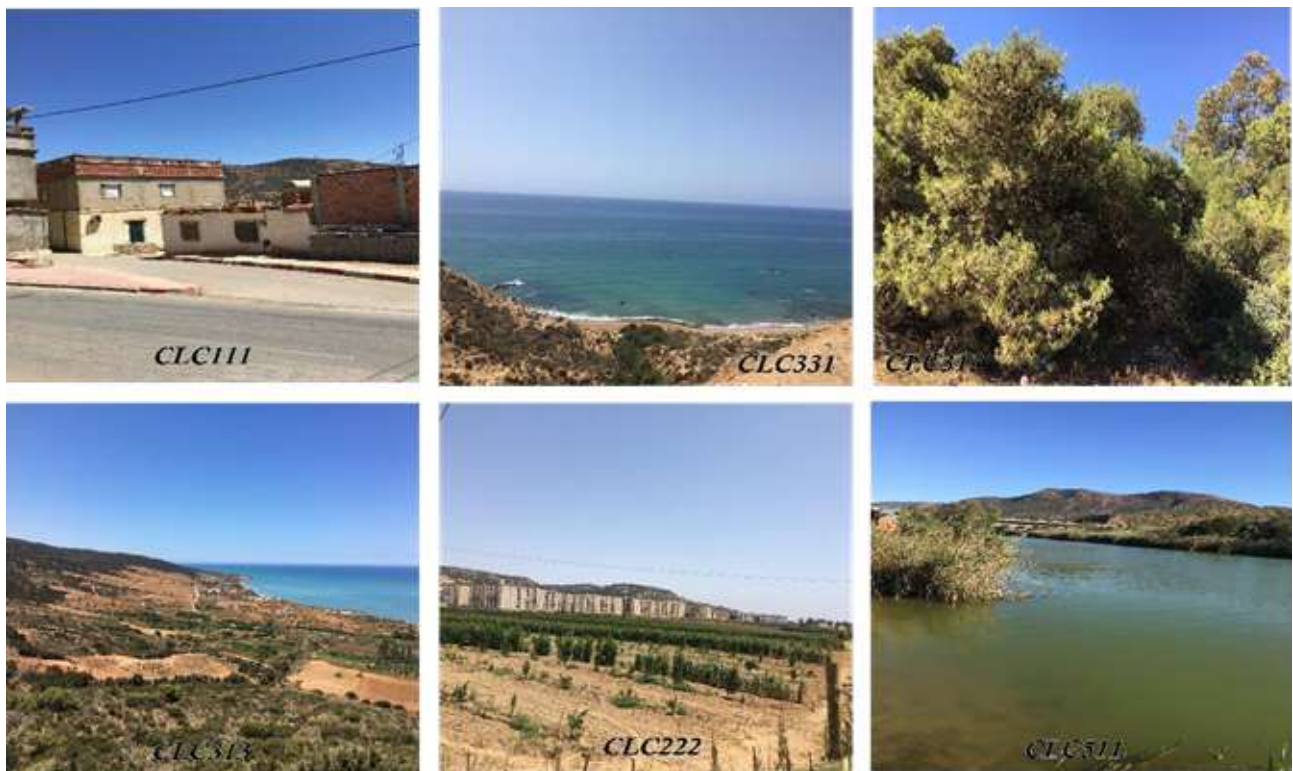


Fig. 20: Photos prises sur les classes CLC des territoires artificialisés, agricoles et forestiers de la zone d'étude (clichés Kada & Benatia, 2023).



Fig. 21: Photos prises sur les classes CLC des zones humides, roches nues et surfaces en eau de la zone d'étude (clichés Kada & Benatia, 2023).

L'analyse des classes CLC observées sur le terrain nous montre que la surface totale de la zone d'étude est couverte par 16 Catégories thématiques identifiées selon la base de données *Corine Land Cover* dans le Tab. 17 suivant :

Tab. 17: Classes CLC d'occupation et couverture du sol

N°	Niveau	Classes <i>Corine Land Cover</i> (CLC) d'occupation et couverture du sol	Codes
----	--------	--	-------

1	Territoires artificialisés	Tissu urbain continu	CLC111
2		Tissu urbain discontinu	CLC112
3		Zones industrielles et commerciales	CLC121
4		Réseaux routier et ferroviaire et espaces associés	CLC122
5		Décharges	CLC132
6	Territoires agricoles	Périmètres irrigués en permanence	CLC212
7		Vignobles	CLC221
8		Vergers et petits fruits	CLC222
9		Oliveraies	CLC223
10		Cultures annuelles associées aux cultures permanentes	CLC241
11	Forêts et milieux semi-naturels	Forêts mélangées	CLC313
12		Plages, dunes et sable	CLC331
13		Roches nues	CLC332
14	Zones humides	Zones humides.	CLC411
15	Surfaces en eau	Cours d'eau et voies d'eau	CLC511
16		Plans d'eau	CLC512

L'analyse du Tab.17 montre que la zone d'étude abrite 5 niveaux de territoires (artificialisés, agricoles, forêts et milieu semi naturels, zone humide et surfaces en eau) représentées en détail par 16 classes *CLC* d'occupation et de couverture du sol.

2.11.2.5 Calcul des indices spectraux

Pour affiner l'interprétation des images satellites et cartographier l'évolution saisonnière de la végétation dans le périmètre des plateaux, nous avons calculé les indices spectraux (Bechet *et al.*, 2017) à partir des images saisonnières (hivernale, printanière et estivale) afin de nous permettre de suivre la dynamique des végétaux.

Parmi les indices, nous avons utilisé l'indice de végétation connu sous le nom anglophone

Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) proposé par Rouse et al. en 1973. La normalisation par la somme des deux bandes (Rouge et Proche infrarouge) permet de réduire les effets d'éclairement. Le *NDVI* conserve une valeur constante quelle que soit l'éclairement global, contrairement à la simple différence entre la bande proche infrarouge et rouge (indice de végétation simple), qui est très sensible aux variations d'éclairement. L'indice normalisé est sensible à la vigueur et à la quantité de la végétation. Cet indice est le plus connu en télédétection car il fournit des valeurs estimées de « l'intensité de vert » des végétaux, c'est un indicateur de la vigueur de croissance et de la santé végétale. Le *NDVI* est un indice sans dimension, aussi sa valeur est-elle comprise entre -1 et $+1$. Les valeurs situées en dessous de $0,1$ (ou couleur noir) correspondent aux étendues d'eau et aux sols nus, tandis que les valeurs plus élevées $0,1$ à $0,7$ (couleur blanche) indiquent une forte activité de photosynthèse (Meneses-Tovar, 2011). Les images de l'indice *NDVI* ont été calculé à partir des images saisonnières (janvier à juillet 2023) pour suivre l'état de l'activité chlorophyllienne. Les images de *NDVI* sont géo référencées, superposables et riches en informations relatives à la présence/absence de la végétation (couleur blanche sur l'image) et non végétation (couleur noire). Ces deux teintes de couleur (blanche/noire) permettent d'affiner l'interprétation, aider à l'échantillonnage et renseigner les segments lors de l'apprentissage pour une bonne classification.

Pour séparer les surfaces de l'eau des classes végétales, nous avons utilisé l'indice normalisé de différence d'eau connu sous le nom anglophone *Normalized Difference Water Index (NDWI)* car cet indice est souvent utilisé pour identifier les surfaces aquatiques (McFeeters, 1996). L'indice permet de combiner les informations des canaux vert et proche infrarouge respectivement liés à la variation de densité et de profondeur de submersion des herbiers aquatiques (Lieutand & Puech, 1996). Les zones d'eau libre ont des valeurs positives (couleur blanche) tandis que les zones de sol et de végétation terrestre ont des valeurs inférieures ou égales à 0 (couleur noire) (Davranche, 2008) cela permet d'estimer l'évolution des superficies des eaux en comparant une série des images à différentes périodes du temps (Rafik & Oughriss, 2016).

Les images de *NDWI* sont géo référencées, superposables et riches en informations relatives à la présence/absence d'eau en surface (couleur blanche) et non eau (couleur noire). Les images *NDWI* ont permis d'affiner l'interprétation et contribuent dans la cartographie des surfaces inondées saisonnièrement ou en permanence.

L'indice de bâti ou urbain *Normalized Difference Built-up Index (NDBI)* est aussi calculé afin de mettre en relief les zones urbanisées. Les indices sont connus sous des sigles anglophones lesquels

peuvent être écrit par les formules suivantes :

- a. $NDVI = (PIR - R) / (PIR + R)$,
- b. $NDWI = (R - MIR) / (R + MIR)$,
- c. $NDBI = (MIR - PIR) / (MIR + PIR)$ Avec :

PIR : Proche Infrarouge, MIR : Moyen Infrarouge R : Rouge,

Nous avons appliqué la méthode de calcul des indices spectraux à l'aide de l'outil Arc toolbox "Calculatrice Raster" implémenté sur le logiciel ArcGis. Les méthodes ont permis d'obtenir des images qui mettent en relief l'activité et l'intensité chlorophylliennes de la couverture végétale, surfaces inondées par l'eau de surface et surfaces artificialisées (bâties, ...etc.). La méthode de croisement entre les images d'indices et de classification a permis d'apporter un complément utile à l'interprétation des images satellites.

2.11.3 Application de la méthode de classification automatique

2.11.3.1 Cartographie de l'occupation du sol

L'objectif de la classification automatique des images est d'exploiter les informations spectrales contenues dans les images afin de nous permettre de travailler sur des grandes surfaces (Bonnet *et al.*, 2011). La méthode de la classification automatique des images permet de réaliser une cartographie la plus fidèle possible de la réalité du terrain (De Wispelaere, 1994). Pour ce faire, à l'aide des outils de la classification implémentés sur ArcGis, avons appliqué la méthode de classification supervisée de type orientée-objet qui offre des avantages considérables sur les classifications classiques pixel à pixel (Sparfel *et al.*, 2011). Le principe de la méthode orientée-objet est de regrouper les pixels similaires en objets que l'on classe sur la base de critères spectraux, texturaux, forme et de voisinage (Gao et Mas, 2008). La classification orientée-objet a montré que l'occupation du sol est significative du point de vue sémantique et réponds mieux à l'interprétation (vérité terrain) (Achbun *et al.*, 2011).

L'application de cette méthode a montré un réel intérêt pour la caractérisation des grands types de végétation (Sellin *et al.*, 2013). La méthode a permis de rendre les classes spectrales échantillonnées en unités réelles d'occupation de sols regroupées en classes thématiques et codifiées en 16 classes *CLC* quantifiables.

2.11.3.2 Données terrain et évaluation de la classification (ou post-classification)

La méthode d'évaluation de la classification consiste en comparer les résultats des images classifiées (Sparfel, 2011) avec un plan d'échantillonnage. Il existe plusieurs protocoles d'évaluation de la classification et de validation des cartes (Olofsson *et al*, 2013). Dans notre présente étude, avons utilisé le protocole d'évaluation appliqué par l'institut Tour du valat (France) dans le projet (*Globewetland : GW*) portant le suivi des changements spatiotemporels des terres humides méditerranéennes car les classes *CLC* présentes dans notre zone d'étude sont similaires. Pour ce faire, avons choisi aléatoirement cinq (05) échantillons à l'intérieure de chaque segment (ou polygone) de la classe *CLC* classifiée. Cet échantillonnage a été appliqué sur les 16 casses *CLC*. La méthode SIG a permis de choisir 425 échantillons localisés en coordonnées géographiques dans 35 segments. Les 425 échantillons ont été intégrés dans un GPS 78sc de marque Garmin pour nous permettre de repérer et localiser au sol les échantillons. Lors de l'observation des échantillons sur le terrain, avons noté les classes *CLC* par une note 1 à 5 comme Niveau de Certitude (NC) et de 0 à 8 comme Note de référence (Nréf) (voir tableau de validation annexé).

Le traitement statistique consiste en diviser le total de la colonne NC sur celle de Nréf. Le rapport ($NC = 1590 / Nréf = 1650$) donne un taux de 96% ce qui montre que les images satellitaires ont été bien classifiées et que les données télé détectées sont assez proches de la réalité du terrain. Les résultats des classifications peuvent donc être intégrés dans un environnement SIG pour une éventuelle estimation des superficies thématiques (Thomlinson *et al.*, 1999).

2.11.3.3 Intégration et analyse des résultats dans un environnement SIG

La méthode d'intégration des résultats de la classification dans l'environnement SIG a permis d'élaborer pour la zone une spatiocarte actuelle et à jour. A l'aide du logiciel ArcGis et par requête de type attributaire, avons obtenu les statistiques qui ont permis de calculer les indicateurs d'état et de suivi de l'évolution saisonnière de la végétation.

2.11.3.4 Création de la carte et exportation

A l'aide du logiciel ArcGis 10.8, avons appliqué les méthodes SIG pour mettre en formes universelles les cartes obtenues sur la configuration du terrain et son occupation végétative. Les cartes ont été exportées sous format JPEG, A4 type paysage avec une résolution 300 ppp (*dpi*) et une échelle de sortie de 1/25000.

Les cartes ont été insérées sur un fond d'image satellite ce qui montre leur bon géo

référencement.

L'analyse des cartes montre que les objets graphiques présentent une meilleure qualité de visibilité, lecture et de compréhension.

3 Chapitre III : Résultats et discussions

3.1 Analyse des résultats topographiques

3.1.1 Situation géographique et administrative de la zone d'étude

Les méthodes SIG (géo référencement, numérisation, découpage, création et croisement entre les couches vectorielles) ont permis de réaliser pour la zone d'étude une carte de localisation géographique comme le montre la Fig. 22 suivante :

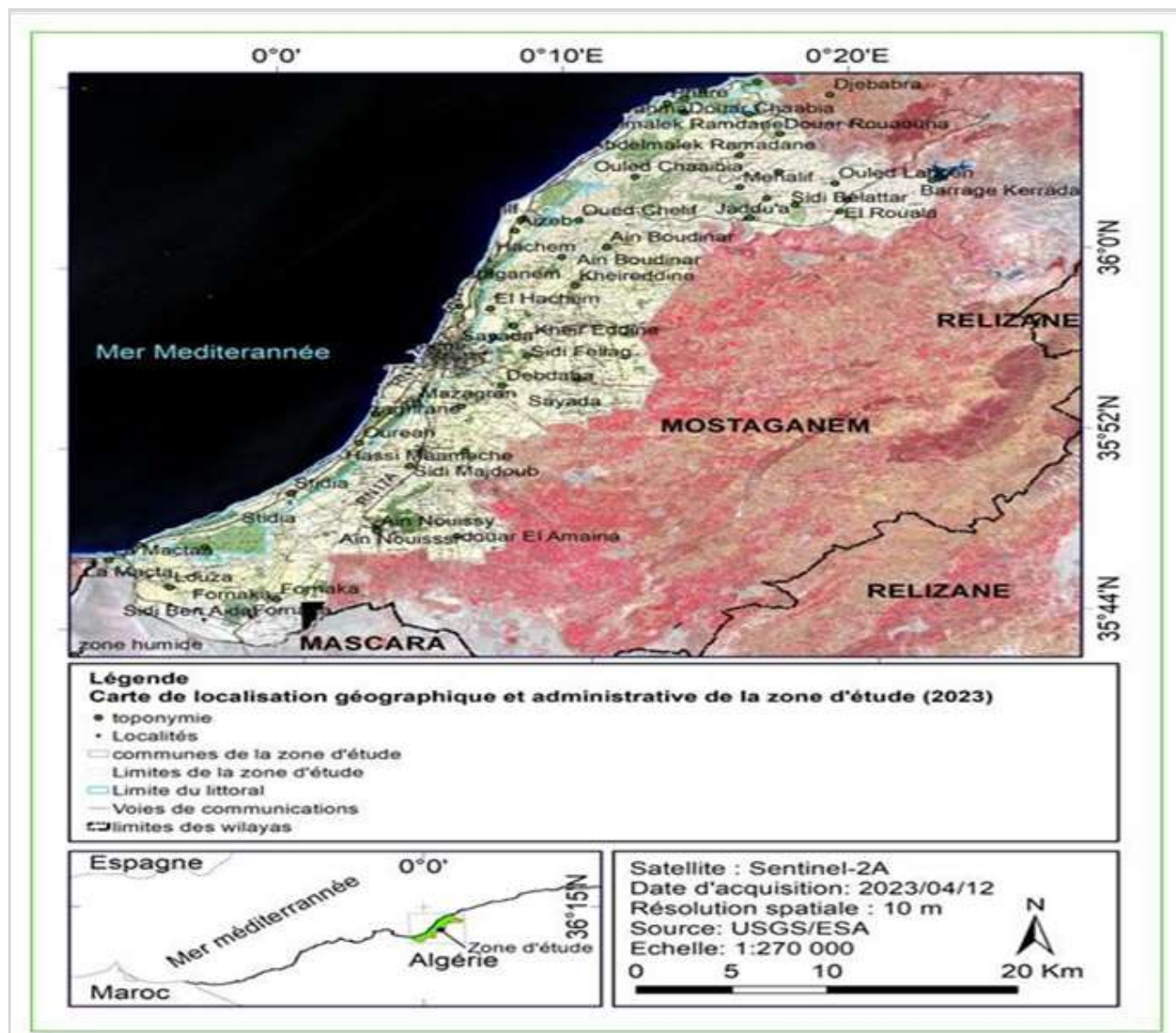


Fig. 22: Carte de localisation de la zone d'étude : Conception : (Farah©2023)

La Fig. 22 montre que la zone d'étude (plateau de Mostaganem) occupe une grande partie dans le nord-ouest de la wilaya de Mostaganem. Elle s'étend sur cinq communes côtières (Fornaka, Stidia, Mazagran, Mostaganem et Abdelmalek Ramdane).

Pour reconstituer et restituer la forme réelle du terrain de la zone d'étude, nous avons utilisé le MNT- 30m. Le MNT est une grille d'altitude ne contenant que le relief naturel sans végétation ou de bâtiments (Roullé *et al*, 2010). Il s'agit d'une représentation numérique du relief donc des valeurs d'altitudes qui sont exprimées en mètres par rapport au niveau moyen de la mer (Gregory & Lee, 2012) en restituant à la zone sa forme en 3 dimensions (3D).

Il permet de réaliser une analyse spatiale représentative car il reflète des informations relatives à la structure morphologique sur l'ensemble de la zone (Lin, 2009). La méthode de lissage paramétré en moyenne sur un cercle de 3 cellules appliquée sur le MNT à l'aide de l'outil "*statistiques focales*" du logiciel ArcGis a permis d'atténuer le bruit qui génère des défauts sur la pente et le réseau hydrographique (Manière, 2019). La méthode de découpage selon l'emprise de la zone d'étude a été appliquée sur le MNT à l'aide de l'outil "Extraction par masque" du logiciel ArcGis et qui a permis de générer 5 indicateurs topographiques (altitudes, pentes, expositions et l'hydrogéologie).

3.1.2 Géomorphologie

Les méthodes SIG (extraction par masque, lissage, reclassement, conversion de raster à vecteur et croisement entre les couches) appliquées sur le MNT ont permis de restituer à la zone d'étude son relief et sa configuration physique du terrain comme le montre la Fig. 23 suivante :

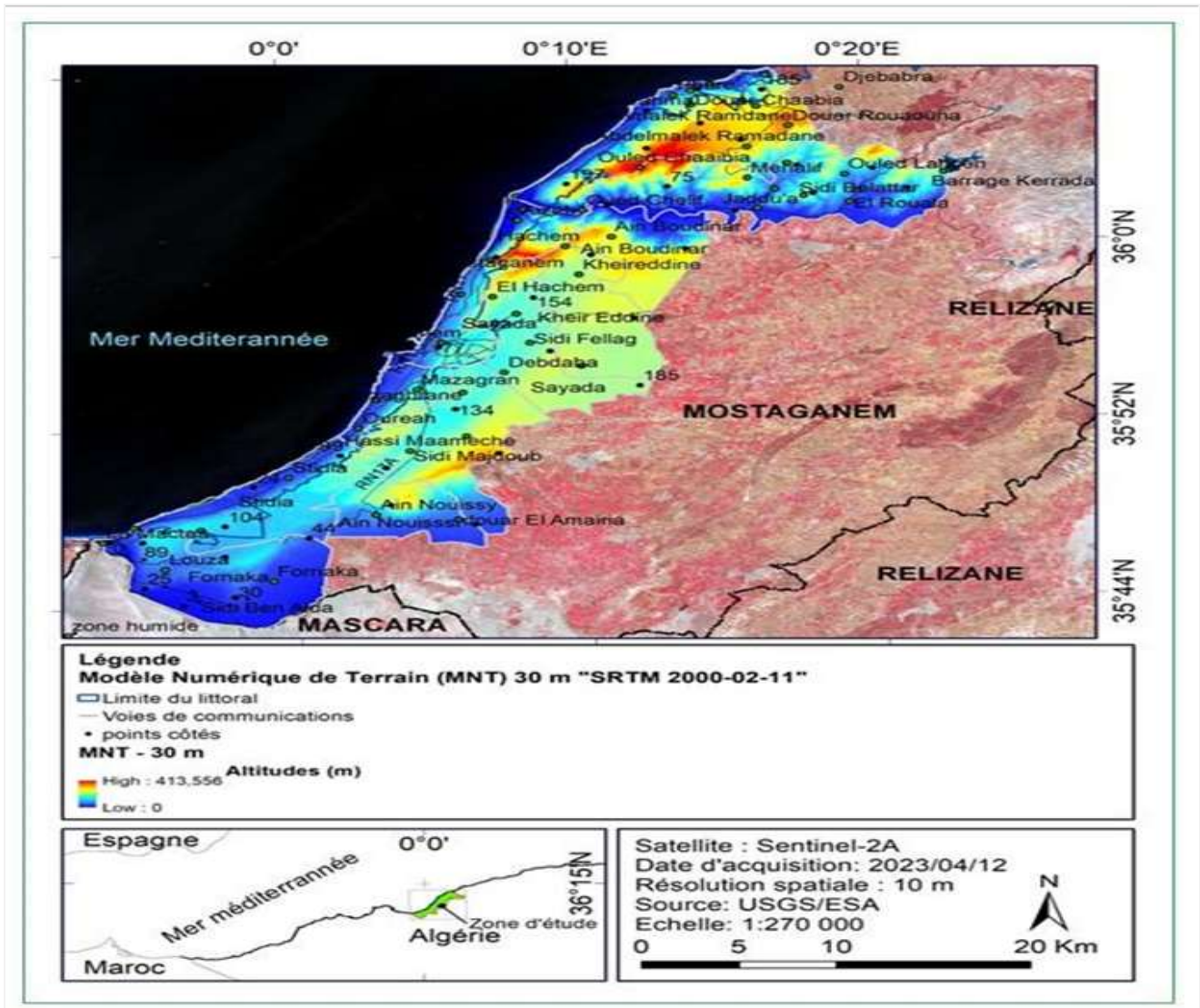


Fig. 23: Modèle Numérique de Terrain (MNT-30m). Conception : (Farah©2023)

La Fig. 23 montre que les altitudes du terrain de la zone d'étude varient entre -6 et 413,5 m. les altitudes négatives (-6m) sont situées au niveau de l'embouchure de la Macta à l'ouest et à oued Chélif à l'Est. Les altitudes les plus élevées sont situées à Djebel Disse (Mostaganem) et aux sommets de des montagnes dans la commune de Abdelmalek Ramdane.

3.1.2.1 Hypsométrie

Les méthodes SIG (reclassification en tranches altitudinales et conversion en vecteur) appliquées sur le MNT à l'aide du logiciel ArcGis ont permis d'élaborer pour la zone d'étude une carte hypsométrique ou d'altitudes regroupées en 6 tranches ou classes d'élévation comme le montre la Fig. 24 suivante :

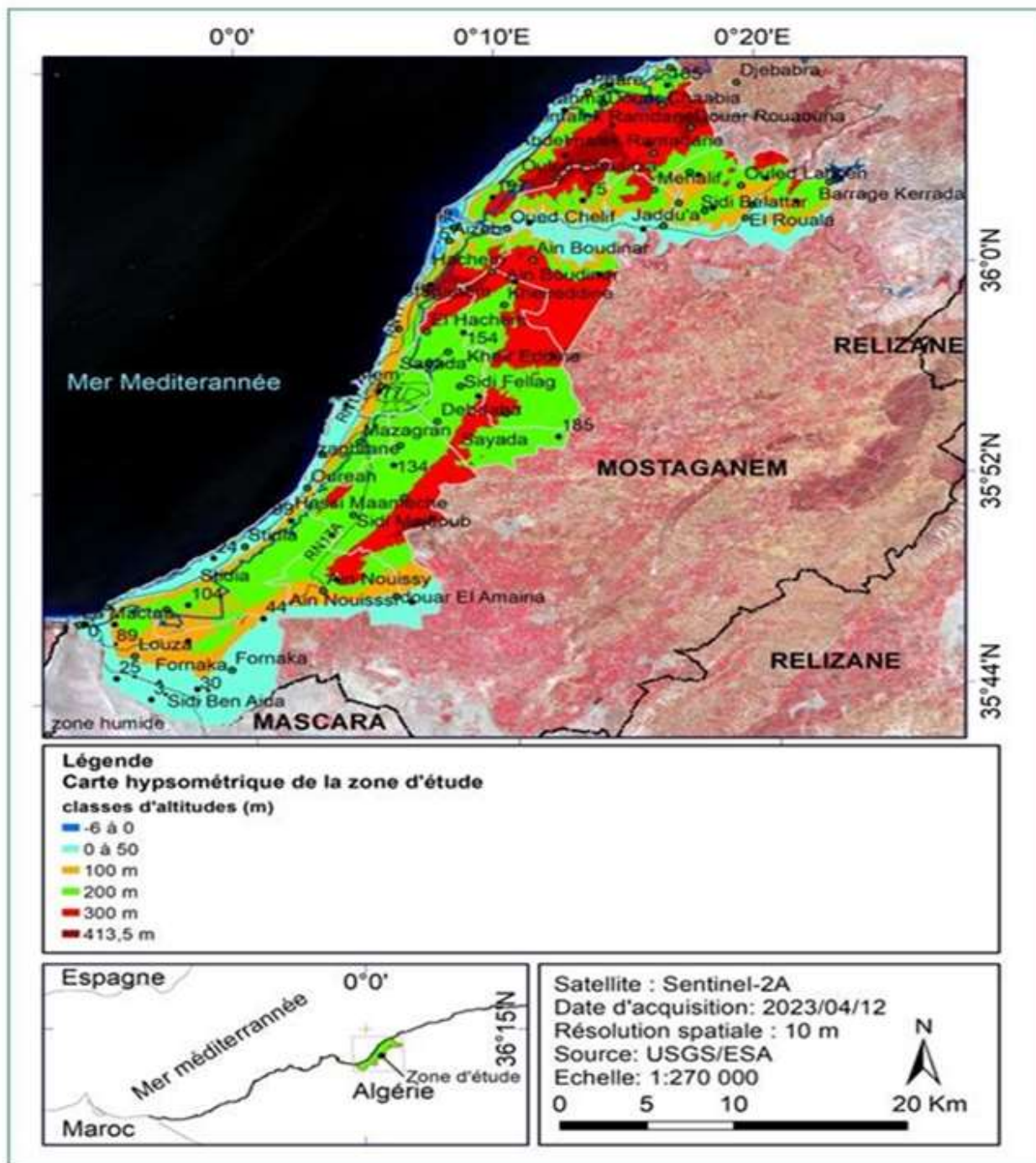


Fig. 24: Carte hypsométrique de la zone d'étude. Conception : (Farah©2023)

La Fig. 24 montre que les terrains situés sur les altitudes supérieures à 300 m sont localisés au niveau des communes de Hassi Mamèche, Sayada, Mostaganem, Kheir Eddine et Abdelmalek Ramdane. Les six (6) classes d'altitudes sont réparties en surfaces (ha) et pourcentage (%) dans le Tab. 18 suivant:

Tab. 18: Pourcentage et surfaces des classes d'altitudes de la zone d'étude

N°	Classes d'altitudes (m)	Surfaces (ha)	Taux (%)
1	-6 à 0	412	0.75
2	0 à 50	13 277	23.36
3	100 m	8 231	14.48
4	200 m	21 815	38.38
5	300 m	11 186	19.68
6	413,5 m	1 907	3.35

Le Tab. 18 montre que les terrains situés sur des altitudes basses c'est-à-dire de 0 à 100 m occupent une surface de 21 920 ha ce qui correspond à 39% de la surface totale de la zone alors que ceux situés sur les altitudes comprises entre 100 et 413,5 m couvrent 61% de la surface totale de la zone.

3.1.2.2 Pentés du terrain

La pente topographique correspond à l'inclinaison d'une surface par rapport à l'horizon. Elle est calculée à partir du MNT à l'aide du logiciel ArcGIS. Le calcul se base sur la valeur d'altitude de chaque pixel et utilise les valeurs des huit pixels voisins pour définir la pente d'un pixel donné (Burrough & McDonnell 1998). Les méthodes SIG (calcul de pentés et conversion des rasters en vecteur) appliquées sur le MNT à l'aide du logiciel ArcGis ont permis d'élaborer pour la zone d'étude une carte des pentés classifiées en 7 classes de pentés comme le montre la Fig. 25 suivante :

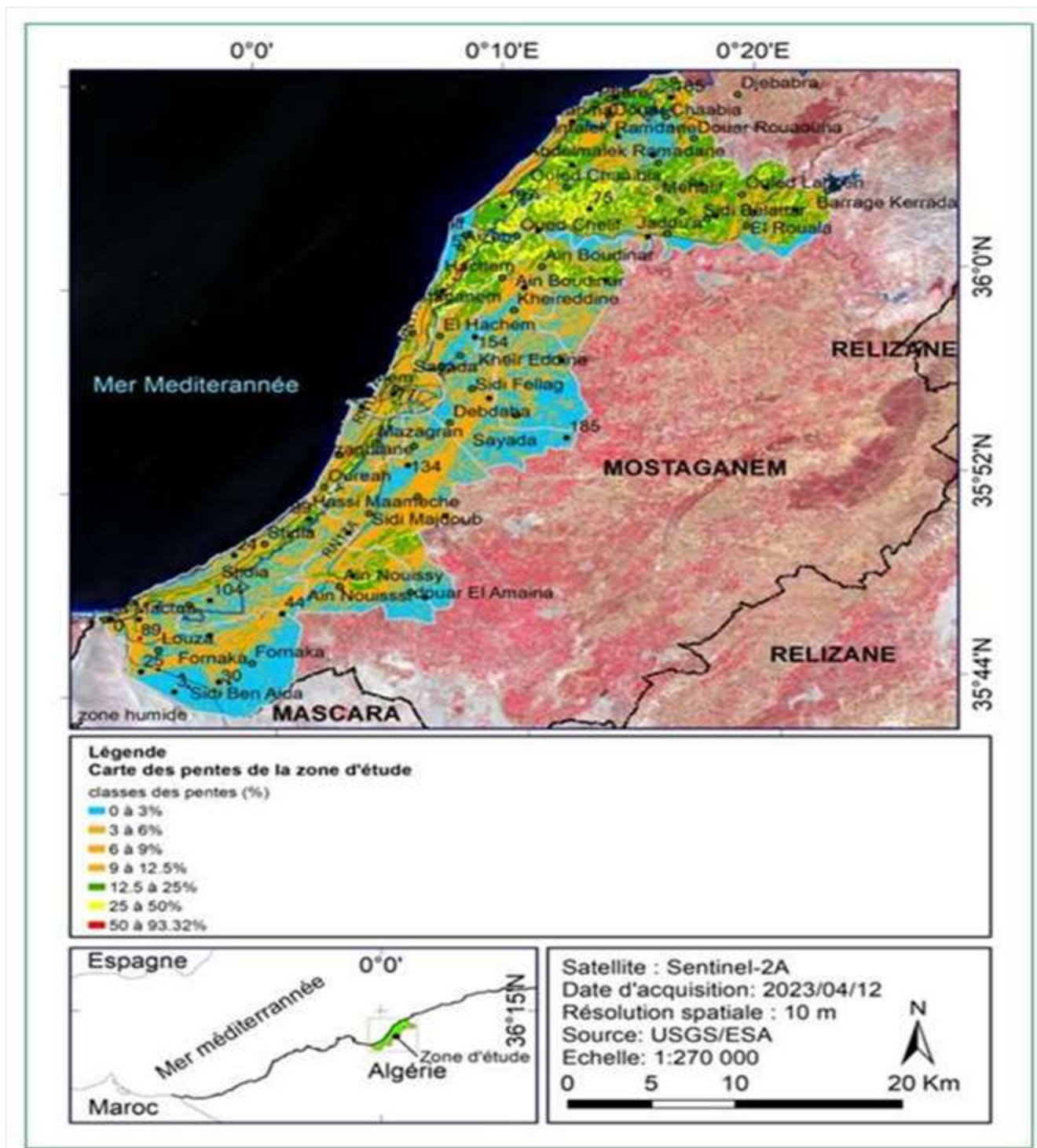


Fig. 265: Carte des pentes de la zone d'étude. Conception : (Farah©2023)

Les 7 classes de pentes sont réparties en surfaces exprimées en hectare (ha) et taux en pourcentage (%) dans le Tab. 19 suivant:

Tab. 19: Surfaces et pourcentage des classes de pentes de la zone d'étude

N°	Classes des pentes	Surfaces (ha)	Taux (%)
1	0 à 3%	16 391	29.10
2	3 à 6%	14 692	26.10
3	6 à 9%	7 033	12.48
4	9 à 12.5%	4 648	8.25
5	12.5 à 25%	9 823	17.43
6	25 à 50%	3 602	6.40
7	50 à 93.32%	138	0.24

Le Tab. 19 montre que les terres situées sur des pentes faibles (0 à 9%) couvrent un taux de 68% de la surface totale. Les pentes supérieures comprises entre 9 et 93 % occupent 32% de la surface totale de la zone.

3.1.2.3 Expositions du terrain

Les méthodes SIG (calcul d'expositions et conversion des raster en vecteur) appliquées sur le MNT à l'aide du logiciel ArcGis ont permis d'élaborer pour la zone d'étude une carte de 5 principales expositions des terrains comme le montre la Fig. 26 suivante :

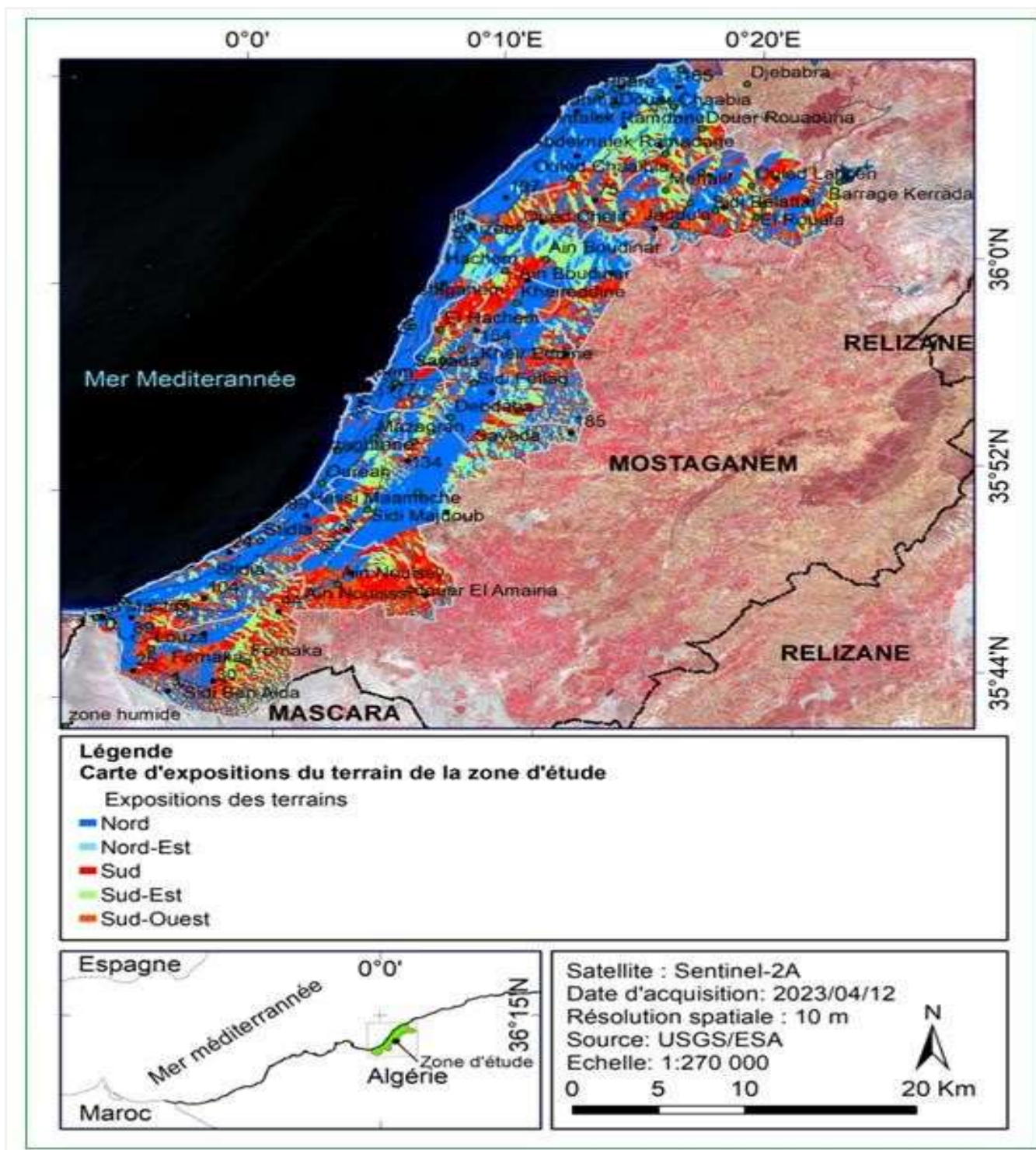


Fig. 276: Carte d'expositions du terrain de la zone d'étude. Conception : (Farah©2023).

La Fig. 26 montre que toutes les terres se trouvant dans la frange maritime des communes côtières sont exposées au nord. Les autres expositions sont situées dans l'arrière de l'exposition nord. Le pourcentage et les surfaces des types d'expositions sont exprimés respectivement en (ha) et (%)

dans le Tab. 20 suivant

Tab. 20: Surfaces et pourcentages des classes d'expositions du terrain de la zone d'étude

N°	Classes d'expositions	Surfaces (ha)	Taux (%)
1	Nord	26 024	45.50
2	Nord - Est	4 279	7.50
3	Sud	10 057	17.50
4	Sud – Est	9 848	17.30
5	Sud – Ouest	6 985	12.20

Le Tab. 20 montre que les terrains exposés au nord occupent 45,5 % de la surface totale. Les terrains exposés au sud et sud-est et ouest couvrent 47 % de la surface totale de la zone. Les terrains exposés au nord-est occupent 7.5% de la surface totale.

3.1.2.4 Réseau hydrographique

Les cours d'eau sont des espaces de collecte des eaux vers les milieux aquatiques (Manière, 2019). Les méthodes SIG appliquées sur le MNT à l'aide des outils ("hydrologie", "Direction d'écoulement", "Sens d'accumulation", "Expression Con (méthode Strahler)") implémentés sur le logiciel ArcGis ont permis de déterminer pour la zone d'étude 6 ordres d'écoulements des eaux comme le montre la Fig. 27 suivante :

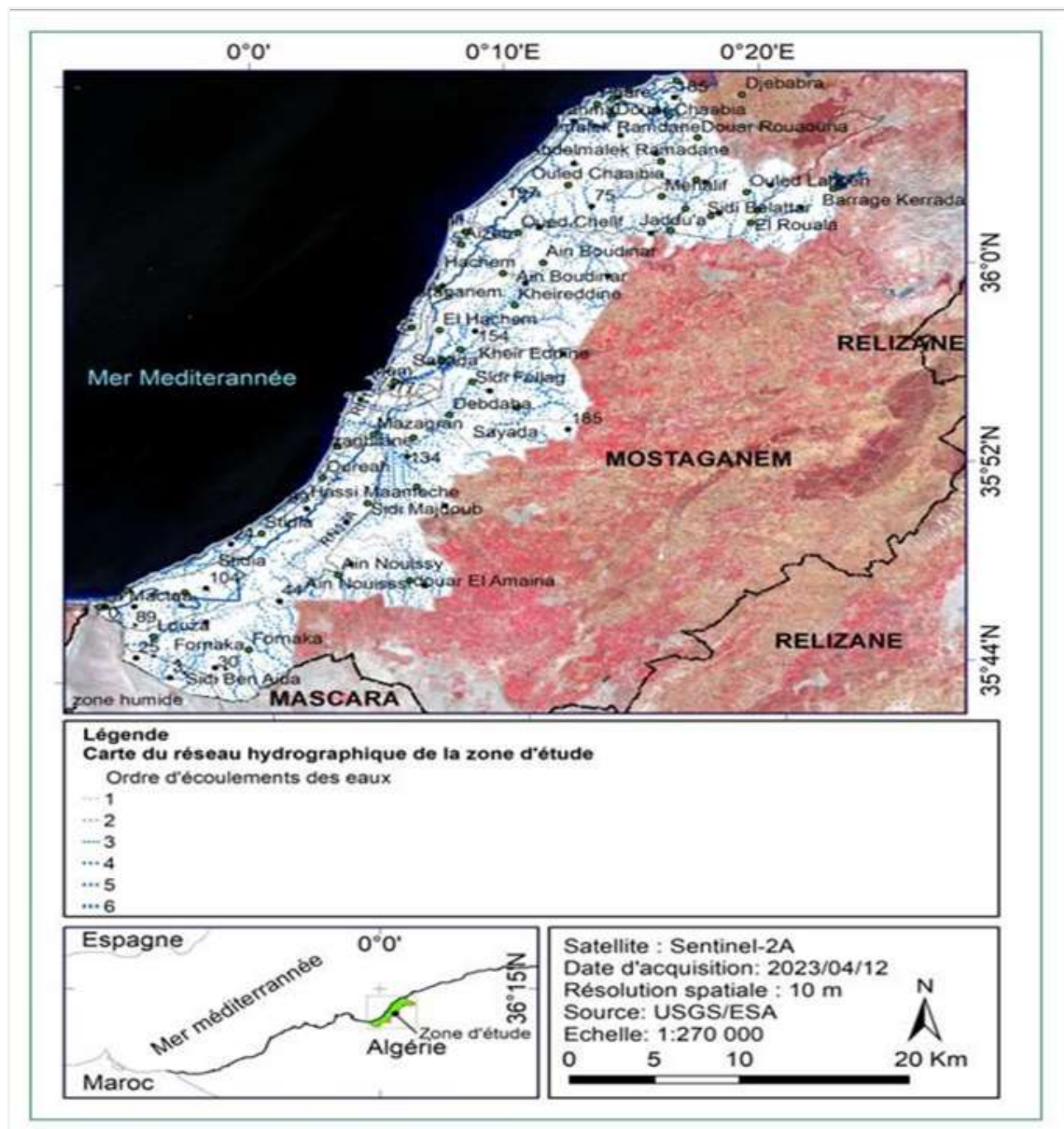


Fig. 287: Carte du réseau hydrographique de la zone d'étude. Conception : (Farah©2023)

La Fig. 27 montre que le réseau hydrographique déverse dans la mer méditerranée. La longueur et le pourcentage des ordres d'écoulement sont exprimés respectivement en (m) et (%) dans le Tab. 21 suivant:

Tab. 21: Longueur et pourcentage du réseau hydrographique de la zone d'étude

N°	Numéro d'ordre d'écoulement	Longueur (m)	Taux (%)
----	-----------------------------	--------------	----------

1	1	849 911	56.00
2	2	403 361	26.50
3	3	171 235	11.30
4	4	78 977	5.16
5	5	12 798	0.64
6	6	5 920	0.40
Total		1 522 202	

Le Tab.21 montre que la zone d'étude est sillonnée par un réseau hydrographique classé par 6 ordres d'écoulement. La longueur totale est estimée à 1 522 km dont l'ordre d'écoulement 1 s'étend sur une longueur de 850 km ce qui correspond à 56% de la longueur totale du réseau.

3.1.2.5 Voies de communication

Les méthodes SIG (géo référencement, numérisation et création de couches vectorielles d'informations de types linéaires) appliquées à l'aide du logiciel ArcGis sur les documents cartographiques ont permis d'élaborer pour la zone d'étude une carte des voies d'accès à la zone comme le montre la Fig. 28 suivante :

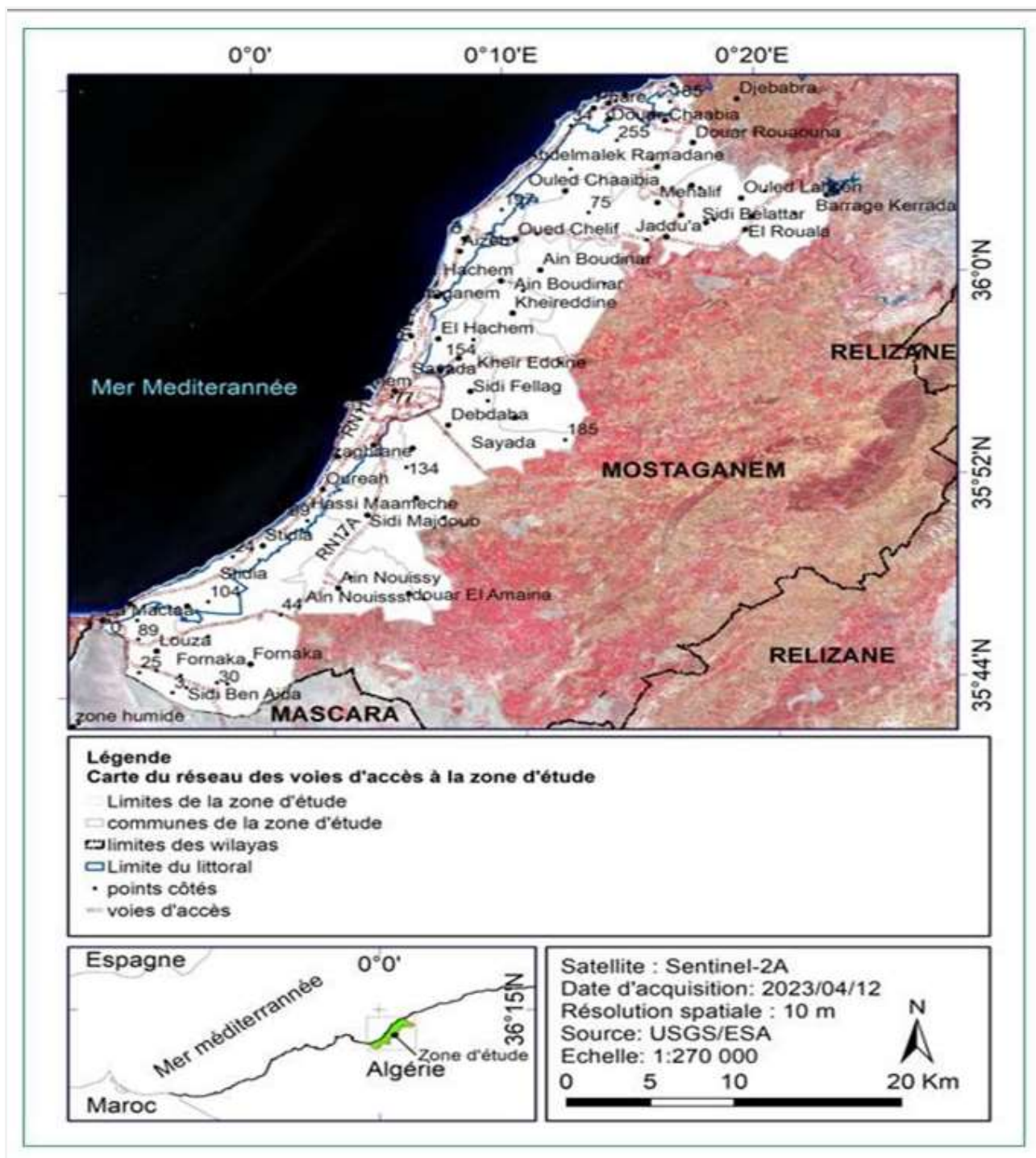


Fig. 298: Carte des voies d'accès à la zone d'étude. Conception : (Farah©2023)

La Fig. 28 montre que la zone d'étude est desservie par un réseau de voies d'accès estimé à 261 km. Le réseau est composé principalement de Routes Nationales (RN11 et 23) et Chemins de Wilaya (CW2, 2bis, 3, 7, 17A, 24, 60, 94 et 95). A cela s'ajoute un réseau de pistes agricoles et forestières qui assurent la circulation à l'intérieur de terres agricoles et massives forestiers.

3.1.2.6 Lithologie

Les méthodes SIG (géo référencement, numérisation et création de couches vectorielles d'informations de types surfaciques) appliquées à l'aide du logiciel ArcGis sur la carte lithologique de l'Algérie au 1:500 000^e éditée en date du 1952 ont permis d'élaborer pour la zone une carte lithologique comme le montre la Fig. 29 suivante :

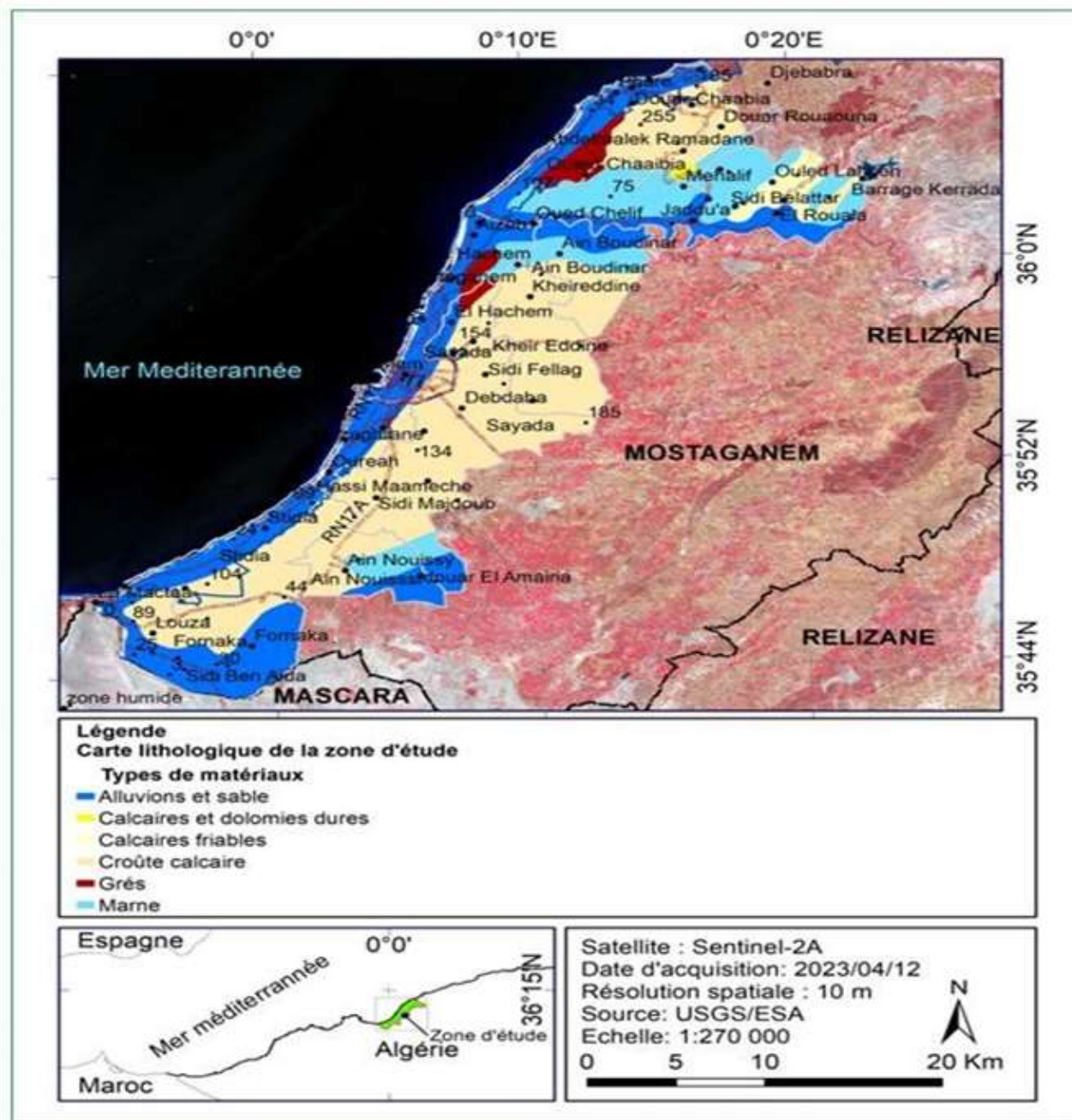


Fig. 2930: Carte géologique de la zone d'étude. Conception : (Farah©2023)

La Fig. 29 montre que les alluvions et sables sont localisées au voisinage de la frange maritime et

de part et d'autre d'Oued Chéelif. Les matériaux à base de calcaires sont situés au niveau des hauteurs du plateau. Les marnes occupent les montagnes à Sidi Belatar. Le pourcentage et les surfaces de chaque type de matériaux sont exprimés respectivement en (%) et (ha) dans le Tab22 suivant :

Tab. 22: Surfaces et pourcentages des formations géologiques de la zone d'étude

N°	Types de matériaux	Codes	Surfaces (ha)	Taux (%)
1	Croûte calcaire	3rC	27 330	50.00
2	Alluvions et sable	1oa	16 631	30.40
3	Marne	om	7 985	14.60
4	Grés	Rg	1 473	2.70
5	Calcaires friables	2rc	1 175	2.10
6	Calcaires et dolomies dures	1Rc	117	0.20

Le Tab. 22 montre que les matériaux de types calcaires (croûte calcaire, calcaires friables et calcaires et dolomies dures) occupent une surface totale de 28 622 ha ce qui correspond à plus de la moitié (51%) de la surface totale de la zone. Les alluvions - les sables et les marnes couvrent respectivement 30% et 15% de la surface totale de la zone.

3.1.3 Conclusion sur les indices topographiques

Les résultats topographiques montrent que le plateau de Mostaganem abrite cinq (5) communes côtières (Fornaka, Stidia, Mazagran, Mostaganem et Abdelmalek Ramdane). Les terres sont situées sur des altitudes comprises entre 0 et 413,5 m. Les pentes du terrain varient entre 0 et 93% dont les pentes faibles (0 à 9%) couvrent 68% de la surface totale. Les terrains exposés au nord occupent 45,5 % de la surface totale. Ces indices topographiques donnent lieu à un relief moyennement accidenté. A cela s'ajoute un réseau hydrographique composé de 6 ordres d'écoulement des eaux comptabilisant une longueur totale de 1 522 km dont l'ordre d'écoulement 1 couvre 56% de la longueur totale du réseau. Les éléments hydrographiques déversent leurs eaux dans la mer méditerranée. Les terres reposent sur des matériaux de types calcaires, alluvions et sables et marnes et qui occupent respectivement 51%, 30% et 15% de la surface totale de la zone.

L'accès aux terres du plateau est assuré par un réseau de voies d'accès estimé à 261 km de Routes Nationales et Chemins de Wilaya. Dans le milieu rural, le réseau est composé de pistes agricoles,

forestières et sentiers pédestres.

3.2 Analyse des résultats thématiques

3.2.1 Occupation du sol de la zone d'étude

Les méthodes SIG et télédétection (découpage et extraction d'informations thématiques) appliquées à l'aide du logiciel ArcGis 10.8 sur la carte d'Inventaire Forestier Nationale (IFN) réalisée par le Bureau National des Etudes de Développement Rurales (BNEDER) en 2008 ont permis de générer pour la zone d'étude une carte d'occupation et couverture du sol comme le montre la Fig. 30 suivante :

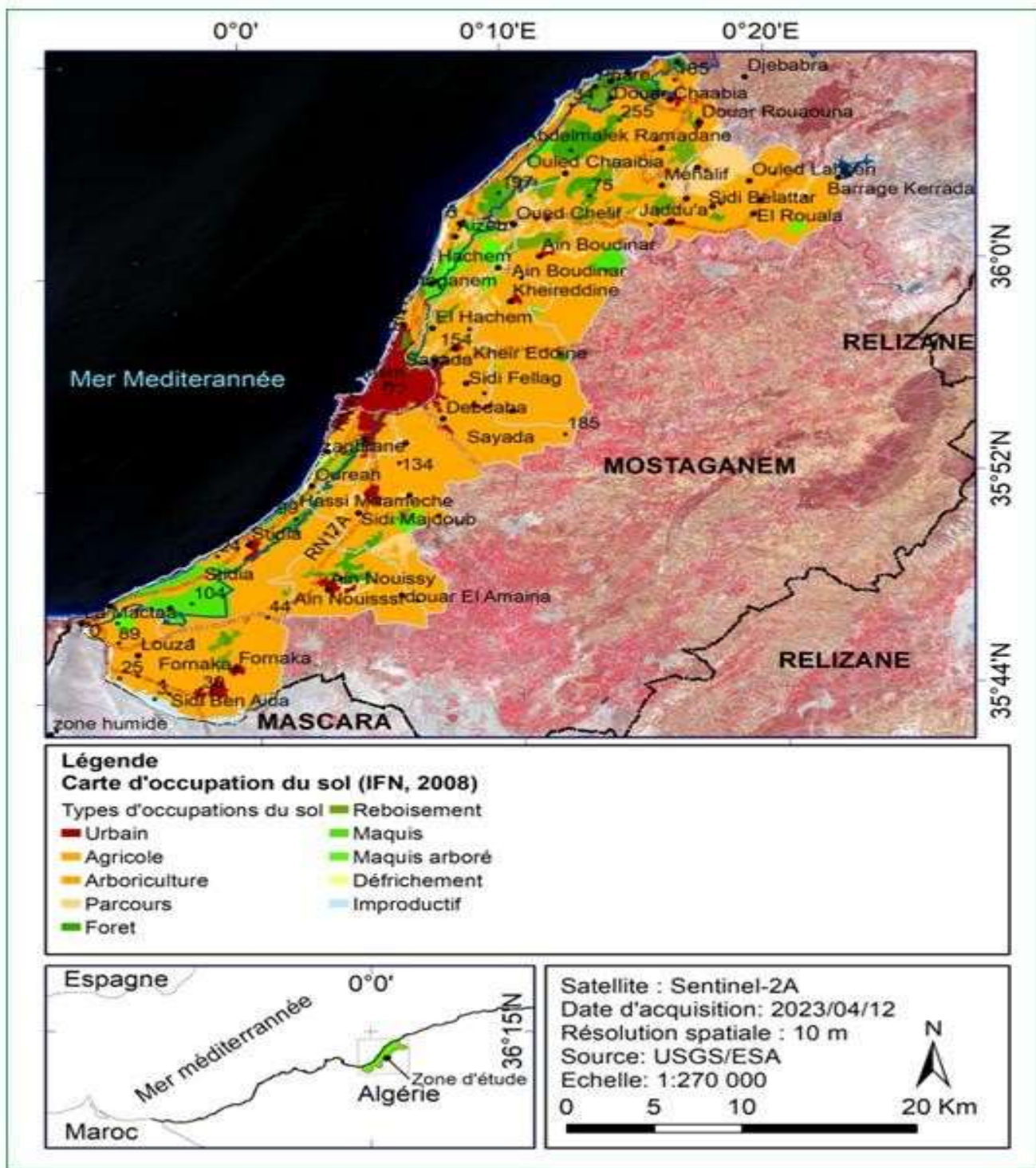


Fig. 310: Carte de l'Inventaire Forestier National. Conception : (Farah©2023)

La Fig. 30 montre que parmi les quatre (04) types d'occupation du sol, les terres agricoles dominent largement la zone. Les types d'occupation et couverture du sol sont estimés en surfaces (ha) et pourcentages (%) dans le Tab. 23 suivant :

Tab. 23: Surfaces et pourcentages des types d'occupation du plateau de Mostaganem (d'après BNEDER, 2008).

N°	Niveau	Types d'occupation du sol (ou classes <i>Corine Land Cover (CLC)</i>)	Superficie (ha)	Taux (%)
1	Territoires artificialisés	Zones urbanisées (<i>CLC11</i>)	2 661	5
2	Territoires agricoles	Terres arables (<i>CLC21</i>)	41 397	75
3	Forêts et milieux semi-naturels	Forêts (<i>CLC31</i>)	10 950	19.3
4		Espaces ouverts, sans ou avec peu de végétation (<i>CLC33</i>)	376	0.7

L'analyse de l'inventaire (Tab. 23) montre que l'agriculture et les forêts occupent une surface totale de 52 347 ha ce qui correspond environ à 95% de la surface totale. Les zones urbanisées couvrent 5% de la surface totale de la zone.

3.2.2 Indices de végétation

Les méthodes de télédétection (calcul de l'indice de végétation *NDVI*, reclassification et conversion des images *NDVI* en polygones) appliquées à l'aide de l'outil arc toolbox (*Raster Calculator*) du logiciel ArcGis sur les 04 images Sentinel-2 acquises en dates 01/02/2023, 23/03/2023, 11/06/2023 et 30/08/2023 ont permis de suivre la dynamique de la végétation durant sept mois de l'année en cours (2023).

3.2.2.1 Indice de végétation (*NDVI*) calculé à partir de l'image acquise en date du 01/02/2023

Les méthodes d'intégration des données de l'image *NDVI* calculé à partir de l'image Sentinel-2 acquise en date du 01/02/2023 ont permis d'élaborer pour la zone une carte de l'indice de végétation comme le montre la Fig. 31 suivante :

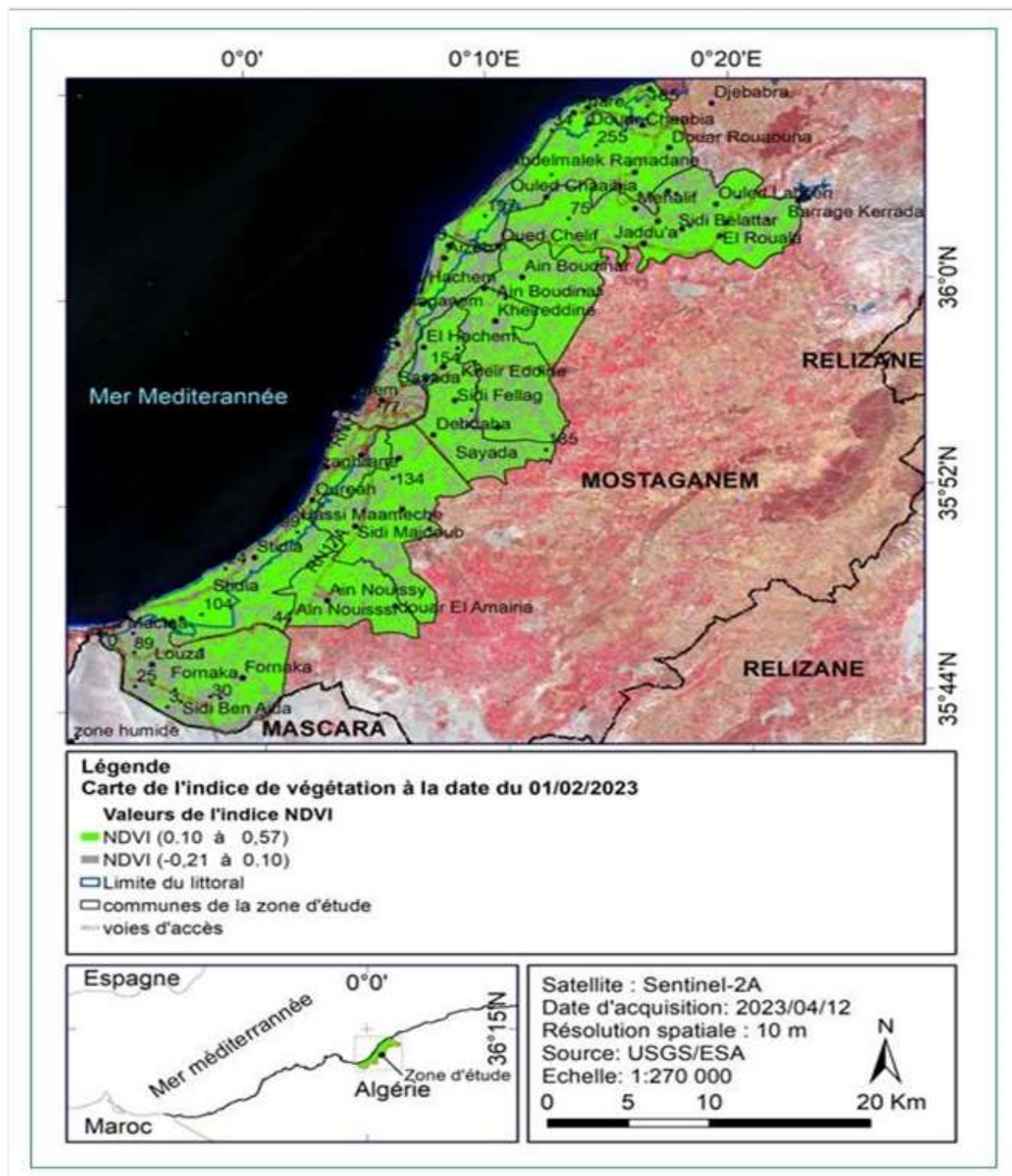


Fig. 321: Carte de l'indice de végétation (NDVI) à la date du 01/02/2023. Conception : (Farah©2023)

La Fig. 31 montre que les valeurs de l'indice de végétation (*NDVI*) calculé à partir de l'image Sentinel-2 acquise en date du 01/02/2023 sont comprises entre -0.21 et 0.57.

Les valeurs en dessous de 0,1 c'est-à-dire (-0,21 à 0,1) (ou couleur grise) correspondent aux surfaces minérales (eau, sol nu et urbain) alors que les valeurs plus élevées 0,1 à 0,57 (couleur verte) indiquent une forte activité de photosynthèse

(Meneses-Tovar, 2011) des formations végétales de l'agriculture et forêts. Les deux classes (minérales et végétales) ont été estimées en surface (ha) et pourcentage (%) dans le Tab. 24 suivant:

Tab. 24: Surfaces et pourcentages des classes de l'indice de végétation (NDVI) à la date du 01/02/2023.

N°	Classes de l'indice de végétation (NDVI)	Superficie (ha)	Taux (%)
1	Classes des formations végétales	34 302	61
2	Classes des formations minérales	21 718	39

Le Tab. 24 montre qu'à la date du 01/02/2023 la surface végétale (agriculture et forêts) est estimée à 34 302 ha ce qui correspond à 61% de la surface totale de la zone. Les surfaces minérales ou non végétalisées (eau, sols nus et espaces urbains) couvrent une surface totale de 21 718 ha soit 39% de la surface totale.

3.2.2.2 Indice de végétation (NDVI) calculé à partir de l'image acquise en date du 23/03/2023

Les méthodes d'intégration des données de l'image NDVI calculé à partir de l'image Sentinel-2 acquise en date du 23/03/2023 ont permis d'élaborer pour la zone une carte de l'indice de végétation comme le montre la Fig. 32 suivante :

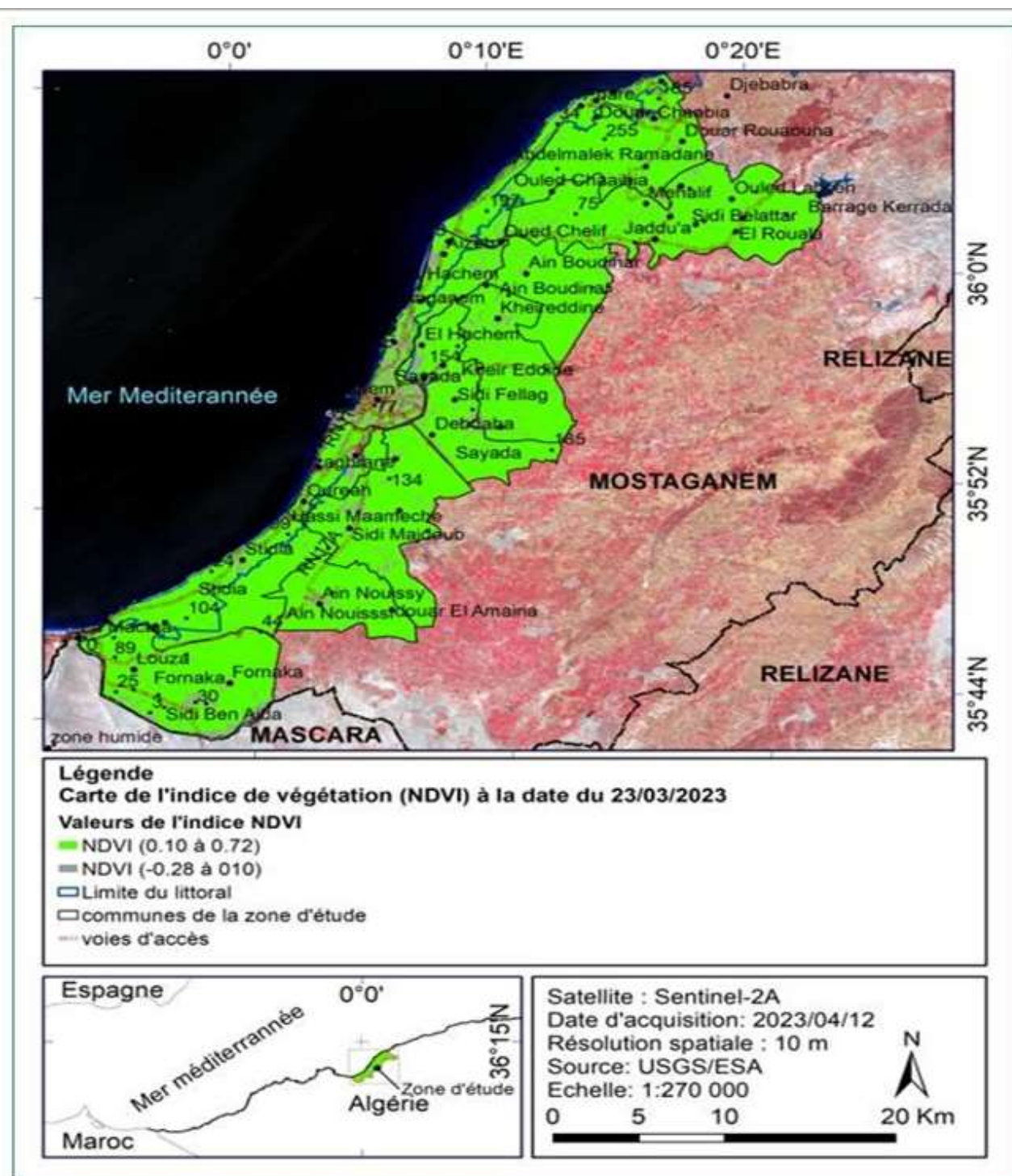


Fig. 32: Carte de l'indice de végétation (NDVI) à la date du 23/03/2023. Conception : (Farah©2023)

La Fig. 32 montre que les valeurs de l'indice de végétation (*NDVI*) sont comprises entre -0.28 et 0.72. Les valeurs comprises entre -0.28 et 0,1 (ou couleur grise) correspondent aux surfaces minérales (eau, sol nu et urbain) alors que les valeurs comprises entre 0,1 à 0,72 (couleur verte)

indiquent une forte activité de photosynthèse au niveau des formations végétales (agriculture et forêts).

Les deux classes (minérales et végétales) ont été estimées en surface (ha) et pourcentage (%) dans le Tab. 25 suivant:

Tab. 25: Surfaces et pourcentages des classes de l'indice de végétation (NDVI) à la date du 23/03/2023.

N°	Classes de l'indice de végétation (NDVI)	Superficie (ha)	Taux (%)
1	Classes des formations végétales	51 689	92
2	Classes des formations minérales	4 422	8

Le Tab. 25 montre qu'à la date du 23/03/2023 la surface végétale (agriculture et forêts) est estimée à 51 689 ha ce qui correspond à 92% de la surface totale de la zone. Les surfaces minérales ou non végétalisés (eau, sols nus et espaces urbains) couvrent une surface totale de 4 422 ha soit 8% de la surface totale.

3.2.2.3 Indice de végétation (NDVI) calculé à partir de l'image acquise en date du 11/06/2023

Les méthodes d'intégration des données de l'image NDVI calculé à partir de l'image Sentinel-2 acquise en date du 11/06/2023 ont permis d'élaborer pour la zone une carte de l'indice de végétation comme le montre la Fig. 33 suivante :

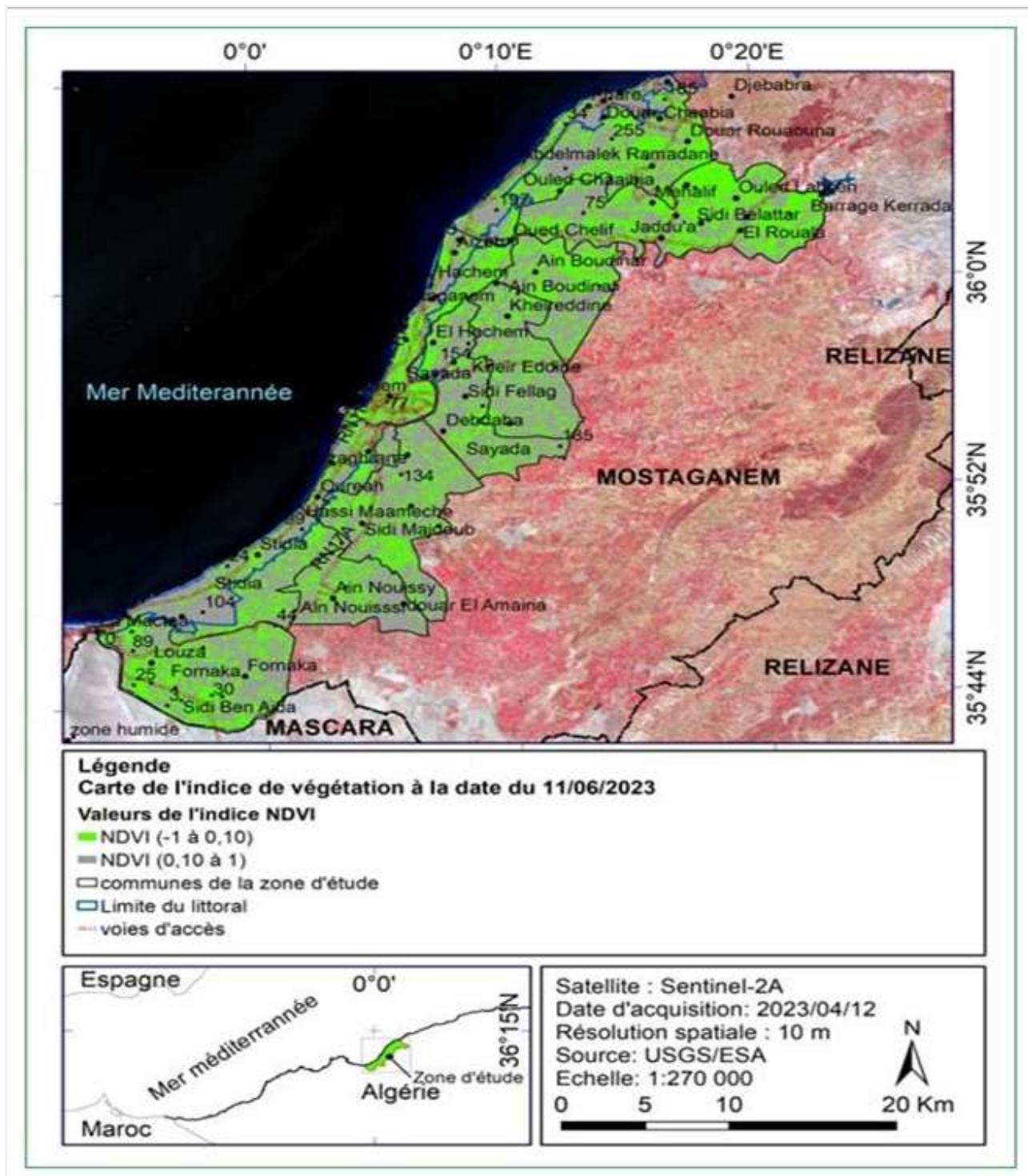


Fig. 343: Carte de l'indice de végétation (NDVI) à la date du 11/06/2023. Conception : (Farah©2023)

La Fig. 33 montre que les valeurs de l'indice de végétation (*NDVI*) calculé à partir de l'image Sentinel-2 acquise en date du 11/06/2023 sont comprises entre -1 et +1. Les valeurs négatives (-1 à 0) représentent la surface minérale (eau, sol nu et urbain) et les valeurs positives (0.1 à 1) représentent la surface végétale (agriculture et forêts).

Les deux classes (minérales et végétales) ont été estimées en surface (ha) et pourcentage (%) dans le Tab. 26 suivant :

Tab. 26: Surfaces et pourcentages des classes de l'indice de végétation (NDVI) à la date du 11/06/2023.

N°	Classes de l'indice de végétation (NDVI)	Superficie (ha)	Taux (%)
1	Classes des formations végétales	32 105	57
2	Classes des formations minérales	24 007	43

Le Tab. 26 montre qu'à la date du 11/06/2023 la surface végétale (agriculture et forêts) est estimée à 32 105 ha ce qui correspond à 57% de la surface totale de la zone. Les surfaces minérales ou non végétalisés (eau, sols nus et espaces urbains) couvrent une surface totale de 24 007 ha soit 43% de la surface totale.

3.2.2.4 Indice de végétation (NDVI) calculé à partir de l'image acquise en date du 30/08/2023

Les méthodes d'intégration des données de l'image NDVI calculé à partir de l'image Sentinel-2 acquise en date du 30/08/2023 ont permis d'élaborer pour la zone une carte de l'indice de végétation comme le montre la Fig. 34 suivante :

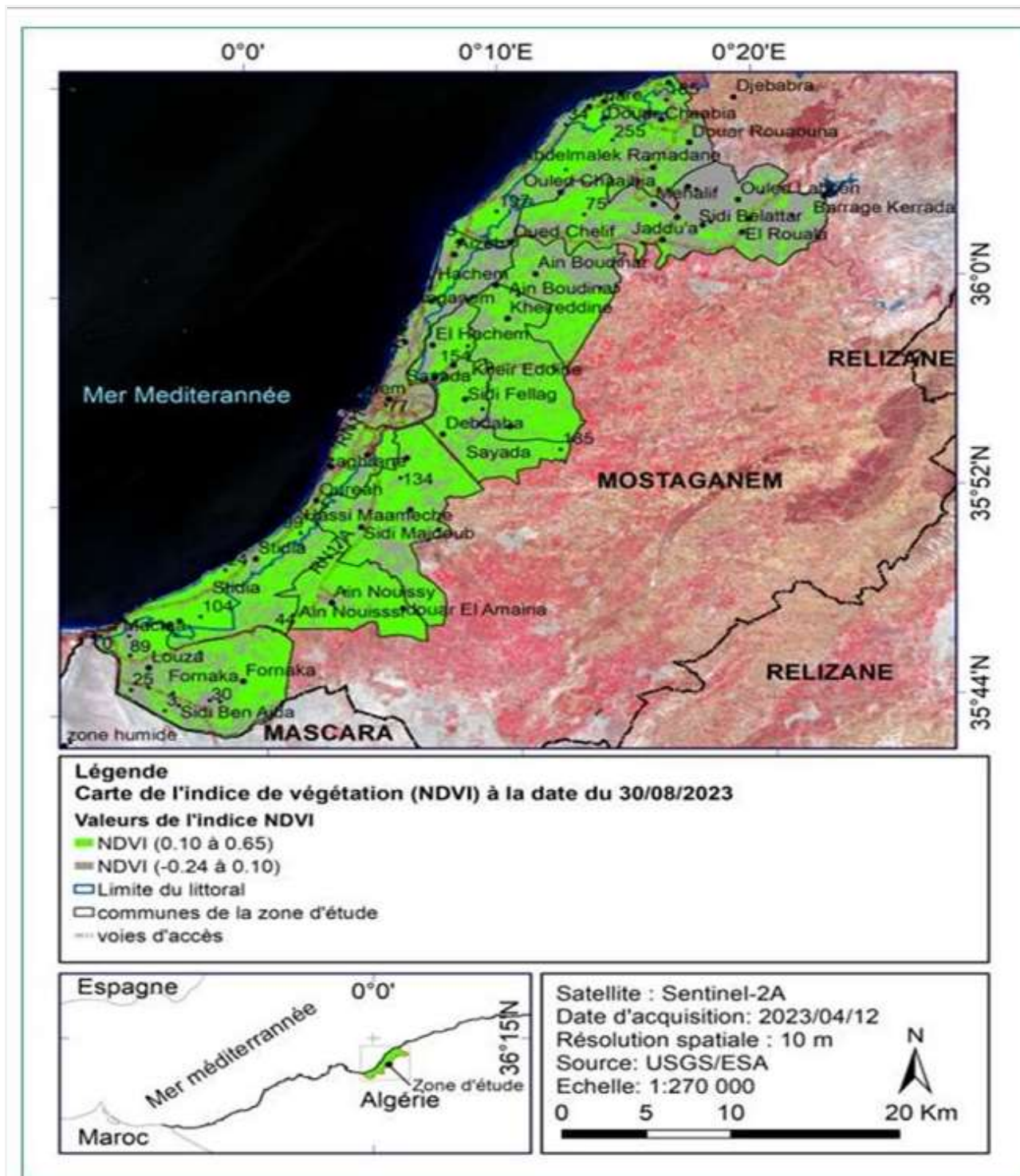


Fig. 354: Carte de l'indice de végétation (NDVI) à la date du 30/08/2023. Conception : (Farah©2023)

La Fig. 34 montre que les valeurs de l'indice de végétation (*NDVI*) calculé à partir de l'image Sentinel-2 acquise en date du 30/08/2023 sont comprises entre -0.24 et 0.65. Les valeurs négatives (-0.24 à 0.1) représentent la surface minérale (eau, sol nu et urbain) et les valeurs positives (0.1 à 0.65) représentent la surface végétale (agriculture et forêts).

Les deux classes (minérales et végétales) ont été estimées en surface (ha) et pourcentage (%) dans le Tab. 27 suivant :

Tab. 27: Surfaces et pourcentages des classes de l'indice de végétation (NDVI) à la date du 30/08/2023.

N°	Classes de l'indice de végétation (NDVI)	Superficie (ha)	Taux (%)
1	Classes des formations végétales	32 320	57.60
2	Classes des formations minérales	23 792	42.40

Le Tab. 27 montre qu'à la date du 30/08/2023 la surface végétale (agriculture et forêts) est estimée à 32 320 ha ce qui correspond à 57.60% de la surface totale de la zone. Les surfaces minérales ou non végétalisés (eau, sols nus et espaces urbains) couvrent une surface totale de 23 792 ha soit 42.40% de la surface totale.

3.2.3 Evolution saisonnière de l'indice de végétation

L'analyse des cartes de l'indice de végétation (NDVI) montre que les formations végétales à base agricole ont subies une évolution spatiotemporelle dans leurs surfaces. Les surfaces et les pourcentages ont été estimés respectivement en (ha) et (%) dans le tableau récapitulatif (Tab. 28) suivant :

Tab. 28: Surfaces et pourcentages des classes de l'indice de végétation (NDVI) du 01/02/2023 au 30/08/2023

N°	Classes de l'indice (NDVI)	NDVI (01/02/2023)		NDVI (23/03/2023)		NDVI (11/06/2023)		NDVI (30/08/2023)	
		Surface (ha)	Taux (%)	Surface (ha)	Taux (%)	Surface (ha)	Taux (%)	Surface (ha)	Taux (%)
1	Formations végétales	34 302	61	51 689	92	32 105	57	32 320	57.60
2	Formations minérales	21 718	39	4 422	8	24 007	43	23 792	42.40

Le Tab. 28 montre que la surface végétale (agriculture + forêts) a passé de 34 302 ha en début de

mois de février (2023) à 51 689 ha en fin de mois de mars (2023) ce qui correspond à une augmentation en surface de 17 387 ha en 2 mois (8 700 ha/mois). Cela montre que les pratiques agricoles (céréaliculture + cultures vivrières) et la reprise de la croissance végétative sont derrière cette augmentation en surfaces végétales. L'analyse montre aussi qu'après 2 mois (avril et mai) c'est-à-dire depuis le début du mois de juin (2023) les surfaces végétales ont été réduites à 32 105 ha ce qui correspond à une diminution en surfaces de 19 584 ha soit une chute de 38% de la surface végétale totale de référence (23/03/2023). Cette perte en surface végétale s'explique par le dessèchement (perte du chlorophylle) des plantes à cycle saisonnier telles que les cultures vivrières (fèves et petits pois) en mois d'avril et mai et les céréaliculture en mois de juin. Le suivi montre aussi qu'après 2 mois (juillet et août) les surfaces végétales ont été estimées à 32 320 ha ce qui correspond à une augmentation de 215 ha en 2 mois (107.5 ha/mois). Cette augmentation est liée à la pratique des cultures maraichères (ex. cucurbitacées, betteraves, poivron, piments et tomates industrielles) en plein champs sur des labours profonds réalisés sur les terres occupées au paravent par les cultures vivrières et céréaliculture comme il a été constaté lors de nos sorties sur le terrain (périmètre de Stidia, Fornaka et Oued Chélif).

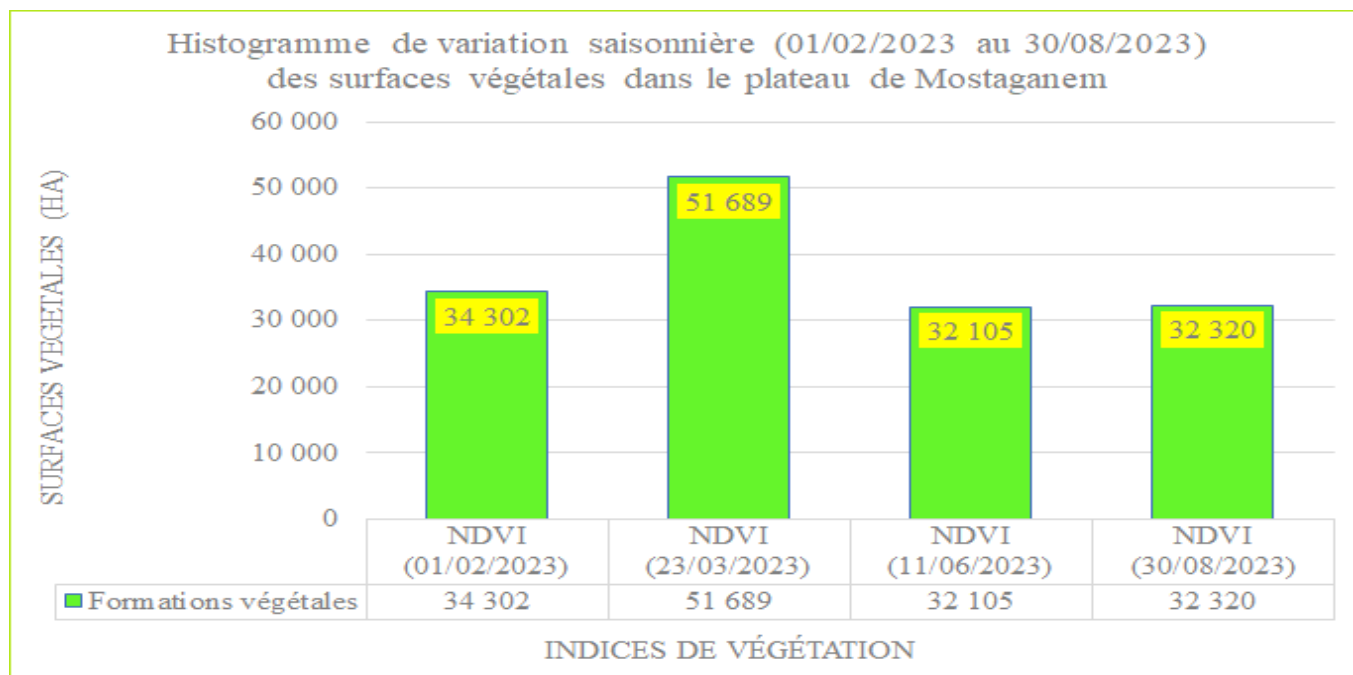


Fig. 365: Histogramme de variation saisonnière (01/02/2023 au 30/08/2023) des surfaces végétales dans le plateau de Mostaganem

La Fig. 35 montre que les surfaces végétalisées (agriculture + forêts) dans le plateau de Mostaganem ont atteint leurs maximums (51 689 ha) vers la fin du mois de mars à cause des conditions optimales de la saison. Dès le début du mois d'avril, mai et juin durant lesquels la

température commence à s'élever et les précipitations se raréfient en provoquant le dessèchement des plantes ce qui augmente la sensibilité au stress et par conséquent la perte de la chlorophylle chez certains végétaux à cycles saisonniers. Cette situation a provoqué une perte en surface végétale agricole de 38% de la surface de référence (51 689 ha). Entre le mois de juin et août, les surfaces végétales agricoles ont été augmentées de 215 ha à cause des cultures maraichères en particulier les tomates industrielles.

L'analyse des résultats montre que le plateau de Mostaganem est couvert par un tapis végétal permanent qui dépasse 32 000 ha dont 10 950 ha de forêt (BNEDER, 2008).

4 Chapitre IV : Conclusion

A la lumière des résultats, nous pouvons conclure que les outils d'investigation (SIG, GPS et télédétection) utilisés dans notre travail sont capables de diagnostiquer et numériser tous les milieux de la zone (physiques, biotiques et environnementaux).

Les méthodes SIG de géo référencement appliquées sur les cartes topographiques ont permis d'élaborer pour la zone une carte numérique de localisation. La carte montre que la zone côtière du plateau de Mostaganem s'étend sur cinq (5) communes côtières (Fornaka, Stidia, Mazagran, Mostaganem et Abdelmalek Ramdane).

Les méthodes SIG appliquées sur le MNT-30m ont permis de numériser et de reconstituer le relief en 3 dimensions. Le relief est légèrement incliné, plus de la moitié (68%) de la surface totale est située sur des pentes faibles (0 à 9%) et favorables au développement agricole. Presque la moitié (45,5%) de la surface totale est exposée au nord ce qui favorise le maintien de l'humidité de l'air amplifiée par la fraîcheur venant de la mer de proximité. Plusieurs classes de pentes et d'expositions sont aussi favorables à la protection naturelle de l'agriculture de montagnes (collines, terrasses, ...).

Les méthodes de télédétection appliquées sur la série temporelle d'images Sentinel-2 acquises entre 01/02/2023 et 30/08/2023 (7 mois) ont permis de cartographier avec une précision les formations végétales (agriculture et forêts). L'analyse des cartes numériques d'indices de végétation (*NDVI*) montre qu'entre le 01/02/2023 et 23/03/2023 la surface de la couverture végétale (agriculture et forêts) a augmenté de 17 387 ha en 2 mois, soit 8 700 ha/mois. Après 3 mois (avril, mai et juin), la surface végétale a chuté de 38% par rapport à la surface de référence (23/03/2023). Après 2 mois (juillet et août)

la surface végétale a réaugmenté de 215 ha en 2 mois (107.5 ha/mois). Cette variation de couverture végétale est due à la saisonnalité des cultures agricoles.

Les cartes numériques montrent plus de la moitié (57%) de la surface totale est couverte en longueur d'année par la végétation permanente et saisonnière ce qui nécessite d'augmenter davantage ce taux de couverture végétale sur le reste des sols nus afin d'augmenter le rendement, de protéger le sol nu contre les agents érosifs, d'oxygéner l'environnement et de séquestrer le carbone.

Les résultats constituent une base de données géographique et alphanumérique pour le territoire du plateau de Mostaganem ce qui permet d'actualiser certaines références bibliographiques existantes.

Il serait très intéressant de mettre ce document à la disposition des gestionnaires du plateau (direction des services agricoles) afin de leur apporter un complément d'informations utiles leur

permettant de mieux comprendre l'interaction de l'agriculture avec les indices topographiques, saisonnalité des cultures et l'environnement local. Ils leur permettent de prendre conscience de l'état actuel pour adapter l'agriculture aux paramètres du relief (altitudes, pentes, expositions et réseau hydrographique) et d'éviter de laisser le sol nu assez longtemps après récolte.

4.1 Suggestions

L'aménagement du territoire a pour but d'organiser stratégiquement l'espace économique, social et politique. Il devient indispensable pour rééquilibrer, corriger et/ou diminuer ce genre de déséquilibres territoriaux, à travers une politique publique concernant l'utilisation du sol, l'organisation du bâti, ainsi que la répartition des équipements et des activités dans l'espace géographique.

La meilleure organisation à travers l'élaboration de plusieurs plans d'aménagement du territoire, dont ceux mis en place le : SNAT, SRAT et le PAW. L'objectif est de réaliser un développement durable.

La problématique de l'aménagement du territoire est l'une des questions d'actualité à travers de toutes les wilayas d'Algérie. La willaya de Mostaganem et en particulier de son plateau qui est l'un des zones de la willaya caractérisé par une concentration de la population sur son territoire, réparties sur les différentes communes du plateau. Aussi, c'est une zone qui présente un potentiel socio-économique considérable. Pour lutter contre les inégalités territoriales entre les différents espaces du plateau, nous suggérons un aménagement qui impose une démarche avec un arrangement compétitif de ce territoire à savoir :

- ✓ Mobiliser une commission des élites dans les domaines pluridisciplinaires (géographie ,économie ,agronomie , sociologie , politique ,histoire, religion , droit) , qui va apporter un plus et un objet scientifique après une étude,
- ✓ Planifier dans l'espace et dans le temps un aménagement de la mise en valeur des ressources toutes confondues,
- ✓ Améliorer le cadre de vie et les conditions d'existence des habitants,
- ✓ Satisfaire la société cette zone et exiger une action participative entre les autorités publiques, les opérateurs économiques, les citoyens, et divers acteurs locaux (tout le monde est concerné pour une telle action) pour la rendre plus attractive,
- ✓ Protéger cette zone de plateau, chose n'est pas facile, mais elle est toujours

possible si on utilise des instruments mieux adaptés aux enjeux réels, si on intègre tous les acteurs concernés par la gestion du territoire et si on prend en charge les interactions environnementales entre les écosystèmes de la zone étude du plateau de Mostaganem,

- ✓ Chercher le mode de gestion adopté et efficace. Face à cette situation, il faut s'approcher d'un travail collectif pour collecter les données et les traiter.

A la fin, nous concluons que les suggestions et les recommandations pour gérer cette zone du plateau de Mostaganem, peuvent être des outils d'aide à la décision.

Références bibliographiques

- Abdelbaki Amina, (2012). Utilisation des SIG et télédétection dans l'étude de la dynamique du couvert végétatif dans le sous bassin versant de oued Bouguedfine wilaya de Chleff, Université Hassiba-Benbouali-chlef,P21,23.Didponible-sur: http://bu.univchlef.dz/doc_num.php?explnum_id=293
- Achbun, A, Mansour, M, Layelmam, M, & Smiej, M, F, (2011). Etude comparative de la classification orientée objet d'une image spot5 pour la cartographie de l'occupation du sol via cognition® 9, GEO OBSERVATEUR, (19). 13, Disponible sur : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00915067/>.
- Ahmed Kettab, (2000). Les ressources en eau en Algérie : stratégies, enjeux et vision, Laboratoire de Recherche des Sciences de l'Eau (LRS-EAU), Ecole Nationale Polytechnique (ENP) – Alger,p1.Disponible-sur:https://www.researchgate.net/profile/A-Kettab/publication/244143127_Les_ressources_en_eau_en_Algerie_strategies_enjeux_et_vision/links/5eab3e31299bf18b958a712c/Les-ressources-en-eau-en-Algerie-strategies-enjeux-et-vision.pdf
- Allaoui Hadjira, (2020). Etat et qualité des eaux phréatiques dans la wilaya de Mostaganem, Université de mostaganem,p22. Mémoire de Master Disponible sur : <http://e-biblio.univ-mosta.dz/bitstream/handle/123456789/16592/Memoire%20Allaoui%20Print.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- ANIREF (Agence Nationale d'Intermédiation et de Régulation Foncière), (2018). Monographie wilaya de Mostaganem, 2018 ,p8,11,18,19.Disponible sur: <https://www.aniref.dz/DocumentsPDF/monographies/MONOGRAPHIE%20WILAYA%20MOSTAGANEM.pdf>
- Bannari A., Morin D.et Bonn F. (1995). A Review of Vegetation Indices. Remote Sensing Reviews, Vol.13.95-120p.Disponible-sur: <file:///C:/Users/utilisateur/Downloads/BannarietalRemoteSensRev1995.pdf>
- Bechet, B, Le Bissonais, Y, Ruas, A, Aguilera, A, Andrieu, H, Barbe, E, & Desrousseaux, M, (2017). Sols artificialisés et processus d'artificialisation des sols : déterminants, impacts et leviers d'action, Synthèse (Doctoral dissertation, Inra). Disponible sur : <https://hal.inrae.fr/hal-02791450/document>,
- Beltrame, C, Perennou, C, & Guelmami, A, (2015). Évolution de l'occupation du sol dans les zones humides littorales du Bassin méditerranéen de 1975 à 2005, Méditerranée, Revue géographique des pays méditerranéens/Journal of Mediterranean geography, (125). 97-111, Disponible sur : <https://journals.openedition.org/mediterranee/8046>
- Benaboucha Khaldia, Chaker Fatima-Zohra et Daham Intissar, (2021). Contribution à la gestion des ressources en eau dans la wilaya de Mostaganem 5,6.Disponible sur <http://dspace.univ-tiaret.dz/bitstream/123456789/7429/1/TH.M.SNV.FR.2021.160.pdf>

- Bensaid et al. (2003). Etude de la dynamique de la végétation par l'application combinée de la télédétection de la géostatistique et du SIG dans la steppe sud algéroise, Université kasdi merbah Ouargla, p71,.Disponible sur : <file:///C:/Users/utilisateur/Downloads/Doctorat%20NDVI.pdf>
- Beven, K.J., and Kirkby, M.J., (1979). A physically -based variable contributing area model of basin hydrology. *Hydrological Science*, 24:43–69.Disponible sur : <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02626667909491834>
- Bonn & Rochon, (1992). Etude de la dynamique de la végétation par l'application combinée de la télédétection de la géostatistique et du SIG dans la steppe sud algéroise, Université kasdi merbah Ouargla, p73.Disponible sur : <file:///C:/Users/utilisateur/Downloads/Doctorat%20NDVI.pdf>
- Bonnet et, S, Toromanoff, F, Fourneau, F, & Lejeune, P., (2011). Principes de base de la télédétection et ses potentialités comme outil de caractérisation de la ressource forestière, I, Images aériennes et satellitaires, Forêt Wallonne, (114). 45 56, Disponible sur : <https://orbi.uliege.be/handle/2268/103250>
- Boulerie P., (2008). Utilisation des SIG et télédétection dans l'étude de la dynamique du couvert végétatif dans le sous bassin versant d'oued Bouguedfine wilaya de Chleff, Université Hassiba BENBOUALI-Chleff, P12.Didponible sur : http://bu.univchlef.dz/doc_num.php?explnum_id=293
- Bounihi Lamia, (2017). Etude DE LA Qualité des eaux souterraines(région sud ouest) du plateau de Mostaganem, Université de mostaganem,p14,18.Disponible sur : <http://e-biblio.univ-mosta.dz/bitstream/handle/123456789/4445/Djhad%20tradi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Bousmaha Ahmed, Boulkaibet Aissa, (2020). Water Resources Management Policy in Algeria: Strategies and Means, *International Journal of Scientific Research and Management (IJSRM)*, University- of Oum-El-Bouaghi,Algeria,p19.Disponible-sur: <file:///C:/Users/utilisateur/Downloads/2798-ArticleText-7514-1-10-20200702BousmahaAhmed.pdf>
- By Innovatione AgroFood Design (2020). Disponible sur :[http://de-vegetation-dans-l 'agriculture-de-précision/](http://de-vegetation-dans-l-agriculture-de-précision/)
- Caïd N,Chachoua M AND Berrichi F., (2019). Analyse spatiale diachronique de l'occupation du vignoble algérien depuis 60 ans : cas de la wilaya de Mostaganem. (article).Disponible sur : <https://journals.openedition.org/physio-geo/7675>
- Caloz et Puech, 1996; Gilabert *et al.*, (2002) ; Girard et Girard,1999 ; Abdelbaki Amina, (2012). Utilisation des SIG et télédétection dans l'étude de la dynamique du couvert végétatif dans le sous bassin versant de oued Bouguedfine wilaya de Chleff, Université Hassiba BENBOUALI- chlef,P25 .Disponible sur : http://bu.univchlef.dz/doc_num.php?explnum_id=293

- Camara ,1998 ; Ouabel Habib, (2012). Contribution à l'étude des agents de dégradation des ressources en sols et en eaux dans le plateau de Mostaganem, Université de Mostaganem, p11. Disponible sur <http://e-biblio.univ-mosta.dz/bitstream/handle/123456789/1215/CD31.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Chavez, 1988 ; Taibaoui Brahim, (2022). Etude de la dynamique de la végétation par l'application combinée de la télédétection de la géostatistique et du SIG dans la steppe sud algéroise, Université kasdi merbah Ouargla, p73. Disponible sur : <file:///C:/Users/utilisateur/Downloads/Doctorat%20NDVI.pdf>
- Clergeau, 2008 ; Ouabel Habib, (2012). Contribution à l'étude des agents de dégradation des ressources en sols et en eaux dans le plateau de Mostaganem, Université de Mostaganem, p44.
Disponible sur : <http://e-biblio.univ-mosta.dz/bitstream/handle/123456789/1215/CD31.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Corgne, S, Hubert -Moy, L, & Betbeder, J, (2016). Monitoring of agricultural landscapes using remote sensing data, In *Land Surface Remote Sensing in Agriculture and Forest* (pp., 221-247). Elsevier, Disponible sur : <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9781785481031500066>
- Côté et Waaub, 2000 ; Ouabel Habib, (2012). Contribution à l'étude des agents de dégradation des ressources en sols et en eaux dans le plateau de Mostaganem, Université de Mostaganem, p46, 47. Disponible sur : <http://e-biblio.univ-mosta.dz/bitstream/handle/123456789/1215/CD31.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- CFM (Conservation des forêts de la wilaya de Mostaganem) (2008) ; Megherbi Wahiba, (2015). Un risque négligé en zone tellienne littorale cas de la région de Mostaganem magisters en géographie et aménagement du territoire, Université d' Oran2,p49,50.Disponible sur : <https://bucket.theses-algerie.com/files/repositories-dz/1343391904582940.pdf>
- CGDD, Commissariat général au développement durable (2009). CORINE Land Cover France Guide d'utilisation, Service de l'observation et des statistiques, document technique, Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire—France, (Ministère de l'Écologie, de l'Énergie, du Développement durable et de l'Aménagement du territoire-France,).
Disponible sur: https://scholar.google.com/scholar?cluster=17299728741914810312&hl=fr&as_sdt=2005&scioldt=0,5
- Davranche, A. (2008). Suivi de la gestion des zones humides camarguaises par télédétection en référence à leur intérêt avifaunistique (Doctoral dissertation, Université de Provence-Aix-Marseille I). <https://theses.hal.science/file/index/docid/293585/filename/thesead2.pdf>
- Derbal Meriem El Batoul et Khedimi Fatima, (2022). Analyses bioclimatiques actualisées de la région de Mostaganem. Université de Mostaganem,p33. Disponible sur : [file:///C:/Users/utilisateur/Downloads/m%20C3%A9moire%20final%202022%20\(1\)analyse%20biocli](file:///C:/Users/utilisateur/Downloads/m%20C3%A9moire%20final%202022%20(1)analyse%20biocli)

matique%20mosta.pdf

De Wispelaere, G, (1994). Contribution of satellite remote sensing to the mapping of land use and of potential glossina biotopes: case study of the Adamawa plateau in Cameroon, *Etude FAO: Production ET SantéAnimale (FAO)*. <https://agris.fao.org/agris-search/search,do?RecordID=XF9551457>

Dobson, M, C, Mcdonald, K, Ulaby, F, T, & Sharik, T, (1991). Relating the temporal change observed by AIRSAR to surface and canopy properties of mixed conifer and hardwood forests of northern Michigan, In *JPL, Proceedings of the Third Airborne Synthetic Aperture Radar (AIRSAR) Workshop*, <https://ntrs.nasa.gov/citations/19920018774>,

Duminil T.,2007 ; Abdelbaki Amina,(2012), Utilisation des SIG et télédétection dans l'étude de la dynamique du couvert végétatif dans le sous bassin versant de oued Bouguedfine wilaya de Chleff, Université Hassiba BENBOUALI-chlef,P18 .Disponible sur : http://bu.univchlef.dz/doc_num.php?explnum_id=293

Décret n°59-1205 du 23 octobre 1959 relatif à l'organisation administrative et financière du BRGM – République française. Disponible sur : <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000304238>

DPSB (Direction de la programmation et du suivi budgétaire) (2021). ,p7.Disponible sur : https://docs.google.com/document/d/1pWwMYfbFF_Mjdzmo50HXvE5d4Tuz5VXT/edit

Ean-Philippe Grelot, (1997). La cartographie à l'ère des systèmes d'information géographique, secrétaire général, trésorier de l'association cartographique internationale, p54.Disponible sur : <https://www.lecfc.fr/new/articles/153-article-6.pdf>

Elkebour Boualem, (2015). La topographie : notions et concepts, université des sciences et de la technologie houari Boumediene (usthb) faculté de génie civil, p02.disponible sur : <https://e-studying-dz.com/wp-content/uploads/2022/07/Topographie-2015.pdf>.Eos data analytics (2023).

Disponible sur : <https://eos.com/fr/blog/indices-de-vegetation/#:~:text=Indice%20de%20V%3%A9g%3%A9tation%20Chlorophylle%20Red,activit%C3%A9%20photosynth%C3%A9tique%20de%20la%20v%C3%A9g%C3%A9tation>.

Fens Holt, 2003 ; Abdelbaki Amina, (2012). Utilisation des SIG et télédétection dans l'étude de la dynamique du couvert végétatif dans le sous bassin versant d'oued Bouguedfine wilaya de Chleff, Université Hassiba BENBOUALI-chlef,P19.Disponible sur: http://bu.univchlef.dz/doc_num.php?explnum_id=293

Florinsky, I.V., (2017). An illustrated introduction to general geomorphometry. *Progress in Physical Geography*, 41: 723–752.Disponible sur : <http://iflorinsky.impb.ru/ti.htm>

Françoise Gandon, (1991). Synthèse sur les SIG et Perspectives d'utilisation en Hydrologie, Laboratoire

- d'Hydrologie,p5.Disponible sur : https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers16-09/41243.pdf
- Fred Joseph,(2019).Guide Pratique GPS/ compilation, Principe d'utilisation du GPS garmin,p3,4. Disponible sur :
<https://library.partnersforresilience.nl/pages/download.php?direct=1&noattach=true&ref=460&ext=pdf&k=abb46e708a>
- Gausse H., (2017). Étages et zones de végétation de la France (commentaire des cartes de l'atlas de France) p02. Disponible https://professionnels.ofb.fr/sites/default/files/pdf/documentation/GP2017_Carto-paysage-vol1_B4.pdf
- Girard M.C.et Girard C.M., 1989 ; Abdelbaki Amina, (2012). Utilisation des SIG et télédétection dans l'étude de la dynamique du couvert végétatif dans le sous bassin versant de oued Bouguedfine wilaya de Chleff, Université Hassiba BENBOUALI-chlef,P18,23 . Disponible sur : http://bu.univchlef.dz/doc_num.php?explnum_id=293
- Gourninard, 1958 ; Ouabel Habib, (2012). Contribution à l'étude des agents de dégradation des ressources en sols et en eaux dans le plateau de Mostaganem, Université de Mostaganem, p10. Disponible sur: <http://e-biblio.univ-mosta.dz/bitstream/handle/123456789/1215/CD31.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- GowerJ.F.R.,Borstadt, GA.,Gray,L.H et Edel , H.R., 1988 in ABDELBAKI Amina,2012, Utilisation des SIG et télédétection dans l'étude de la dynamique du couvert végétatif dans le sous bassin versant de oued Bouguedfine wilaya de Chleff, Université Hassiba BENBOUALI-chlef,P18 .Disponible sur : http://bu.univchlef.dz/doc_num.php?explnum_id=293
- Gregory K. Lee. (2012). Modèles Numériques de Terrain à l'échelle de la Mauritanie – SRTM et ASTER. Second Projet de Renforcement Institutionnel du Secteur Minier de la République Islamique de Mauritanie (PRISM-II), Phase V. Mauritanie: (sn.). Disponible sur: https://pubs.usgs.gov/of/2013/1280/Final_Reports_French/Livable_65%E2%80%93Mod%C3%A8les_Num%C3%A9riques_de_Terrain_SRTM_et_ASTER.pdf
- Guyot G., 1984 ; Rekis Abdelkrim, (2012). Etude spatio-temporelle diachronique des changements par l'indice de végétation dans la région de Tolga. Approche cartographique par télédétection. Université Mohamed Khider Biskra, p18.Disponible sur : <http://thesis.univ-biskra.dz/3574/1/REKIS%20Abdelkrim.pdf>
- Hadjimitsis et al, 2004 ; Taibaoui Brahim, (2022). Etude de la dynamique de la végétation par l'application combinée de la télédétection de la géostatistique et du SIG dans la steppe sud algéroise, Université kasdi merbahOuargla, p73.Disponible sur : <file:///C:/Users/utilisateur/Downloads/Doctorat%20NDVI.pdf>

- Hammou Mokhtar, (2021). Gestion et situation des techniques d'irrigations de la région de Mostaganem, MEMOIRE DE FIN D'ETUDE, Université de Mostaganem- Algérie, p6, 7. Disponible sur : <http://ebiblio.univmosta.dz/bitstream/handle/123456789/19412/m%C3%A9moire%20hammou%2020-converti.pdf?sequence=1&isAllowed=y>)
- Heiskanen, J, Liu, J, Valbuena, R, Aynekulu, E, Packalen, P, & Pellikka, P, (2017). Remote sensing approach for spatial planning of land management interventions in West African savannas, *Journal of Arid Environments*, 140, 29-41, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140196316302324>
- HM Maachou, (1998). Consommation des terres agricoles en Algérie, établissement Aix-Marseille 1. Disponible sur : <https://www.theses.fr/1999AIX10068>
- Huete, A. R.; Justice, C. et Leeuwen, W. V., (1999). MODIS vegetation index (MOD13) Algorithm theoretical basis Document Version 3, NASA Goddard Space Flight Center: Maryland. 120p. Disponible sur : https://modis.gsfc.nasa.gov/data/atbd/atbd_mod13.pdf
- Huete, A.R., (1988). A Soil - Adjusted Vegetation Index (SAVI). *Remote Sensing of Environment*, n°25, 295-309. Disponible sur <https://e-cours.univ-paris1.fr/modules/uved/envcal/html/vegetation/indices/qques-indices/indices-effets-sol.html>
- ING. Jean A. Doumit, (2009). Introduction à la topographie, p33. Disponible sur: file:///C:/Users/utilisateur/Downloads/Cours_Topographie.pdf
- Jensen, J, R, (1996). *Introductory digital image processing: a remote sensing perspective* (No, Ed, 2). Prentice-Hall Inc., <https://www.cabdirect.org/cabdirect/abstract/20001911540>.
- Jensen J.R., 2000; Rekis Abdelkrim, (2012). Etude spatio-temporelle diachronique des changements par l'indice de végétation dans la région de Tolga. Approche cartographique par télédétection. Université Mohamed Khider Biskra, p20. Disponible sur : <http://thesis.univ-biskra.dz/3574/1/REKIS%20Abdelkrim.pdf>
- Jeroen De Reu, Jean Bourgeois, Machteld Bats, Ann Zwertvaegher, Vanessa Gelorini, Philippe De Smedt, Wei Chu, Marc Antrop, Philippe De Maeyer, Peter Finke, Marc Van Meirvenne, Jacques Verniers, Philippe Crambé, (2013). Application of the topographic position index to heterogeneous landscapes , *Geomorphology*, journal homepage: www.elsevier.com/locate/geomorph, p39. Disponible: <https://www.ugent.be/bw/environment/en/research/orbit/Recent-publications/2013/application-of-the-topographic-position-index-to>
- Journal officiel (2000). Indice de végétation, France terme. Disponible sur <https://www.culture.fr/franceterme/terme/SPAT208>
- Kaufman, Y.J. And Tanré, D., (1992). Atmospherically resistant vegetation index (ARVI) for EOS-

- MODIS. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, n°30, 261-270. Disponible sur: <https://e-cours.univ-paris1.fr/modules/ued/envcal/html/vegetation/indices/qques-indices/indices-effets-atmosphere.html>
- Kessous Charef, (2000). Agriculture à Mostaganem. 6.840 hectares réservés à la pomme de terre de saison. Disponible sur : lecarrefourdalgerie.dz/agriculture-a-mostaganem-6-840-hectares-reserves-a-la-pomme-de-terre-de-saison
- Lin, Z., & Oguchi, T. (2009). Longitudinal and transverse profiles of hilly and mountainous watersheds in Japan. *Geomorphology*, 111(1-2), 17-26 https://scholar.google.com/scholar?hl=fr&as_sdt=0%2C5&q=Zhou+L.%2C+2009.+Longitudinal+and+transverse+profiles+of+hilly+and+mountainous+watersheds+in+Japan.+Geomorph.%2C+111%2C+17-26.&btnG=
- Machai-1972 ; Megherbi Wahiba, (2015). Un risque négligé en zone tellienne littorale cas de la région de Mostaganem magisters en géographie et aménagement du territoire, Université d'Oran2, p39. Disponible sur <file:///C:/Users/utilisateur/Downloads/ensablement%20littorale%20mostaganem.pdf>
- Manière L. (2019). Extraction d'informations topographiques et hydrologiques à partir d'un modèle numérique de terrain – Cas pratique sur le MNT du projet Désert Networks. *CNRS, HiSoMA, Lyon—France*. Disponible sur: <https://desertnetworks.hypotheses.org/920>
- Maurel, 2002 ; Taibaoui Brahim, (2022). Etude de la dynamique de la végétation par l'application combinée de la télédétection de la géostatistique et du SIG dans la steppe sud algéroise, Université kasdi merbah Ouargla, p73. Disponible sur <file:///C:/Users/utilisateur/Downloads/Doctorat%20NDVI.pdf>
- McFeeters, S. K. (1996). The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features. *International journal of remote sensing*, 17(7), 1425-1432. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01431169608948714>
- Mebarek Guergueb, Abderrazak Ferhat, (2021). La gestion des eaux en Algérie : Vers un nouveau paradigme, *Journal of Advanced Economic Research*, Université de Tamanrasset, (Algérie), p306. Disponible sur : <https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/494/6/1/153655>
- Megherbi Wahiba, (2015). Un risque négligé en zone tellienne littorale cas de la région de Mostaganem magisters en géographie et aménagement du territoire, Université d'Oran2, p28 , 49,51,52. Disponible sur : <file:///C:/Users/utilisateur/Downloads/ensablement%20littorale%20mostaganem.pdf>
- Meneses -Tovar, C. L.(2011). NDVI as indicator of degradation. *UnasyIva*, 62(238), 39-46. [https://scholar.google.com/scholar?q=Meneses-Tovar,+C.+L.+\(2011\).+NDVI+as+indicator+of+degradation.+UnasyIva,+62\(238\),+39-](https://scholar.google.com/scholar?q=Meneses-Tovar,+C.+L.+(2011).+NDVI+as+indicator+of+degradation.+UnasyIva,+62(238),+39-)

[46.&hl=fr&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart](#)

Mounia Mouzouri, Zoulikha Irzi, Abdelbaki Essaddek, (2013). Utilisation d'image satellitaire et d'un modèle numérique d'altitude pour la cartographie des zones à risque d'inondation sur le littoral méditerranéen de saïdia (nord-est du Maroc), p49. Disponible sur : [file:///C:/Users/utilisateur/Downloads/45-1-138-1-2-20140416_low%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/utilisateur/Downloads/45-1-138-1-2-20140416_low%20(1).pdf)

Moquet A., 2003 ; Abdelbaki Amina, (2012). Utilisation des SIG et télédétection dans l'étude de la dynamique du couvert végétatif dans le sous bassin versant de oued Bouguedfine wilaya de Chleff, Université Hassiba BENBOUALI-chlef,P15.Disponible sur : http://bu.univchlef.dz/doc_num.php?explnum_id=293

Mouquet Pascal, Bajjouk Touria et Bonhommeau Sylvain, (2021). Indices topographiques des fonds marins de La Réunion - Projet IOT, Infrastructure de données géographiques marines et littorales. Consulté le 15/07/2023 à l'adresse : <https://sextant.ifremer.fr/geonetwork/srv/api/records/20d65462-9b1f-4881-8867-83acbb6835e8>

Mozas & Ghosn, 2013; Mebarek Guergueb et Abderrazak Ferhat, (2021). La gestion des eaux en Algérie : Vers un nouveau paradigme, Journal of Advanced Economic Research / V : 06 (ISS : 01) / 2021.Université de Tamanrasset, p306.Disponible sur : <https://www.asjp.cerist.dz/en/downArticle/494/6/1/153655>

Olofsson, P, Giles M, Foody, Stephen V, Stehman, Curtis E, Woodcock, (2013). Making better use of accuracy data in land change studies: Estimating accuracy and area and quantifying uncertainty using stratified estimation, Remote Sensing of Environment, vol, 129: 122-131, <http://dx.doi.org/10.1016/j.rse.2012.10.031>

Ouabel Habib, (2012). Contribution à l'étude des agents de dégradation des ressources en sols et en eaux dans le plateau de Mostaganem, Université de Mostaganem, p11, 18,45. Disponible sur: <http://e-biblio.univ-mosta.dz/bitstream/handle/123456789/1215/CD31.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ONCEA, Observatoire Nationale de la Consommation des Espaces Agricoles (2014). Panorama de la quantification de l'évolution nationale des surfaces agricoles, Ministère de l'agriculture, de l'agroalimentaire et de la forêt—France, Observatoire Nationale de la Consommation des Espaces Agricoles, Disponible sur :[https://www,vie-publique, Fr/sites/default/files/rapport/PDF/144000288.pdf](https://www.vie-publique.fr/sites/default/files/rapport/PDF/144000288.pdf).

ONM (Office national de la météorologie) ; Bounihi Lamia, (2017). Etude DE LA Qualité des eaux souterraines (région sud-ouest) du plateau de Mostaganem, Université de Mostaganem, p18.Disponible sur :<http://e-biblio.univ-mosta.dz/bitstream/handle/123456789/4445/Djhad%20tradi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

ONM (Office national de la météorologie) ; Aissa Abdi Souad et Harmouch Nour El Houda, (2021).

- Notes sur quelques genres de plantes déterminants le long du littoral mostaganémois. Synthèse bibliographique et appui avec quelques sorties, Université de Mostaganem, p14. Disponible sur : <http://e-biblio.univ-mosta.dz/bitstream/handle/123456789/19481/AAAJJ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Puech C. Bailly J. S., 2003; Ouabel Habib, (2012). Contribution à l'étude des agents de dégradation des ressources en sols et en eaux dans le plateau de Mostaganem, Université de Mostaganem, p49. Disponible sur : <http://e-biblio.univ-mosta.dz/bitstream/handle/123456789/1215/CD31.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Produit de l'inventaire éco forestier du Québec méridional, (2021). Indice d'humidité topographique issu du LIDAR, direction des inventaires forestiers. Disponible sur : [file:///C:/Users/utilisateur/Downloads/LISEZ-MOI-Indice-humidite-topographique%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/utilisateur/Downloads/LISEZ-MOI-Indice-humidite-topographique%20(1).pdf)
- Rafik A. & Oughriss M. (2016). Suivi de la couverture terrestre par télédétection, exemple de la ville de Marrakech entre 1995 et 2016, Maroc (Facultés des sciences et techniques Département des Sciences de la Terre Licence Sciences et Techniques Eau et Environnement Marrakech Maroc). Maroc: Université CADI AYAD Maroc. Repéré à <http://saidi.ma/memoires/RAFIK- OUGHRISS.pdf>
- Rekis Abdelkrim, (2012). Etude spatio-temporelle diachronique des changements par l'indice de végétation dans la région de Tolga. Approche cartographique par télédétection. Université Mohamed Khider Biskra, p24. Disponible sur <http://thesis.univ-biskra.dz/3574/1/REKIS%20Abdelkrim.pdf>
- Remaoun, 1991, Senhadji, 1993, Smahi, 2001 ; Megherbi Wahiba, (2015). Un risque négligé en zone tellienne littorale cas de la région de Mostaganem magisters en géographie et aménagement du territoire, Université d'Oran2, p39. Disponible sur : <file:///C:/Users/utilisateur/Downloads/ensablement%20littorale%20mostaganem.pdf>
- Richardson, A.J., Wiegand, C.L., (1977). Distinguishing vegetation from soil background information. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing, n°43, 1541-1552. Disponible sur: <https://e-cours.univ-paris1.fr/modules/uved/envcal/html/vegetation/indices/qques-indices/indices-effets-sol.html>
- Roullé A., Auclair S., Dewez T., Hofmann A., Lemoine A., Rey J. (. (2010). Cartographie automatique des classes de sol à l'échelle régionale à partir d'un modèle numérique de terrain ou de surface. Rapport final. BRGM/RP-58853-FR, 66 p., 29 fig., 11 table. France, Lourdes, Mulhouse, Haut-Rhin, Bouches du- Rhône: (sn.). Disponible sur : http://www.planseisme.fr/IMG/pdf/rapport_cartographie_automatique_des_classes_de_sol_-_vs30.pdf
- Rouse, J.W. And Haas, R.H., (1973). Monitoring vegetation systems in the great plain with ERTS. Third ERTS Symposium, 1, 309-317. - Washington DC: NASA. Disponible sur: <https://e-cours.univ-paris1.fr/modules/uved/envcal/html/vegetation/indices/qques-indices/indices-simples.html>

- Sabiha Belguesmia, Badreddine Yousfi et Tayeb Otmane, (2019). Interface ville/campagne et dynamiques des espaces périurbains d'une ville intermédiaire sud-méditerranéenne. L'exemple de Mostaganem (Algérie), Cahiers de géographie du Québec, Département de géographie de l'Université Laval, p3,4. Disponible sur : <https://www.erudit.org/fr/revues/cgq/2019-v63-n179-180-cgq06583/1084236ar.pdf>
- Sellin, V, Gourmelon, F, Magnanon, S, Debaine, F, Hubert-Moy, L, Rapinel, S, & Nabucet, J, (2013). Cartographie des grands types de végétation par télédétection : étude de faisabilité (Bretagne, Basse-Normandie et Pays-de-la-Loire). Disponible sur : <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00826807/>
- Soudani Kamel, (2005). Utilisation des SIG et télédétection dans l'étude de la dynamique du couvert végétatif dans le sous bassin versant de oued Bouguedfine wilaya de chlef, Université Hassiba BENBOUALI-chlef, P12. Disponible sur : http://bu.univchlef.dz/doc_num.php?explnum_id=293
- Soudani Kamel, (2005). Etude spatio-temporelle diachronique des changements par l'indice de végétation dans la région de Tolga. Approche cartographique par télédétection. Université Mohamed Khider Biskra, p24. Disponible sur : <http://thesis.univ-biskra.dz/3574/1/REKIS%20Abdelkrim.pdf>
- Sparfel, L, (2011). *Etude des changements d'occupation des sols dans la zone côtière à partir de données hétérogènes : application au Pays de Brest* (Doctoral dissertation, Brest). Disponible sur : <https://www.theses.fr/2011BRES1008>.
- Sylvain Genevois, (2016). Outils géomatiques et apprentissages en géographie : quels enjeux du point de vue de la recherche en éducation ?, Dans Les Sciences de l'éducation - Pour l'Ère nouvelle, Éditions CIRNEF, p111,112. Disponible sur : file:///C:/Users/utilisateur/Downloads/LSDLE_494_0093.pdf
- Taibaoui Brahim, (2022). Etude de la dynamique de la végétation par l'application combinée de la télédétection de la géostatistique et du SIG dans la steppe sud algéroise, Université kasdi merbah Ouargla, p59. Disponible sur : <file:///C:/Users/utilisateur/Downloads/Doctorat%20NDVI.pdf>
- Thomlinson J.R., Bolstad P.V. & Cohen W.B. (1999). Coordinating methodologies for scaling land cover classifications from site-specific to global: steps toward validating global map products. Remote Sensing of Environment 70: 16– 28. <https://experts.umn.edu/en/publications/coordinating-methodologies-for-scaling-land-cover-classifications->
- Tir El hadj, (2016). Analyse spatiale et cartographie de la régénération forestière post-incendie dans la Wilaya de Tissemsilt, thèse de Magister, UNIVERSITE ABOUBAKR BELKAÏD – TLEMSEN, p35. Disponible sur: <https://bucket.theses-algerie.com/files/repositories-dz/2332105131310946.pdf>
- Tucker, C. J., (1979), Red and photographic infrared linear combinations for monitoring vegetation. Remote Sensing of the Environment, 8, 127–150. Disponible sur <https://e-cours.univ-paris1.fr/modules/uved/envcal/html/vegetation/indices/qques-indices/indices-simples.html>

UVED, 2008 ; Abdelbaki Amina, (2012). Utilisation des SIG et télédétection dans l'étude de la dynamique du couvert végétatif dans le sous bassin versant de oued Bouguedfine wilaya de Chleff, Université Hassiba BENBOUALI-Chleff, P15,22.Didponible sur : http://bu.univchlef.dz/doc_num.php?explnum_id=293

Véronique Carrère et Yves Rab u, (1985). Traitement numérique d'images en télédétection : exemples d'applications à l'étude géologique, impact science et société, p338.Disponible sur : https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000068443_fre

Zemouri Wissam, (2022). Inventaires floristiques des formations végétales du littoral oranais : cas de la wilaya de Mostaganem, Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen, p26, 27. Disponible sur : <file:///D:/plateau%20de%20mostaganem%20b.pdf> Sites internet :

[https://extract.bbbike.orgfile:///C:/Users/utilisateur/Downloads/Manuscrit_Master%20II%20Binome%20ZEROUKI%20et%20BOUDALI%20V_finale%2016.09.2020%20\(1\)%20\(2\).pdf](https://extract.bbbike.orgfile:///C:/Users/utilisateur/Downloads/Manuscrit_Master%20II%20Binome%20ZEROUKI%20et%20BOUDALI%20V_finale%2016.09.2020%20(1)%20(2).pdf)(<https://www.ugent.be/bw/environment/e/research/orbit/Recent-publications/2013/application-of-the-topographic-position-index-to-https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>)

KHALDIA ZERROUKI et WAHIDA BOUDALI,2020, mémoire de Master , Suivi de l'étendue d'eau du site Ramsar de la zone humide des marais de la Macta, Université de Mostaganem,p20.Disponible sur :[file:///C:/Users/utilisateur/Downloads/Manuscrit_Master%20II%20Binome%20ZEROUKI%20et%20BOUDALI%20V_finale%2016.09.2020%20\(1\)%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/utilisateur/Downloads/Manuscrit_Master%20II%20Binome%20ZEROUKI%20et%20BOUDALI%20V_finale%2016.09.2020%20(1)%20(2).pdf)<https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>sentinel.esa.int/web/sentinel/sentinel-data-access <https://extract.bbbike.org> <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

Sites internet :

[https://extract.bbbike.orgfile:///C:/Users/utilisateur/Downloads/Manuscrit_Master%20II%20Binome%20ZEROUKI%20et%20BOUDALI%20V_finale%2016.09.2020%20\(1\)%20\(2\).pdf](https://extract.bbbike.orgfile:///C:/Users/utilisateur/Downloads/Manuscrit_Master%20II%20Binome%20ZEROUKI%20et%20BOUDALI%20V_finale%2016.09.2020%20(1)%20(2).pdf)(<https://www.ugent.be/bw/environment/en/research/orbit/Recent-publications/2013/application-of-the-topographic-position-index-to-https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>) in KHALDIA ZERROUKI et WAHIDA BOUDALI,2020, mémoire de Master , Suivi de l'étendue d'eau du site Ramsar de la zone humide des marais de la Macta, Université de Mostaganem, p20. Disponible sur : [file:///C:/Users/utilisateur/Downloads/Manuscrit_Master%20II%20Binome%20ZEROUKI%20et%20BOUDALI%20V_finale%2016.09.2020%20\(1\)%20\(2\).pdf](file:///C:/Users/utilisateur/Downloads/Manuscrit_Master%20II%20Binome%20ZEROUKI%20et%20BOUDALI%20V_finale%2016.09.2020%20(1)%20(2).pdf)<https://www2.jpl.nasa.gov/srtm/>sentinel.esa.int/web/sentinel/sentinel-data-access

<https://extract.bbbike.org>

<https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>

Tab. 29: Résultats de validation de la post-classification (2023).

Classes CLC Segment	Points échantillons	Coordonnées UTM (m)		Classe CLC de l'habitat observée sur le terrain	Niveau de Certitude (NC) de 1 => 5 (élevé)	Classe CLC valide	Note de référence (Nref: 0 à 8)
		X	Y				
313	313/1	218520	3964561	313	5	313	5
	313/2	218565	3964561	313	5	313	5
	313/3	218626	3964572	313	5	313	5
	313/4	218680	3964574	313	5	313	5
	313/5	218801	3964592	313	5	313	5
411	411/1	218898	3964634	411	5	411	5
	411/2	218928	3964642	411	5	411	5
	411/3	218958	3964657	411	5	411	5
	411/4	218981	3964664	411	5	411	5
	411/5	218945	3964599	411	5	411	5
221	221/1	219804	3964850	221	5	221	5
	221/2	219841	3964857	221	5	221	5
	221/3	219876	3964864	221	5	221	5
	221/4	219912	3964871	221	5	221	5
	221/5	219984	3964878	221	5	221	5
222	222/1	223093	3966379	222	5	222	5
	222/2	223131	3966386	222	5	222	5
	222/3	223164	3966393	222	5	222	5
	222/4	223198	3966397	222	5	222	5
	222/5	223240	3966403	222	5	222	5
313	313/1	225053	3966911	313	5	313	5
	313/2	225077	3966922	313	5	313	5
	313/3	225104	3966932	313	5	313	5
	313/4	225124	3966939	313	5	313	5
	313/5	225148	3966949	313	5	313	5
241	241/1	227797	3968653	241	4	241	5
	241/2	227821	3968681	241	4	241	5
	241/3	227844	3968727	241	4	241	5
	241/4	227868	3968764	241	4	241	5
	241/5	227895	3968823	241	4	241	5
111	111/1	228102	3969287	111	5	111	5
	111/2	228110	3969315	111	5	111	5
	111/3	228114	3969344	111	5	111	5
	111/4	228123	3969375	111	5	111	5
	111/5	228133	3969409	111	5	111	5
221	221/1	231477	3971923	221	5	221	5
	221/2	231493	3971939	221	5	221	5
	221/3	231514	3971954	221	5	221	5
	221/4	231535	3971973	221	5	221	5
	221/5	231565	3971998	221	5	221	5
313	313/1	231750	3972191	313	5	313	5
	313/2	231766	3972211	313	5	313	5
	313/3	231788	3972228	313	5	313	5
	313/4	231796	3972254	313	5	313	5
	313/5	231825	3972273	313	5	313	5
222	222/1	233157	3974196	222	5	222	5
	222/2	233170	3974216	222	5	222	5
	222/3	233187	3974239	222	5	222	5
	222/4	233204	3974263	222	5	222	5

	222/5	233226	3974293	222	5	222	5
313	313/1	236478	3978117	313	5	313	5
	313/2	236488	3978142	313	5	313	5
	313/3	236511	3978158	313	5	313	5
	313/4	236538	3978182	313	5	313	5
	313/5	236558	3978202	313	5	313	5
241	241/1	237193	3978134	241	5	241	5
	241/2	237223	3978127	241	5	241	5
	241/3	237256	3978112	241	5	241	5
	241/4	237286	3978103	241	5	241	5
	241/5	237316	3978090	241	5	241	5
222	222/1	238301	3978203	222	5	222	5
	222/2	238328	3978214	222	5	222	5
	222/3	238358	3978232	222	5	222	5
	222/4	238396	3978237	222	5	222	5
	222/5	238431	3978252	222	5	222	5
212	212/1	240159	3980548	212	5	212	5
	212/2	240161	3980581	212	5	212	5
	212/3	240161	3980608	212	5	212	5
	212/4	240164	3980643	212	5	212	5
	212/5	240157	3980663	212	5	212	5
313	313/1	239118	3981172	313	5	313	5
	313/2	239093	3981173	313	5	313	5
	313/3	239064	3981162	313	5	313	5
	313/4	239038	3981170	313	5	313	5
	313/5	239012	3981170	313	5	313	5
313	313/1	238590	3982223	313	5	313	5
	313/2	238607	3982248	313	5	313	5
	313/3	238625	3982272	313	5	313	5
	313/4	238640	3982295	313	5	313	5
	313/5	238659	3982317	313	5	313	5
313	313/1	239400	3984593	313	5	313	5
	313/2	239407	3984611	313	5	313	5
	313/3	239410	3984634	313	5	313	5
	313/4	239423	3984657	313	5	313	5
	313/5	239436	3984687	313	5	313	5
112	112/1	242099	3991046	112	5	112	5
	112/2	242115	3991068	112	5	112	5
	112/3	242126	3991090	112	5	112	5
	112/4	242135	3991106	112	5	112	5
	112/5	242159	3991059	112	5	112	5
511	511/1	242468	3991550	511	5	511	5
	511/2	242496	3991534	511	5	511	5
	511/3	242527	3991515	511	5	511	5
	511/4	242564	3991495	511	5	511	5
	511/5	242605	3991476	511	5	511	5
332	332/1	242885	3991704	332	4	332	5
	332/2	242908	3991690	332	4	332	5
	332/3	242946	3991688	332	4	332	5
	332/4	242972	3991677	332	4	332	5
	332/5	242933	3991661	332	4	332	5
332	332/1	242616	3991833	332	5	332	5
	332/2	242627	3991876	332	5	332	5
	332/3	242638	3991922	332	5	332	5
	332/4	242660	3991962	332	5	332	5
	332/5	242676	3991993	332	5	332	5
332	332/1	244498	3994042	332	5	332	5

	332/2	244518	3994072	332	5	332	5
	332/3	244538	3994082	332	5	332	5
	332/4	244555	3994100	332	5	332	5
	332/5	244581	3994128	332	5	332	5
241	241/1	245660	3995479	241	4	241	5
	241/2	245675	3995489	241	4	241	5
	241/3	245692	3995503	241	4	241	5
	241/4	245710	3995511	241	4	241	5
	241/5	245733	3995503	241	4	241	5
313	313/1	250870	4000031	313	5	313	5
	313/2	250905	4000030	313	5	313	5
	313/3	250949	4000030	313	5	313	5
	313/4	250989	4000028	313	5	313	5
	313/5	251041	4000027	313	5	313	5
241	241/1	252011	3999979	241	5	241	5
	241/2	252039	3999965	241	5	241	5
	241/3	252061	3999953	241	5	241	5
	241/4	252090	3999939	241	5	241	5
	241/5	252141	3999924	241	5	241	5
112	112/1	253730	3999408	112	5	112	5
	112/2	253734	3999389	112	5	112	5
	112/3	253738	3999362	112	5	112	5
	112/4	253738	3999328	112	5	112	5
	112/5	253748	3999272	112	5	112	5
241	241/1	253782	3999018	241	4	241	5
	241/2	253793	3998969	241	4	241	5
	241/3	253808	3998922	241	4	241	5
	241/4	253819	3998869	241	4	241	5
	241/5	253768	3999056	241	4	241	5
221	221/1	254869	3998152	221	5	221	5
	221/2	254899	3998142	221	5	221	5
	221/3	254927	3998130	221	5	221	5
	221/4	254962	3998115	221	5	221	5
	221/5	255006	3998092	221	5	221	5
313	313/1	255477	3998021	313	5	313	5
	313/2	255491	3998047	313	5	313	5
	313/3	255502	3998071	313	5	313	5
	313/4	255517	3998087	313	5	313	5
	313/5	255471	3997990	313	5	313	5
221	221/1	256159	3998786	221	5	221	5
	221/2	256178	3998812	221	5	221	5
	221/3	256203	3998842	221	5	221	5
	221/4	256227	3998870	221	5	221	5
	221/5	256260	3998913	221	5	221	5
241	241/1	256832	3999160	241	5	241	5
	241/2	256863	3999162	241	5	241	5
	241/3	256890	3999162	241	5	241	5
	241/4	256924	3999160	241	5	241	5
	241/5	256953	3999151	241	5	241	5
112	112/1	242645	3991695	112	5	112	5
	112/2	242667	3991695	112	5	112	5
	112/3	242690	3991695	112	5	112	5
	112/4	242710	3991693	112	5	112	5
	112/5	242730	3991690	112	5	112	5
212	212/1	243046	3991348	212	4	212	5
	212/2	243068	3991331	212	4	212	5
	212/3	243091	3991315	212	4	212	5

	212/4	243109	3991298	212	4	212	5
	212/5	243144	3991279	212	4	212	5
212	212/1	244015	3990969	212	5	212	5
	212/2	244040	3990969	212	5	212	5
	212/3	244070	3990961	212	5	212	5
	212/4	244093	3990955	212	5	212	5
	212/5	244118	3990946	212	5	212	5
332	332/1	245416	3991127	332	4	332	5
	332/2	245437	3991140	332	4	332	5
	332/3	245457	3991147	332	4	332	5
	332/4	245477	3991159	332	4	332	5
	332/5	245505	3991169	332	4	332	5
212	212/1	246541	3991277	212	5	212	5
	212/2	246562	3991262	212	5	212	5
	212/3	246583	3991248	212	5	212	5
	212/4	246600	3991230	212	5	212	5
	212/5	246609	3991203	212	5	212	5
112	112/1	246857	3991123	112	5	112	5
	112/2	246884	3991113	112	5	112	5
	112/3	246906	3991107	112	5	112	5
	112/4	246932	3991100	112	5	112	5
	112/5	246968	3991094	112	5	112	5
241	241/1	248327	3991013	241	4	241	5
	241/2	248346	3990999	241	4	241	5
	241/3	248365	3990992	241	4	241	5
	241/4	248385	3990982	241	4	241	5
	241/5	248414	3990974	241	4	241	5
241	241/1	248832	3990653	241	4	241	5
	241/2	248858	3990644	241	4	241	5
	241/3	248878	3990632	241	4	241	5
	241/4	248905	3990623	241	4	241	5
	241/5	248936	3990611	241	4	241	5
241	241/1	249558	3990600	241	4	241	5
	241/2	249593	3990611	241	4	241	5
	241/3	249624	3990619	241	4	241	5
	241/4	249655	3990629	241	4	241	5
	241/5	249691	3990652	241	4	241	5
241	241/1	250964	3990345	241	5	241	5
	241/2	250984	3990366	241	5	241	5
	241/3	251002	3990395	241	5	241	5
	241/4	251017	3990421	241	5	241	5
	241/5	251038	3990449	241	5	241	5
241	241/1	220090	3962975	241	5	241	5
	241/2	220130	3962949	241	5	241	5
	241/3	220169	3962925	241	5	241	5
	241/4	220209	3962903	241	5	241	5
	241/5	220255	3962864	241	5	241	5
241	241/1	222078	3962833	241	5	241	5
	241/2	222117	3962848	241	5	241	5
	241/3	222155	3962860	241	5	241	5
	241/4	222189	3962868	241	5	241	5
	241/5	222217	3962868	241	5	241	5
241	241/1	224836	3963630	241	5	241	5
	241/2	224869	3963642	241	5	241	5
	241/3	224896	3963652	241	5	241	5
	241/4	224928	3963667	241	5	241	5
	241/5	224947	3963679	241	5	241	5

212	212/1	224528	3963612	212	5	212	5
	212/2	224545	3963612	212	5	212	5
	212/3	224568	3963622	212	5	212	5
	212/4	224588	3963622	212	5	212	5
	212/5	224610	3963622	212	5	212	5
241	241/1	226478	3963855	241	5	241	5
	241/2	226518	3963864	241	5	241	5
	241/3	226551	3963868	241	5	241	5
	241/4	226573	3963871	241	5	241	5
	241/5	226596	3963873	241	5	241	5
212	212/1	227982	3964283	313	4	313	5
	212/2	227988	3964299	313	4	313	5
	212/3	228006	3964308	313	4	313	5
	212/4	228024	3964313	313	4	313	5
	212/5	228046	3964305	313	4	313	5
241	241/1	228889	3964503	241	5	241	5
	241/2	228907	3964503	241	5	241	5
	241/3	228928	3964502	241	5	241	5
	241/4	228956	3964488	241	5	241	5
	241/5	228988	3964491	241	5	241	5
222	222/1	230911	3965191	222	5	222	5
	222/2	230928	3965212	222	5	222	5
	222/3	230948	3965232	222	5	222	5
	222/4	230968	3965252	222	5	222	5
	222/5	230995	3965282	222	5	222	5
212	212/1	231883	3965733	112	4	112	5
	212/2	231906	3965743	112	4	112	5
	212/3	231933	3965753	112	4	112	5
	212/4	231961	3965766	112	4	112	5
	212/5	231985	3965792	112	4	112	5
313	313/1	232508	3966952	313	5	313	5
	313/2	232485	3966976	313	5	313	5
	313/3	232461	3966998	313	5	313	5
	313/4	232446	3967025	313	5	313	5
	313/5	232423	3967051	313	5	313	5
222	222/1	233136	3968274	222	5	222	5
	222/2	233150	3968289	222	5	222	5
	222/3	233161	3968305	222	5	222	5
	222/4	233172	3968320	222	5	222	5
	222/5	233185	3968339	222	5	222	5
222	222/1	234533	3969894	222	5	222	5
	222/2	234548	3969922	222	5	222	5
	222/3	234574	3969944	222	5	222	5
	222/4	234600	3969970	222	5	222	5
	222/5	234628	3970007	222	5	222	5
212	212/1	235547	3971564	212	5	212	5
	212/2	235554	3971595	212	5	212	5
	212/3	235566	3971625	212	5	212	5
	212/4	235573	3971660	212	5	212	5
	212/5	235578	3971707	212	5	212	5
212	212/1	236285	3974696	212	5	212	5
	212/2	236279	3974732	212	5	212	5
	212/3	236275	3974768	212	5	212	5
	212/4	236266	3974796	212	5	212	5
	212/5	236272	3974824	212	5	212	5
111	111/1	236217	3976773	111	5	111	5
	111/2	236227	3976786	111	5	111	5

	111/3	236234	3976803	111	5	111	5
	111/4	236251	3976820	111	5	111	5
	111/5	236263	3976837	111	5	111	5
122	122/1	239116	3978467	122	5	122	5
	122/2	239135	3978437	122	5	122	5
	122/3	239152	3978411	122	5	122	5
	122/4	239169	3978389	122	5	122	5
	122/5	239187	3978356	122	5	122	5
222	222/1	240726	3981972	222	5	222	5
	222/2	240738	3981992	222	5	222	5
	222/3	240755	3981997	222	5	222	5
	222/4	240776	3982003	222	5	222	5
	222/5	240797	3981999	222	5	222	5
212	212/1	240557	3981339	223	4	223	5
	212/2	240581	3981340	223	4	223	5
	212/3	240605	3981347	223	4	223	5
	212/4	240628	3981351	223	4	223	5
	212/5	240650	3981360	223	4	223	5
112	112/1	230083	3963904	112	5	112	5
	112/2	230110	3963953	112	5	112	5
	112/3	230126	3963991	112	5	112	5
	112/4	230146	3964025	112	5	112	5
	112/5	230150	3964063	112	5	112	5
221	221/1	251548	4000783	221	5	221	5
	221/2	251577	4000781	221	5	221	5
	221/3	251608	4000780	221	5	221	5
	221/4	251633	4000779	221	5	221	5
	221/5	251659	4000771	221	5	221	5
112	112/1	252693	4000895	112	5	112	5
	112/2	252719	4000914	112	5	112	5
	112/3	252740	4000934	112	5	112	5
	112/4	252774	4000946	112	5	112	5
	112/5	252701	4000955	112	5	112	5
241	241/1	254719	4000754	241	5	241	5
	241/2	254746	4000769	241	5	241	5
	241/3	254768	4000781	241	5	241	5
	241/4	254666	4000735	241	5	241	5
	241/5	254692	4000744	241	5	241	5
241	241/1	252907	3999222	241	5	241	5
	241/2	252888	3999234	241	5	241	5
	241/3	252872	3999243	241	5	241	5
	241/4	252846	3999261	241	5	241	5
	241/5	252819	3999254	241	5	241	5
313	313/1	254467	3990984	313	5	313	5
	313/2	254446	3990972	313	5	313	5
	313/3	254423	3990958	313	5	313	5
	313/4	254404	3990947	313	5	313	5
	313/5	254378	3990940	313	5	313	5
112	112/1	253757	3990297	112	5	112	5
	112/2	253778	3990315	112	5	112	5
	112/3	253799	3990332	112	5	112	5
	112/4	253824	3990341	112	5	112	5
	112/5	253855	3990330	112	5	112	5

Données climatiques fournies par la station météorologique de Mostaganem

Tab. 30: Données Mensuelles des températures maximales enregistrées sur une série de 30ans de (1990-2020).

Année	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sept	Oct	Nov	Déc	T max
1990	20	20	23,2	25,8	26,7	28,5	32	32,9	32,4	29	23,6	18,3	32,9
1991	18,2	18,5	22,3	23,1	24,5	28,9	31,8	37,4	33,4	25,7	21,9	18,2	37,4
1992	17,6	19,3	19,6	25,7	27,3	28,8	32,5	34	30,5	26	22,2	19,1	34
1993	18,2	19,6	22,4	24	28,7	31,2	30,3	33,3	28	24,8	21,6	18,8	33,3
1994	18,5	24,8	23,9	23,2	33,6	32,7	34,3	32,1	31,6	28,4	24,5	21,5	34,3
1995	19,9	21,4	23,5	23,2	27,3	28,9	31,3	33,7	29,6	26,7	24,3	19,7	33,7
1996	21,7	18,9	25,8	24,4	25,5	29,5	34,5	30,8	27,1	24,6	24,9	20,7	34,5
1997	22,1	21	22,1	26,1	26,5	28	30,8	31,2	21,8	28,8	24,7	20,2	31,8
1998	20,7	20,8	22,4	25,3	25,4	27,7	23,1	34,8	31,3	24,6	22,8	20,1	34,8
1999	20,4	22,2	21,8	22,9	28,8	31	33,1	37	33,6	30,5	22,6	20,2	37
2000	18,9	19,6	22,6	24	29,1	30,2	31,6	35,5	29,2	26,7	22,5	21,3	35,5
2001	20	19,7	25,8	22,4	26,1	32,5	39,1	34,4	30,9	29,3	22,9	18,5	39,1
2002	18,7	20	22,8	25	26,6	32,9	32,2	32,2	29,8	28,7	23,5	20,8	32,9
2003	19,4	21,3	23,6	27,8	26,8	31,5	35,2	35	32,7	28,1	22,6	19,3	35,2
2004	19,3	22,7	20,7	23,8	27	30,5	33,2	35,5	36,3	31,6	21,7	21	36,3
2005	17,7	17	24	24,1	29,1	26,1	21,8	34,4	31	27,7	25,9	18,7	26,1
2006	17,6	17,8	28,7	26,7	31,9	33,2	33,8	31	29,9	31,3	24	20,4	33,8
2007	19,3	25,6	22,3	23,1	27,4	27,9	31,9	35,2	29,6	26,3	22,9	19,5	35,2
2008	19,2	20,8	22,7	24,8	24,4	29,9	32,7	32,3	33,6	28,5	23,4	17,7	33,6
2009	19,8	19	21,7	27,4	30,8	31,4	36,3	32,4	30,4	29,2	26,2	22,4	36,3
2010	20,4	26,3	21,5	24,7	27,2	29,7	34	33,3	31,3	28,6	21	23,2	34
2011	20,4	18,1	23,1	24,9	28,6	30,4	34,5	32,4	30,3	27,5	25,3	19,4	34,5
2012	17,7	17,7	22,3	23,9	26,5	34,8	33,7	37,1	31,2	29	26,5	21,1	37,1
2013	18,9	18,8	21,1	24,2	25,4	28,6	29,6	31,4	30,3	29,8	23,7	18	31,4
2014	19,7	21,6	22,4	26,6	25,7	33,3	34	31,9	33	30	24,8	18,5	34
2015	18,8	17,2	24,3	28,1	33,6	34,8	35,4	33,9	34,1	28,7	26,6	21,8	35,4
2016	19,8	20,7	25,6	26,8	27,8	31	33,6	32,5	34,1	30,5	27,7	20,2	43,1
2017	19,4	21,4	24,8	24	28,4	34,7	43,4	32,9	30,5	30,2	24,9	18,8	34,7
2018	18,8	20,3	21,6	28	30,2	28,3	30,4	32,8	31,7	27,9	23,4	22,6	32,8
2019	17,6	19	23,1	25	26,4	29,2	36,9	32,6	32,2	28,7	23,1	21,5	36,9
2020	18,7	23,2	26,3	24,3	31	30,9	33,9	36,6	31,7	29,8	26,8	20,1	36,6

Tab. 31: Données Mensuelles des températures minimales enregistrées sur une série de 30ans de (1990-2020).

Année	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Nov	Oct	Déc	T min
1990	8,69	8,52	10,2	10,8	14,5	17,5	20,4	22,6	22,2	16,2	11,5	9,18	8,52
1991	6,91	7,54	9,76	9,58	11,9	16	18,9	21,6	19,1	12,3	9,96	6,78	6,78
1992	6,54	6,73	9,13	10,5	12,1	16,2	18,6	19,9	17,5	13,9	11,7	6,98	6,54
1993	6,55	5,92	6,41	10,4	13,1	17,5	18,5	19,7	15,8	13,3	10,2	11	5,92
1994	6,48	8,65	9,57	9,71	13,3	16,5	21,8	22,6	17,4	16,2	12	7,7	6,48
1995	7,89	9,05	9,87	7,89	14,5	16,7	19,6	22,1	16	16,7	11,2	9,22	7,89
1996	8,86	7,51	8,44	11,6	13,8	16	18,7	20,9	17,8	14,8	11,6	7,48	7,48
1997	6,37	8,19	10,4	12,1	13,4	17,4	18,2	21,1	20,2	12,8	11,2	9,93	6,37
1998	8,31	9,81	9,92	10,7	12,5	16,7	20	20,6	19,7	13,5	10,1	7,28	7,28
1999	7,44	6,28	8,98	12,1	13,9	18	21,2	22,1	19	17,1	8,71	6,19	6,19
2000	7,13	7,21	10,5	11,1	14,2	17,8	20,6	21,1	18,4	15,6	10,8	8,82	7,13
2001	7,68	9,02	11,1	10,8	11,4	18,1	19,7	21,6	19,7	17,4	9,44	7,92	7,68
2002	6,58	8,34	10,3	11,6	12	16,6	19,5	21,2	18,1	15,8	12,8	10	6,58
2003	8,31	6,57	9,39	9,62	14,1	17,9	20,5	22,6	19,8	15,2	11,4	7,78	6,57
2004	6,63	7,98	7,03	10,3	12,3	17,3	19,7	22,4	18,6	15	10,7	7,34	6,63
2005	3,33	5,34	6,45	9,97	15	17,5	20,5	20,6	17,6	15,7	10,7	7,58	3,33
2006	6,08	7,58	10,3	13,3	15,1	14,5	20	21,4	18	17,6	12,9	9,94	6,08
2007	7,87	9,8	8,23	11,1	13,6	16,4	20,4	21	18,8	14,8	9,4	6,3	6,3
2008	9,04	7,96	7,38	11,1	14	15,4	21,5	21,8	19	13,6	10,7	7,96	7,38
2009	7,18	6,57	8,55	10,3	12,5	17	20,5	22,6	19	16	13,4	9,15	6,57
2010	8,12	6,01	6,95	10,8	13,5	17,1	20,7	22,4	18,6	13	11,3	4,57	4,57
2011	6,3	7,51	6,42	13,1	14,3	16,1	20,4	22,1	19,4	16	12,5	8,91	6,3
2012	6,48	5,13	8,19	11,2	12,4	18,3	20,3	22,8	19,3	12,2	10,7	9,37	5,13
2013	9,64	5,3	8,97	10,8	12,8	15,6	18,6	21,9	19,9	16	7,84	7,44	5,3
2014	9,73	8,03	7,9	12,4	14,1	15,6	19,4	21,5	20,6	16,1	13	9,12	7,9

2015	8,04	5,48	7,26	12,8	15,1	18,1	23	22,2	19	16,7	11,3	9,89	5,48
2016	8,49	8,31	9,05	9,67	10,8	17,6	20,3	21,4	19,8	16,3	11,2	9,06	8,31
2017	6,22	9,36	7,48	11,3	14,2	19,1	18,9	22,4	19,8	16,9	11,2	6,89	6,22
2018	7,6	7,94	8,69	10,1	12,5	16,1	20,6	22,3	19,4	13,6	12,5	8,15	7,6
2019	7,4	6,91	9,45	12,2	14,2	16,2	20,9	21,9	19,8	15,3	12,1	9,43	6,91
2020	8,31	8,02	10,9	11,2	15,2	17,1	21,5	23,2	20,1	15,1	12	6,87	6,87

Tab. 32: Données Mensuelles des pluies enregistrées sur une série de 30 ans de (1990-2020).

Année	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	Somme
1990	79,1	0	21,1	63,3	26,4	10,6	0	0	10,6	10,6	63,3	15,8	301
1991	21,1	36,9	106	0	10,6	10,6	0	0	21,1	42,2	47,5	15,8	311
1992	26,4	10,6	79,1	1,42	19,5	46,3	64	0	0	10,6	21,1	15,8	285
1993	0	68,6	26,4	63,3	42,2	0	0	0	10,6	31,6	47,5	5,27	295
1994	26,4	52,7	0	15,8	10,6	0	0	0	42,2	58	26,4	10,6	243
1995	26,4	21,1	100	21,1	0	10,6	0	0	15,8	21,1	21,1	63,3	301
1996	52,7	111	74,5	73,5	73,3	64	10,6	10,6	10,6	21,1	0	31,6	385
1997	79,1	0	0	94,9	10,6	0	0	26,4	31,6	31,6	79,1	42,2	396
1998	15,8	15,8	15,8	21,1	26,4	0	0	5,27	10,6	10,6	21,1	26,4	169
1999	47,5	42,2	42,2	0	27	0	0	0	42,2	31,6	79,1	68,6	359
2000	0	0	5,27	10,6	36,9	0	0	0	15,8	42,2	79,1	42,2	232
2001	63,3	47,5	5,25	21,1	5,27	0	0	0	31,6	21,1	164	31,6	390
2002	5,27	0	52,7	47,5	26,4	5,27	0	26,4	0	15,8	63,3	5,27	248
2003	63,3	68,6	15,8	47,5	10,6	0	0	5,27	10,6	58	47,6	73,8	401
2004	31,6	21,1	10,6	42,2	73,8	15,8	0	5,27	0	42,2	47,5	58	348
2005	15,8	47,5	36,9	10,6	0	0	5,27	0	21,1	42,2	84,4	21,1	285
2006	84,4	68,6	15,8	26,4	63,3	5,27	0	0	21,1	5,27	5,27	94,9	390
2007	26,4	36,9	73,8	73,8	10,6	0	0	0	31,6	79,1	79,1	15,8	427

2008	21,1	21,9	21,9	5,27	42,2	5,27	5,27	0	21,1	63,3	89,7	106	401
2009	73,8	15,8	47,5	58	10,6	0	0	0	47,5	5,27	26,4	52,7	338
2010	79,1	73,8	63,3	15,8	15,8	0	0	42,2	10,6	58	42,2	21,1	422
2011	52,7	52,7	15,8	68,6	73,8	15,8	0	0	10,6	26,4	111	26,4	454
2012	26,4	36,9	21,1	94,9	0	0	0	0	5,27	68,6	142	31,6	427
2013	63,3	58	52,7	132	58	0	10,6	0	10,6	5,27	63,3	68,6	522
2014	47,5	42,2	52,7	0	5,27	15,8	0	0	15,8	36,9	42,2	68,6	327
2015	63,3	63,3	21,1	0	10,6	0	0	10,6	10,6	31,6	42,2	0	253
2016	26,4	36,9	100	47,5	15,8	5,27	0	0	5,27	5,27	68,6	58	369
2017	142	0	21,1	5,27	5,27	0	0	0	5,27	26,4	63,3	31,6	301
2018	52,7	31,6	94,9	106	31,6	47,5	0	0	31,6	68,6	58	5,27	527
2019	63,3	10,6	10,6	42,2	10,6	0	0	5,27	21,1	21,1	63,3	26,4	274
2020	21,1	0	15,8	58	26,4	0	0	0	5,27	5,27	15,8	42,2	190

Tab. 33: Données Mensuelles de l'humidité relative de l'air enregistrées sur une série de 30 ans de (1990-2020).

Année	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	moyen
1990	77,7	77,3	74,4	71,7	75,1	71,2	68,8	67,6	71,9	74,0	74,6	73,1	73,3
1991	73,1	76,7	76,9	72,7	68,8	73,2	70,0	66,7	70,9	75,4	73,6	75,9	72,8
1992	76,5	73,6	75,3	72,4	72,4	73,1	72,8	64,4	73,6	74,7	74,2	73,2	73,0
1993	67,5	72,6	71,7	69,6	73,3	74,9	73,2	70,4	73,1	77,0	78,4	76,2	73,2
1994	77,4	77,4	76,9	67,3	70,1	67,2	65,4	70,3	69,9	80,8	77,7	78,2	73,0
1995	75,2	79,0	74,2	67,6	71,4	76,3	71,5	69,1	70,4	75,9	71,3	78,9	73,4
1996	73,1	71,6	75,4	72,9	73,4	73,0	72,1	73,1	74,8	75,3	75,2	73,4	73,6
1997	75,1	76,5	69,3	72,9	74,3	69,5	72,9	73,9	74,6	72,9	75,8	78,1	73,8
1998	75,8	74,4	69,3	71,9	75,6	73,0	70,6	68,7	72,3	70,7	77,6	70,9	72,6
1999	74,8	75,8	74,9	67,5	70,0	70,8	68,1	69,6	74,2	74,4	73,4	78,9	72,7
2000	72,8	76,1	73,5	70,3	76,2	70,9	67,4	62,6	72,9	74,3	74,9	72,9	72,2
2001	74,1	73,6	73,4	71,3	73,6	65,9	65,4	68,5	76,9	73,5	78,1	74,3	72,4
2002	74,2	71,6	74,0	72,1	69,5	70,9	71,6	71,5	70,7	73,4	75,4	76,8	72,6
2003	74,0	74,4	74,0	73,7	74,0	70,6	67,2	68,8	72,3	76,5	76,1	74,1	72,9
2004	78,3	75,4	76,7	72,8	76,0	72,5	71,3	69,9	68,1	68,7	75,4	76,4	73,4
2005	71,3	70,3	76,6	72,6	71,7	70,4	69,8	68,8	74,5	76,5	73,1	77,8	72,8
2006	75,3	76,1	74,4	75,1	78,7	73,1	70,1	69,7	72,3	71,2	72,9	76,6	73,8
2007	74,5	80,1	71,8	81,4	69,3	73,3	70,1	68,8	74,9	76,4	70,9	74,7	73,8
2008	80,2	77,2	71,8	69,7	75,9	71,6	69,3	71,5	72,0	73,9	72,4	76,7	73,3
2009	78,8	74,3	75,8	72,3	70,9	70,1	67,3	74,7	73,8	71,1	68,3	75,1	72,7
2010	75,1	75,8	76,5	76,5	70,1	70,2	71,2	72,8	71,4	71,6	75,7	68,8	72,9
2011	78,4	73,4	72,4	75,6	75,5	70,8	67,1	66,5	74,4	72,4	72,4	76,2	72,9
2012	75,1	69,0	77,3	73,3	70,9	70,0	67,0	66,6	69,5	70,6	78,0	76,3	72,0
2013	77,3	70,3	75,3	74,9	74,2	72,0	77,5	73,3	75,9	73,7	72,4	75,4	74,4

2014	75,4	75,9	73,2	72,0	70,6	68,1	66,0	67,5	69,9	69,0	71,1	72,5	70,9
2015	72,0	74,3	71,7	72,9	65,9	68,2	66,8	72,4	69,2	71,4	72,1	68,2	70,4
2016	73,9	74,2	73,0	72,2	71,3	67,4	69,4	69,4	64,6	70,6	69,6	75,6	70,9
2017	71,4	75,9	72,9	72,5	71,8	71,9	65,8	72,6	68,3	66,1	62,3	71,8	70,3
2018	76,9	74,6	73,4	74,3	74,9	75,3	69,8	69,8	74,2	70,1	73,2	74,6	73,4
2019	73,0	68,4	72,1	72,1	68,6	73,6	71,5	71,5	73,8	68,7	75,1	76,8	72,1
2020	73,3	75,1	72,9	78,4	69,6	69,3	68,6	64,4	68,1	65,1	69,8	73,7	70,6

Tab. 34: Données Mensuelles de l'humidité spécifique de l'air enregistrées sur une série de 30 ans de (1990-2020).

Année	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Déc	moyen
1990	7,1	7,9	8,0	8,1	10,3	12,2	13,7	15,0	14,9	11,4	8,9	6,8	10,4
1991	6,4	6,8	7,8	7,8	8,5	11,8	13,6	14,6	14,3	10,3	8,2	7,1	9,77
1992	6,5	6,7	7,3	8,1	10,0	10,7	13,5	13,7	13,5	10,2	8,4	7,3	9,64
1993	5,9	6,5	7,2	7,9	9,6	12,0	13,4	14,5	12,0	10,1	8,7	7,6	9,64
1994	7,0	7,1	8,1	7,5	10,0	10,9	14,0	15,7	12,5	11,8	9,6	8,1	10,2
1995	7,1	8,0	7,6	7,6	9,9	12,1	13,7	14,7	11,8	11,7	9,1	8,6	10,2
1996	7,6	6,7	7,8	8,6	9,7	12,1	13,5	14,5	12,3	10,2	8,8	7,6	9,95
1997	7,3	7,6	7,4	8,9	10,3	11,6	12,7	14,5	13,8	11,7	9,4	8,2	10,3
1998	7,5	7,6	7,3	8,2	9,7	11,8	13,9	14,3	13,4	9,7	9,0	6,5	9,95
1999	6,8	6,7	7,7	8,0	10,1	12,1	13,8	14,8	13,7	11,6	8,0	7,5	10,1
2000	6,4	7,3	7,7	7,9	10,8	12,1	13,7	13,1	13,2	10,4	8,4	7,5	9,83
2001	7,1	6,9	8,4	8,4	9,8	11,7	12,8	14,5	14,1	12,1	8,5	6,8	10,1
2002	6,6	6,8	7,6	8,2	9,4	11,8	13,6	14,2	12,8	10,9	9,0	8,0	9,95
2003	6,8	6,6	7,8	8,4	10,1	13,2	14,3	15,6	13,5	11,7	8,9	7,1	10,4
2004	7,5	7,4	7,7	8,1	9,3	12,4	14,2	14,9	13,3	11,1	8,2	7,3	10,1
2005	5,9	5,7	7,7	8,2	10,4	12,4	14,2	13,8	12,9	11,4	8,2	7,3	9,83
2006	6,4	6,7	7,8	9,7	11,5	12,0	14,5	14,2	12,9	11,3	9,3	7,5	10,3

2007	6,8	8,1	7,1	9,2	9,6	11,8	13,6	14,2	13,3	11,3	8,0	7,1	10
2008	7,5	7,6	7,6	8,1	10,0	11,8	14,0	15,1	13,2	11,0	7,6	7,0	10,1
2009	7,1	6,7	7,8	7,9	10,0	12,2	14,0	15,6	13,1	11,2	8,7	8,1	10,2
2010	7,4	7,7	7,8	9,0	9,3	11,6	14,4	15,3	13,1	10,4	8,6	7,0	10,1
2011	7,3	6,7	7,5	9,3	10,7	12,1	13,6	14,4	13,7	11,1	8,7	7,5	10,3
2012	6,7	5,5	7,6	8,1	10,0	12,6	13,2	14,7	12,6	10,9	9,4	7,7	9,89
2013	7,4	6,3	7,9	8,5	9,3	10,9	14,5	15,0	13,8	12,0	8,0	6,9	10,1
2014	7,3	7,3	7,3	8,9	9,6	11,4	12,9	13,7	13,7	10,9	8,9	6,9	9,89
2015	6,5	6,7	7,2	8,8	9,7	11,8	15,1	15,8	12,6	11,1	8,7	7,1	10,1
2016	7,5	7,5	7,1	8,3	9,6	11,7	13,8	14,2	12,6	11,7	8,4	7,6	10
2017	6,3	7,6	7,8	8,7	10,6	13,2	13,7	15,7	12,8	10,4	7,5	6,9	10,1
2018	7,1	6,5	7,7	8,5	9,6	12,0	13,3	15,0	14,5	10,6	8,5	7,6	10,1
2019	6,8	6,3	7,5	8,2	9,6	11,9	14,6	15,1	13,9	10,6	8,9	8,1	10,1
2020	6,6	7,8	8,1	9,4	10,4	11,7	14,6	14,7	12,8	9,5	8,9	7,8	10,2

Tab. 35: Données Mensuelles de pression du vent enregistrées sur une série de 30 ans de (1990-2020).

Année	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Moy
1990	101,4	101,4	101,3	100,4	100,5	100,4	100,5	100,6	100,6	100,5	100,6	100,8	100,7
1991	101,3	100,7	100,2	100,6	100,6	100,5	100,5	100,5	100,5	100,6	100,9	101,5	100,7
1992	101,4	101,4	100,9	100,5	100,5	100,3	100,5	100,5	100,7	100,3	101,3	100,8	100,7
1993	101,7	101,0	100,8	100,4	100,2	100,5	100,5	100,5	100,4	100,4	100,6	101,3	100,7
1994	101,1	100,7	101,0	100,6	100,4	100,6	100,4	100,4	100,4	100,5	101,0	101,5	100,7
1995	101,5	101,2	100,7	100,5	100,5	100,3	100,3	100,3	100,5	100,9	100,7	100,5	100,7
1996	100,1	100,6	100,3	100,4	100,4	100,7	100,5	100,4	100,4	100,9	100,9	100,2	100,5
1997	100,7	101,7	101,2	100,5	100,4	100,2	100,5	100,5	100,6	100,5	100,4	100,8	100,7
1998	101,0	101,4	101,2	100,4	100,4	100,6	100,4	100,5	100,3	101,0	100,9	101,2	100,8
1999	100,9	101,1	100,4	100,7	100,5	100,6	100,3	100,2	100,4	100,6	100,9	101,2	100,6
2000	101,3	101,7	100,9	100,2	100,4	100,7	100,3	100,5	100,4	100,6	100,7	100,7	100,7
2001	100,9	101,1	100,5	100,6	100,5	100,5	100,4	100,5	100,4	100,8	100,8	101,0	100,7
2002	101,6	101,2	100,6	100,3	100,4	100,5	100,4	100,4	100,5	100,7	100,6	100,9	100,7
2003	101,0	100,8	101,0	100,4	100,6	100,4	100,5	100,5	100,7	100,3	100,6	100,9	100,6
2004	100,9	100,9	100,9	100,3	100,4	100,6	100,5	100,4	100,7	100,5	100,8	100,8	100,6

2005	101,5	100,7	100,7	100,5	100,5	100,5	100,4	100,5	100,7	100,7	100,6	100,9	100,7
2006	100,9	100,6	100,6	100,3	100,5	100,5	100,6	100,3	100,5	100,5	101,0	101,5	100,6
2007	101,5	100,9	100,8	100,4	100,5	100,3	100,4	100,2	100,6	100,6	100,7	101,3	100,7
2008	101,3	101,3	100,5	100,4	100,2	100,5	100,4	100,3	100,4	100,6	100,6	100,8	100,6
2009	100,6	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,5	100,4	100,5	100,6	100,8	100,3	100,5
2010	100,5	99,9	100,7	100,5	100,4	100,3	100,4	100,4	100,4	100,3	100,3	100,4	100,4
2011	100,8	101,0	100,6	100,3	100,6	100,5	100,3	100,3	100,6	100,8	100,6	101,5	100,7
2012	101,4	101,2	101,2	100,1	100,6	100,4	100,4	100,5	100,5	100,3	100,3	101,1	100,7
2013	101,0	100,7	100,0	100,4	100,5	100,6	100,6	100,4	100,6	100,6	100,7	101,4	100,6
2014	100,6	100,8	100,7	100,5	100,5	100,5	100,4	100,4	100,4	100,7	100,1	101,2	100,6
2015	101,3	100,7	100,8	100,7	100,6	100,6	100,4	100,4	100,5	100,5	101,3	101,8	100,8
2016	101,3	100,9	100,5	100,3	100,4	100,5	100,5	100,6	100,7	100,5	100,6	101,4	100,7
2017	101,0	100,8	100,8	100,7	100,5	100,4	100,4	100,4	100,6	101,0	100,8	101,4	100,7
2018	101,2	100,3	100,1	100,3	100,4	100,4	100,4	100,4	100,7	100,4	100,5	101,5	100,5
2019	100,9	101,4	101,1	100,3	100,4	100,4	100,2	100,4	100,6	100,6	100,3	100,9	100,6
2020	101,4	101,5	100,6	100,4	100,5	100,4	100,3	100,2	100,6	100,7	101,0	100,6	100,7

Tab. 36: Données Mensuelles de direction du vent enregistrées sur une série de 30 ans de (1990-2020).

Année	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	degrés
1990	263,9	255,0	54,8	302,9	20,9	286,9	25,6	22,4	13,7	257,8	274,4	339,8	333,1
1991	299,9	249,8	267,4	316,2	9,8	2,0	345,6	26,2	338,6	288,5	256,8	75,3	315,9
1992	60,0	69,7	341,7	294,4	353,7	264,1	30,5	307,9	359,0	260,3	258,8	246,7	309,1
1993	313,6	65,6	325,0	253,1	272,9	332,7	17,2	4,3	253,1	283,0	303,6	264,9	296,8
1994	268,3	257,7	37,9	309,4	265,2	18,4	345,1	304,6	305,6	293,2	238,8	247,8	291,7
1995	275,1	259,1	16,5	317,4	335,6	341,5	316,3	6,7	267,3	51,0	250,6	239,0	294,8
1996	232,0	288,1	291,8	325,4	282,0	38,4	12,3	303,9	270,1	328,8	259,4	234,4	279,3
1997	223,4	330,4	50,5	6,9	292,3	259,4	357,6	6,0	40,4	305,4	253,1	243,5	291,8
1998	236,3	64,4	33,4	258,2	287,1	345,1	345,4	31,9	286,4	270,8	301,1	229,9	289,2
1999	268,7	319,3	292,3	272,8	280,9	358,9	344,6	299,2	287,1	238,3	15,2	281,8	304,6
2000	78,6	274,1	354,7	258,5	359,9	19,7	351,2	12,8	349,6	263,3	256,6	237,4	293,6
2001	248,4	268,3	247,9	310,7	306,8	6,8	302,6	328,2	3,4	30,3	12,9	81,1	293,6
2002	178,3	334,1	311,9	282,7	276,1	310,3	9,3	338,6	289,2	264,8	254,3	247,4	284,0
2003	269,2	294,4	67,4	304,0	17,1	357,9	318,9	356,1	27,4	269,4	239,3	244,9	314,6
2004	253,6	281,4	334,6	286,3	312,6	10,1	22,6	284,1	28,5	247,5	20,9	293,1	311,6
2005	5,4	347,1	3,7	308,1	353,4	9,3	339,8	25,3	319,5	28,3	253,8	229,2	345,8
2006	347,4	257,3	260,3	326,8	8,3	8,6	13,9	8,0	298,4	273,5	222,2	304,3	311,3
2007	234,4	252,2	285,6	352,7	259,1	317,4	352,3	2,2	27,1	24,2	38,1	153,3	318,8
2008	237,4	84,1	267,5	261,6	266,9	14,9	346,2	1,8	356,4	152,1	255,5	256,8	284,4
2009	263,1	255,6	333,4	256,5	17,3	267,6	287,6	16,0	16,7	322,7	251,9	241,8	273,7
2010	262,6	248,2	275,7	38,4	276,4	321,1	19,1	22,5	335,9	260,8	261,1	236,9	283,9
2011	247,1	268,4	171,7	22,8	23,2	1,4	290,8	328,8	24,9	41,4	241,9	250,9	320,0

2012	258,1	332,1	29,2	251,8	295,6	276,4	338,9	274,6	359,4	240,1	265,9	249,6	277,1
2013	260,1	278,9	246,3	281,7	275,0	12,6	17,8	29,3	13,2	273,3	273,7	239,6	286,6
2014	247,3	253,4	279,4	253,9	12,1	291,8	301,6	299,8	263,2	167,6	227,2	260,6	260,5
2015	260,4	285,1	315,3	35,1	31,9	4,9	344,8	318,1	325,5	262,4	353,4	164,9	322,6
2016	246,0	252,4	261,5	305,6	294,5	337,6	25,8	30,8	36,9	14,9	246,1	86,6	295,9
2017	292,0	228,2	260,1	39,6	355,3	339,4	354,5	15,4	348,1	48,1	309,8	255,6	335,1
2018	247,5	260,8	255,4	252,9	311,9	297,9	266,2	33,1	42,7	251,1	236,0	235,2	263,8
2019	262,4	266,8	51,2	267,6	3,6	316,4	309,4	6,3	10,3	256,6	258,4	235,9	283,1
2020	225,4	245,0	319,7	322,4	332,4	268,8	14,8	332,4	24,3	261,4	105,7	263,9	300,3

Données climatiques fournies par la station météorologique de Sidi Lakhdar

Tab. 37: Données Mensuelles des températures maximales enregistrées sur une série de 30ans de (1990-2020).

Année	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	T Max
1990	23,0	23,5	28,0	29,0	33,2	36,0	39,7	39,4	36,1	32,3	27,3	20,4	39,7
1991	20,8	20,3	27,9	26,1	30,4	36,7	38,4	41,5	37,7	29,1	24,6	19,8	41,5
1992	18,9	22,1	22,3	31,0	32,3	34,3	39,1	40,8	35,9	31,0	24,7	21,8	40,8
1993	21,1	22,0	26,6	29,0	35,7	40,8	40,2	41,6	34,9	28,7	25,1	21,0	41,6
1994	21,0	29,0	30,6	27,0	42,9	44,5	43,6	39,4	37,1	30,2	26,3	22,2	44,5
1995	21,7	24,0	25,4	28,8	32,2	38,0	39,5	41,6	34,0	31,9	27,2	20,8	41,6
1996	23,7	20,1	30,8	28,8	31,2	36,2	40,7	37,0	32,7	27,9	27,6	23,1	40,7
1997	23,8	26,0	26,5	29,0	34,6	37,1	39,3	37,7	36,2	32,9	27,9	21,8	39,3
1998	20,9	23,7	26,3	29,1	31,5	36,8	41,1	40,8	36,9	29,9	26,2	22,5	41,1
1999	24,0	26,2	26,3	29,7	36,5	38,9	40,9	44,1	39,0	35,2	25,5	21,8	44,1
2000	21,2	22,4	26,8	29,5	34,4	38,3	41,8	42,2	35,5	29,3	26,1	23,8	42,2
2001	22,0	22,1	32,7	27,2	32,2	40,6	46,4	43,5	37,5	33,9	25,9	20,0	46,4
2002	22,1	23,7	27,5	30,1	34,6	40,7	40,2	39,9	34,7	35,4	26,6	24,1	40,7
2003	21,6	24,8	26,7	34,5	32,2	38,5	41,9	41,2	38,6	32,5	25,1	20,1	41,9
2004	21,7	26,5	24,7	29,4	30,8	36,4	40,7	43,0	42,0	35,9	24,5	22,4	43,0
2005	19,2	18,6	27,5	29,4	35,4	42,7	42,1	41,6	36,7	31,3	29,6	20,0	42,7
2006	18,3	20,3	32,6	32,8	38,0	37,5	39,0	37,1	36,8	37,3	27,8	22,6	39,0
2007	21,9	28,9	26,4	27,4	33,4	34,0	38,7	41,1	36,1	30,4	26,3	20,9	41,1

2008	21,4	24,1	28,3	30,6	31,7	38,0	39,3	40,3	38,6	33,1	26,7	19,2	40,3
2009	21,2	21,6	25,9	32,1	38,2	40,4	43,3	40,2	36,7	33,6	29,2	25,0	43,3
2010	22,9	29,9	25,6	30,5	31,3	36,2	42,0	38,8	34,9	33,6	22,9	25,4	42,0
2011	22,3	19,2	25,8	29,7	33,4	35,6	39,3	40,2	34,8	30,9	27,4	20,7	40,2
2012	19,2	20,2	27,2	30,0	32,8	40,1	41,2	44,3	38,2	33,8	31,0	23,3	44,3
2013	20,7	21,1	24,0	29,7	30,0	36,6	36,7	37,2	34,9	35,1	27,9	18,7	37,2
2014	21,8	24,8	24,5	29,5	31,5	36,8	40,6	38,4	37,8	33,5	28,7	19,9	40,6
2015	20,6	18,5	27,0	32,7	39,0	42,2	42,5	42,2	38,5	32,2	29,6	24,0	42,5
2016	22,7	24,2	31,4	34,5	35,4	38,3	42,1	40,4	40,4	35,7	30,4	22,0	42,1
2017	21,6	24,5	27,5	29,4	35,5	40,9	41,3	39,6	35,3	33,2	29,1	20,7	41,3
2018	20,5	24,3	26,8	33,2	36,3	36,9	37,2	39,2	37,8	31,3	26,2	24,7	39,2
2019	18,4	21,8	27,2	32,0	32,1	38,9	43,8	39,3	37,7	34,1	24,8	23,7	43,8
2020	20,7	26,1	30,4	31,2	38,6	39,7	42,2	42,9	36,2	32,6	29,5	23,4	42,9

Tab. 38: Données Mensuelles des températures minimales enregistrées sur une série de 30ans de (1990-2020).

Année	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	T min
1990	4,0	5,4	5,6	6,8	12,4	16,1	19,0	20,4	20,4	12,3	7,1	3,4	3,4
1991	1,1	3,0	6,1	4,6	7,4	13,3	17,5	18,7	16,6	8,7	7,2	2,0	1,1
1992	2,3	2,3	4,6	5,8	9,4	12,8	16,0	16,2	13,3	10,2	8,0	2,0	2,0
1993	1,0	3,0	1,7	6,5	10,0	15,8	17,3	17,0	12,8	9,0	7,1	6,3	1,0
1994	2,0	3,2	6,5	5,3	10,2	14,4	21,3	21,1	13,9	12,7	8,6	2,2	2,0
1995	1,9	4,4	6,0	3,0	11,9	13,9	17,8	19,5	13,5	12,5	7,2	6,4	1,9
1996	4,8	2,3	4,1	6,9	9,0	13,0	15,7	17,0	14,5	10,3	6,6	3,0	2,3
1997	2,4	4,2	6,2	8,7	9,8	13,9	16,2	18,8	16,5	8,1	6,1	4,6	2,4
1998	2,9	5,8	4,4	6,1	9,7	14,2	19,3	18,0	16,9	9,2	5,2	2,6	2,6
1999	3,7	0,8	5,0	7,3	11,2	16,7	19,4	21,2	15,3	14,0	2,9	1,0	0,8
2000	0,5	3,6	6,1	6,6	12,4	15,2	18,1	19,6	14,8	11,9	5,8	4,8	0,5
2001	3,8	4,3	6,9	6,8	7,8	15,4	17,0	19,4	16,8	13,5	4,4	2,5	2,5
2002	1,9	3,2	6,1	8,1	7,8	13,3	17,4	17,7	14,6	12,1	7,9	4,5	1,9
2003	3,9	1,0	5,1	4,9	12,0	15,8	19,2	20,4	16,3	12,4	7,8	3,3	1,0
2004	1,3	3,2	1,8	6,8	9,0	14,5	17,8	20,9	14,7	11,3	5,4	1,5	1,3
2005	-0,4	-0,7	0,6	6,9	11,5	16,0	19,4	18,0	13,7	12,8	5,7	2,6	-0,7
2006	0,9	2,5	6,3	10,7	12,9	9,8	18,8	19,6	14,1	14,4	9,3	5,9	0,9
2007	4,0	5,1	2,4	7,0	10,3	13,6	18,6	19,5	16,0	11,9	3,8	0,7	0,7
2008	3,1	3,0	2,0	7,2	10,7	12,7	20,6	20,0	15,6	9,3	6,7	3,7	2,0

2009	1,6	2,3	3,5	6,2	9,1	14,7	18,5	21,1	15,7	11,5	9,6	5,1	1,6
2010	3,6	1,4	3,8	6,4	8,8	14,0	20,4	20,2	15,3	7,1	7,0	-0,9	-0,9
2011	0,9	2,6	1,9	9,8	11,6	12,6	17,7	20,8	16,4	12,0	8,4	4,0	0,9
2012	0,9	0,0	2,8	6,9	8,7	15,8	18,0	21,2	16,0	7,3	7,1	3,5	0,0
2013	4,1	0,0	4,5	6,7	9,9	12,9	16,6	19,2	16,8	13,6	2,8	1,8	0,0
2014	5,6	2,8	3,9	9,5	11,0	12,0	16,9	19,3	17,9	11,4	7,9	3,5	2,8
2015	2,7	1,9	2,5	9,8	11,6	15,5	21,9	19,5	15,8	12,6	6,8	5,4	1,9
2016	3,8	3,2	3,9	4,9	6,2	14,4	16,6	19,4	16,3	12,0	8,3	3,0	3,0
2017	1,6	5,5	3,4	7,2	11,5	16,7	16,1	20,8	16,3	12,9	6,7	1,9	1,6
2018	3,3	2,6	3,4	5,9	8,8	13,8	19,7	20,5	16,8	10,3	6,9	4,0	2,6
2019	1,9	2,2	6,0	8,4	11,1	13,4	20,8	20,6	15,4	12,2	8,0	4,5	1,9
2020	2,8	3,1	6,1	7,9	12,3	14,7	21,0	20,7	16,5	10,7	7,5	1,9	1,9

Tab. 39: Données Mensuelles des pluies enregistrées sur une série de 30 ans de (1990-2020).

Année	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Sommes
1990	73,8	0,0	26,4	68,6	64,3	37,0	0,0	0,0	10,6	10,6	58,0	21,1	370,2
1991	15,8	47,5	126,6	10,6	10,6	10,6	0,0	5,3	21,1	47,5	36,0	5,3	336,6
1992	26,4	10,6	68,6	79,1	47,5	21,1	0,0	0,0	0,0	21,1	21,1	31,6	326,9
1993	0,0	47,5	26,4	79,1	31,6	0,0	0,0	0,0	26,4	15,8	26,4	15,8	269,0
1994	21,1	31,6	0,0	15,8	15,8	0,0	0,0	0,0	79,1	79,1	26,4	10,6	279,5
1995	52,7	21,1	105,5	15,8	0,0	10,6	0,0	5,3	26,4	31,6	36,9	58,0	363,9
1996	73,8	152,9	63,3	79,1	36,9	10,5	26,4	10,6	15,8	31,6	0,0	36,9	537,8
1997	73,8	0,0	0,0	131,8	26,4	0,0	0,0	36,9	36,9	26,4	116,2	52,7	501,2
1998	15,8	21,1	21,1	36,9	47,5	0,0	0,0	5,3	26,4	10,6	15,8	21,1	221,5
1999	68,6	47,5	68,6	0,0	10,6	0,0	0,0	0,0	42,2	52,7	68,6	100,2	458,8
2000	0,0	0,0	5,3	31,6	36,9	0,0	0,0	0,0	15,8	47,5	105,5	63,3	305,9
2001	100,2	36,9	0,0	26,4	10,6	0,0	0,0	0,0	36,9	26,4	100,2	42,2	379,7
2002	5,3	5,3	52,7	42,2	42,2	0,0	0,0	31,6	0,0	15,8	68,6	31,6	295,3
2003	73,8	73,8	15,8	68,6	10,6	0,0	0,0	10,6	21,1	100,2	58,0	73,8	506,3
2004	26,4	42,2	5,3	31,6	94,9	26,4	0,0	15,8	21,1	47,5	47,5	84,4	443,0
2005	5,3	42,2	42,2	5,3	0,0	0,0	5,3	0,0	21,1	89,7	63,3	26,4	300,6
2006	105,5	89,7	26,4	42,2	94,9	5,3	0,0	10,6	21,1	0,0	5,3	89,7	490,4
2007	31,6	58,0	105,5	110,7	21,1	0,0	0,0	5,3	47,5	58,0	58,0	5,3	501,0
2008	26,4	21,1	36,9	10,6	52,7	10,6	15,8	5,3	15,8	58,0	84,4	21,3	358,8
2009	100,2	26,4	68,6	89,7	21,1	0,0	0,0	0,0	63,3	21,1	47,5	58,0	495,7
2010	73,8	94,9	68,6	15,8	42,2	10,6	0,0	73,8	5,3	73,8	79,1	21,1	559,0
2011	63,3	79,1	26,4	89,7	105,5	31,6	0,0	0,0	5,3	21,1	126,6	15,8	564,3
2012	15,8	52,7	26,4	163,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	73,8	126,6	21,1	479,9
2013	84,4	73,8	84,4	131,8	63,3	0,0	10,6	0,0	21,1	0,0	58,0	63,3	590,6
2014	68,6	58,0	89,7	5,3	0,0	36,9	0,0	0,0	26,4	42,2	47,5	52,7	427,1
2015	63,3	94,9	36,9	0,0	5,3	0,0	0,0	0,0	10,6	36,9	36,9	0,0	284,8
2016	31,6	63,3	313,8	47,5	21,1	5,3	0,0	0,0	5,3	0,0	68,6	47,5	603,9

2017	168,8	5,3	21,1	0,0	10,6	0,0	0,0	0,0	5,3	31,6	58,0	47,5	348,0
2018	31,6	47,5	142,4	94,9	31,6	47,5	0,0	0,0	47,5	58,0	94,9	21,1	617,0
2019	79,1	21,1	21,1	26,4	5,3	0,0	0,0	0,0	31,6	10,6	68,6	26,4	290,0
2020	31,6	0,0	21,1	52,7	10,6	0,0	0,0	0,0	5,3	10,6	15,8	68,6	216,2

Tab. 40: Données Mensuelles de l'humidité relative de l'air enregistrées sur une série de 30 ans de (1990-2020).

année	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Moyen
1990	78,8	69,8	64,8	64,9	62,4	54,8	47,2	49,3	56,1	67,8	73,3	72,2	63,4
1991	71,2	75,4	74,0	67,9	59,4	57,1	48,6	46,3	57,6	71,0	69,2	73,9	64,2
1992	75,8	67,3	71,6	66,3	61,6	61,2	53,8	44,3	56,4	68,8	66,9	69,4	63,6
1993	60,8	68,5	63,1	60,9	60,7	58,5	51,8	50,3	60,6	70,0	74,3	74,2	62,8
1994	75,9	69,8	64,6	59,3	55,1	45,5	42,6	49,9	58,9	76,2	73,4	77,6	62,4
1995	76,6	75,4	69,3	59,3	56,7	61,4	51,6	52,2	61,5	66,1	67,7	76,5	64,4
1996	72,3	75,1	73,2	69,0	67,0	61,4	57,9	59,4	64,9	66,1	68,6	70,8	67,1
1997	71,6	70,3	58,6	64,0	65,1	56,4	54,9	57,8	61,4	64,9	74,2	79,4	64,8
1998	77,0	71,1	63,1	66,1	66,9	57,4	48,5	50,1	59,3	62,8	74,0	69,3	63,7
1999	72,9	75,5	71,1	58,4	56,3	53,4	47,1	50,4	62,3	65,3	71,9	79,9	63,6
2000	72,9	71,3	65,1	61,6	61,5	52,3	48,1	40,6	59,4	68,6	72,9	70,7	62,1
2001	74,6	72,6	68,1	64,1	63,7	46,6	45,9	48,3	65,2	63,8	76,9	73,2	63,5
2002	72,4	66,9	68,8	65,3	58,2	51,0	53,0	57,8	57,9	61,8	72,1	76,0	63,4
2003	75,9	75,3	68,6	68,2	62,9	51,8	46,3	49,9	58,9	71,6	74,1	76,5	64,9
2004	78,9	71,4	73,3	65,4	68,4	56,8	53,2	51,8	55,8	60,2	72,9	77,4	65,4
2005	71,1	71,7	72,3	64,2	56,8	51,3	47,6	49,8	61,7	68,5	71,8	79,1	63,8
2006	77,0	77,4	70,8	67,6	70,0	60,1	51,0	54,7	60,0	59,0	66,3	76,4	65,8
2007	71,1	78,6	69,3	77,1	62,1	61,1	50,5	52,5	61,5	72,7	69,2	75,9	66,7
2008	79,0	70,9	65,8	57,7	65,8	56,1	50,9	51,9	59,4	67,3	72,3	78,5	64,6
2009	80,8	73,6	70,7	69,6	60,1	54,9	48,9	57,1	65,6	63,3	62,8	73,0	64,9
2010	75,5	75,8	74,3	70,9	62,5	57,5	51,3	57,5	61,4	65,6	75,9	68,9	66,4
2011	78,3	75,2	69,1	66,8	68,1	61,3	54,6	49,3	62,4	64,4	70,7	78,5	66,5
2012	75,4	71,4	72,4	70,6	60,6	56,1	48,9	46,4	56,1	61,6	75,2	77,8	64,4
2013	78,0	71,1	73,9	70,6	70,1	59,9	61,9	55,6	66,9	61,9	71,8	75,1	68,1
2014	75,2	75,3	71,3	63,7	59,8	56,9	49,8	49,4	55,8	58,0	67,6	74,7	63,1
2015	72,3	75,0	68,1	62,3	52,0	50,3	42,9	53,9	56,8	64,5	68,8	60,4	60,5
2016	68,6	69,8	70,9	66,9	61,1	50,1	46,9	49,9	51,1	57,8	65,4	74,3	61,0
2017	72,6	72,5	67,4	62,8	56,2	52,3	43,1	53,2	53,1	54,4	57,0	71,6	59,6
2018	74,4	74,5	71,5	67,4	76,6	61,8	52,0	51,1	60,8	64,1	70,5	72,1	65,6
2019	73,3	65,1	66,9	64,5	54,6	55,9	49,0	52,9	62,3	60,1	73,7	72,3	62,4
2020	70,6	66,4	65,4	68,9	54,6	51,1	42,8	44,1	54,2	54,5	60,7	72,9	58,8

Tab. 41: Données Mensuelles de l'humidité spécifique de l'air enregistrées sur une série de 30 ans de (1990-2020) .

Année	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Moyen
1990	6,2	6,6	6,8	7,1	8,9	10,4	10,6	11,5	12,3	9,8	7,8	5,9	8,7
1991	5,5	5,9	7,1	6,8	7,3	10,1	10,7	11,1	11,7	9,0	6,8	6,0	8,2
1992	5,6	5,4	6,4	7,2	8,6	9,1	10,9	10,1	10,7	8,9	9,6	6,2	8,0
1993	4,5	5,4	6,0	6,5	8,3	10,3	11,0	11,5	10,1	8,9	7,6	6,6	8,1
1994	6,0	5,9	6,7	6,2	8,4	8,4	10,6	12,6	10,5	10,7	8,3	7,0	8,5
1995	6,3	7,0	6,6	6,3	8,3	10,6	11,1	11,7	10,0	9,8	7,8	7,6	8,6
1996	6,7	6,1	7,1	7,7	8,7	10,6	11,5	12,4	10,6	8,4	7,2	6,5	8,6
1997	6,2	6,4	5,8	7,7	9,3	9,9	10,7	12,1	11,5	9,9	8,3	7,3	8,7
1998	6,6	6,6	6,1	7,2	8,7	10,3	10,7	11,4	11,2	8,1	7,9	5,5	8,4
1999	5,8	5,8	6,8	6,7	8,7	10,1	10,6	12,0	11,6	10,1	6,8	6,7	8,5
2000	5,1	6,2	6,4	6,7	9,4	9,8	10,8	9,5	10,8	8,9	7,5	6,5	8,1
2001	6,3	5,9	7,5	7,3	8,5	9,0	10,0	11,4	12,2	10,3	7,5	5,7	8,5
2002	5,6	5,6	6,6	7,1	8,1	9,8	11,0	12,0	10,4	8,9	7,7	7,0	8,4
2003	6,0	5,9	6,8	7,6	8,9	10,9	11,3	12,3	11,2	10,4	7,8	6,3	8,8
2004	6,6	6,4	6,9	7,0	8,4	10,5	11,7	12,0	10,9	9,3	7,1	6,4	8,6
2005	4,8	4,9	7,0	7,2	8,9	10,0	11,1	10,8	10,7	9,9	7,1	6,4	8,2
2006	5,7	5,9	7,0	8,5	10,9	10,7	11,8	11,7	10,8	9,2	7,8	6,6	8,9
2007	5,7	7,2	6,2	8,4	8,5	10,4	11,0	11,7	11,3	10,0	6,8	6,2	8,6
2008	6,5	6,4	6,5	6,8	8,9	9,8	11,5	11,9	11,1	9,6	6,8	6,3	8,5
2009	6,4	5,8	6,9	7,0	8,7	10,4	11,4	12,8	11,3	9,3	7,3	7,0	8,7
2010	6,5	7,0	7,1	8,2	8,0	9,8	11,7	12,8	11,2	8,9	7,8	6,2	8,8
2011	6,4	6,0	6,6	8,2	9,8	10,7	11,7	11,5	11,5	9,2	7,6	6,5	8,9
2012	5,7	4,8	6,7	7,2	8,9	11,1	10,5	11,3	10,4	9,2	8,4	6,8	8,4
2013	6,5	5,5	7,3	7,8	8,6	9,4	12,6	12,0	12,0	10,0	7,0	6,0	8,7
2014	6,4	6,5	6,4	7,8	8,3	9,8	10,3	10,8	11,3	8,9	7,6	6,1	8,4
2015	5,6	5,9	6,4	7,7	8,1	9,2	11,0	12,9	10,5	9,5	7,4	5,6	8,3
2016	6,3	6,4	6,2	7,5	8,4	9,4	10,7	11,1	9,8	9,4	7,0	6,5	8,2
2017	5,4	6,7	6,7	7,5	9,0	10,7	10,3	12,7	10,1	8,1	5,9	6,0	8,2
2018	6,0	5,7	7,0	7,8	8,7	10,4	11,0	11,8	12,2	9,1	7,3	6,5	8,7
2019	5,8	5,3	6,5	7,1	7,9	10,0	11,8	12,3	11,8	8,7	7,9	6,9	8,5
2020	5,4	6,4	7,0	8,4	8,7	9,4	10,7	11,1	10,5	7,5	7,2	6,8	8,3

Tab. 42: Données Mensuelles de pression du vent enregistrées sur une série de 30 ans de (1990-2020).

Année	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Moyen
1990	100,0	100,0	100,0	99,1	99,1	99,1	99,2	99,3	99,2	99,1	99,3	99,4	99,4
1991	100,0	99,4	98,8	99,2	99,2	99,2	99,1	99,2	99,2	99,2	99,6	100,1	99,3
1992	100,0	100,0	99,5	99,1	99,2	99,0	99,2	99,2	99,4	99,0	99,9	99,4	99,4
1993	100,4	99,7	99,4	99,1	98,9	99,2	99,2	99,1	99,1	99,1	99,2	99,9	99,3

1994	99,8	99,3	99,6	99,2	99,0	99,3	99,1	99,0	99,1	99,1	99,7	100,1	99,4
1995	100,1	99,8	99,3	99,1	99,1	99,0	99,0	99,0	99,2	99,5	99,4	99,2	99,3
1996	98,8	99,2	98,9	99,1	99,1	99,3	99,2	99,0	99,0	99,5	99,6	98,9	99,1
1997	99,3	100,3	99,8	99,1	99,1	98,9	99,1	99,2	99,2	99,2	99,1	99,4	99,3
1998	99,6	100,0	99,8	99,0	99,0	99,3	99,0	99,2	99,0	99,6	99,5	99,8	99,4
1999	99,6	99,7	99,0	99,3	99,2	99,2	99,0	98,9	99,0	99,3	99,5	99,8	99,3
2000	99,9	100,3	99,5	98,8	99,0	99,3	99,0	99,2	99,1	99,3	99,3	99,4	99,3
2001	99,5	99,7	99,1	99,3	99,1	99,2	99,1	99,1	99,0	99,5	99,4	99,6	99,3
2002	100,2	99,8	99,2	99,0	99,1	99,2	99,1	99,0	99,2	99,3	99,2	99,6	99,3
2003	99,6	99,5	99,6	99,0	99,3	99,0	99,1	99,1	99,3	99,0	99,2	99,6	99,3
2004	99,5	99,5	99,5	99,0	99,0	99,3	99,1	99,1	99,4	99,1	99,5	99,4	99,3
2005	100,1	99,3	99,3	99,2	99,2	99,2	99,0	99,1	99,3	99,4	99,3	99,6	99,3
2006	99,5	99,2	99,3	98,9	99,1	99,2	99,2	99,0	99,1	99,2	99,6	100,6	99,3
2007	100,1	99,5	99,4	99,0	99,1	99,0	99,1	98,9	99,2	99,3	99,4	99,9	99,3
2008	100,0	99,9	99,2	99,1	98,8	99,1	99,1	99,0	99,1	99,2	99,3	99,4	99,3
2009	99,2	99,2	99,1	99,1	99,2	99,1	99,2	99,1	99,2	99,3	99,4	98,9	99,2
2010	99,1	98,6	99,3	99,2	99,1	99,0	99,1	99,1	99,1	99,0	98,9	99,0	99,0
2011	99,5	99,6	99,3	99,0	99,2	99,2	98,9	99,0	99,2	99,4	99,3	100,2	99,3
2012	100,1	99,8	99,9	98,8	99,2	99,1	99,1	99,2	99,1	99,0	99,0	99,8	99,3
2013	99,7	99,3	98,6	99,0	99,1	99,3	99,2	99,1	99,3	99,3	99,4	100,0	99,3
2014	99,3	99,4	99,3	99,1	99,1	99,1	99,1	99,0	99,1	99,3	98,8	99,9	99,2
2015	99,9	99,3	99,5	99,4	99,3	99,2	99,1	99,1	99,2	99,2	99,9	100,5	99,5
2016	99,9	99,6	99,2	98,9	99,1	99,1	99,2	99,3	99,4	99,2	99,2	100,0	99,3
2017	99,6	99,5	99,5	99,3	99,1	99,1	99,1	99,1	99,3	99,7	99,5	100,0	99,4
2018	99,8	99,0	98,8	98,9	99,0	99,1	99,1	99,1	99,3	99,0	99,2	100,1	99,2
2019	99,6	100,0	88,7	98,9	99,0	99,0	98,9	99,1	99,2	99,3	99,0	99,5	99,3
2020	100,0	100,1	99,2	99,1	99,2	99,1	99,0	98,9	99,2	99,4	99,7	99,2	99,3

Tab. 43: Données Mensuelles de direction du vent enregistrées sur une série de 30 ans de (1990-2020).

Année	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sep	Oct	Nov	Déc	Degrés
1990	263,9	255	54,81	302,9	20,94	286,9	25,62	22,38	13,69	257,8	274,4	339,8	333,1
1991	299,9	249,8	267,4	316,2	9,75	2	345,6	26,19	338,6	288,5	256,8	75,25	315,9
1992	60	69,69	341,7	294,4	353,7	264,1	30,5	307,9	359	260,3	258,8	246,7	309,1
1993	313,6	65,56	325	253,1	272,9	332,7	17,19	4,25	253,1	283	303,6	264,9	296,8
1994	268,3	257,7	37,88	309,4	265,2	18,44	345,1	304,6	305,6	293,2	238,8	247,8	291,7
1995	275,1	259,1	16,5	317,4	335,6	341,5	316,3	6,69	267,3	51	250,6	239	294,8
1996	232	288,1	291,8	325,4	282	38,38	12,25	303,9	270,1	328,8	259,4	234,4	279,3
1997	223,4	330,4	50,5	6,94	292,3	259,4	357,6	6	40,38	305,4	253,1	243,5	291,8

1998	236,3	64,44	33,38	258,2	287,1	345,1	345,4	31,94	286,4	270,8	301,1	229,9	289,2
1999	268,7	319,3	292,3	272,8	280,9	358,9	344,6	299,2	287,1	238,3	15,19	281,8	304,6
2000	78,56	274,1	354,7	258,5	359,9	19,69	351,2	12,81	349,6	263,3	256,6	237,4	293,6
2001	248,4	268,3	247,9	310,7	306,8	6,75	302,6	328,2	3,38	30,25	12,94	81,12	293,6
2002	178,3	334,1	311,9	282,7	276,1	310,3	9,31	338,6	289,2	264,8	254,3	247,4	284
2003	269,2	294,4	67,38	304	17,06	357,9	318,9	356,1	27,38	269,4	239,3	244,9	314,6
2004	253,6	281,4	334,6	286,3	312,6	10,12	22,56	284,1	28,5	247,5	20,88	293,1	311,6
2005	5,38	347,1	3,69	308,1	353,4	9,25	339,8	25,25	319,5	28,31	253,8	229,2	345,8
2006	347,4	257,3	260,3	326,8	8,25	8,56	13,94	8	298,4	273,5	222,2	304,3	311,3
2007	234,4	252,2	285,6	352,7	259,1	317,4	352,3	2,19	27,06	24,19	38,06	153,3	318,8
2008	237,4	84,06	267,5	261,6	266,9	14,94	346,2	1,81	356,4	152,1	255,5	256,8	284,4
2009	263,1	255,6	333,4	256,5	17,25	267,6	287,6	16	16,69	322,7	251,9	241,8	273,7
2010	262,6	248,2	275,7	38,38	276,4	321,1	19,06	22,5	335,9	260,8	261,1	236,9	283,9
2011	247,1	268,4	171,7	22,75	23,19	1,38	290,8	328,8	24,94	41,44	241,9	250,9	320
2012	258,1	332,1	29,19	251,8	295,6	276,4	338,9	274,6	359,4	240,1	265,9	249,6	277,1
2013	260,1	278,9	246,3	281,7	275	12,62	17,81	29,31	13,19	273,3	273,7	239,6	286,6
2014	247,3	253,4	279,4	253,9	12,06	291,8	301,6	299,8	263,2	167,6	227,2	260,6	260,5
2015	260,4	285,1	315,3	35,06	31,88	4,94	344,8	318,1	325,5	262,4	353,4	164,9	322,6
2016	246	252,4	261,5	305,6	294,5	337,6	25,81	30,75	36,94	14,94	246,1	86,62	295,9
2017	292	228,2	260,1	39,62	355,3	339,4	354,5	15,38	348,1	48,06	309,8	255,6	335,1
2018	247,5	260,8	255,4	252,9	311,9	297,9	266,2	33,06	42,69	251,1	236	235,2	263,8
2019	262,4	266,8	51,19	267,6	3,62	316,4	309,4	6,31	10,25	256,6	258,4	235,9	283,1
2020	225,4	245	319,7	322,4	332,4	268,8	14,75	332,4	24,25	261,4	105,7	263,9	300,3

Densité de la population (au 31/12/2021) du plateau de Mostaganem

COMMUNE	Supérficie (KM ²)	Urbain (Hab)	Rural (Hab)	Total (Hab)	ACL (Hab)	AS (Hab)	ZE (Hab)	Densité (Hab/Km ²)	Tx d'urbanisation
Mostaganem	50	167 462	1 810	169 272	167 462	0	1 810	3 385	99
Ain Tadles	86	31 810	19 812	51 622	28 430	3 380	19 812	600	62
Sour	72	7 724	18 263	25 987	4 879	2 845	18 263	361	30

Bouguirat	97	15 293	23 827	39 120	11 700	3 593	23 827	403	39
Sirat	71	6 746	21 312	28 058	6 746	0	21 312	395	24
Souafia	78	3 661	18 632	22 293	1 733	1 928	18 632	286	16
Mesra	45	19 958	14 919	34 877	15 657	4 301	14 919	775	57
Mansourah	48	3 051	19 593	22 644	3 051	0	19 593	472	13
Touahria	56	4 759	4 305	9 064	3 582	1 177	4 305	162	53
Ain Sidi Cherif	54	6 149	7 165	13 314	5 043	1 106	7 165	247	46
Kheiredine	45	23 480	13 723	37 203	8 512	14 968	13 723	827	63
Sayada	45	35 107	6 765	41 872	4 651	30 456	6 765	931	84
Total	747	325200	170126	495326	261446	63754	170126	8844	65,65

Source : D.P.S.B.

ACL : Agglomération Chef-Lieu.

AS : Agglomération Secondaire.

ZE : Zone Eparse

Photos



Fig. 37: Photos prises sur le terrain (juin 2023) (clichés Kada & Benatia, 2023)