

الجمهورية الجزائرية
الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي والبحث
العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Centre Universitaire Salhi Ahmed – NAAMA
Institut des Sciences et de Technologie
Département des Sciences de la Nature et de la Vie



En vue de l'obtention du **diplôme de MASTER (Académique)**

En : Sciences agronomique

Spécialité : Agro-pastoralisme

Présenté par : MEHDI Marwa & HADDI Fatima Zohra

Intitulé

***Étude de l'évolution du lac d'Oglat Ed Daïra région d'Ain Ben
Khelil (wilaya de Naâma) par l'utilisation de l'imagerie satellitaire
(1985 à 2020)***

Soutenu, devant le jury composé de :

Président	DERDOUR Abdessamed	MCA	Centre Universitaire de Naâma
Encadreur	GUERINE Lakhdar	MCA	Centre Universitaire de Naâma
Examineur	BOURAHLA Lame	MCB	Centre Universitaire de Naâma

Promotion : 2020 / 2021

Remerciements

Nous remercions tout d'abord Allah tout-puissant de nous avoir donné la force et l'aide pour réaliser ce travail.

*À l'heure où nous apportons la touche finale à ce mémoire, nous tenons à remercier tout d'abord la personne qui nous a permis de réaliser ce mémoire : **Dr. GUERINE Lakhdar** pour avoir accepté de nous encadrer. Nous le remercions aussi pour ses orientations, ses judicieux conseils et de sa disponibilité durant toute la période de notre projet.*

Nos remerciements vont également et plus particulièrement aux membres de jury :

Dr. BOURAHLA L & Dr. DERDOURA.

Que tous ceux qui ont participé de près ou de loin dans l'élaboration de ce mémoire trouvent ici l'expression de nos vifs remerciements.

Nous voudrions aussi exprimer notre vive reconnaissance envers tous les enseignants du département de la science de nature et de vie ainsi que tous ceux qui ont participé à notre formation.

Dédicaces

Avec l'aide de dieu tout puissant, on a pu achever ce modeste travail que je dédie,

A mon père Mohammed et ma mère Fatma

Le grand cœur sur la terre de m'avoir aidé avec leurs conseils et leur soutien moral, en espérant que dieu leur donne la santé.

A ma chère grande mère Kheira et ma tante

A mon frère Youcef et ma sœur Ritej

A toute ma famille

A mes chères amies : Amel, Asma, Chourouq, Chafika, Chaima, Fatima et Noura

A mon collègue Ibrahim

A tous les personnes qui m'ont aidée pour faire ce modeste travail.

A tous ceux que j'aime.

Marwa

Dédicaces

Avec l'aide de dieu tout puissant, on a pu achever ce modeste travail que je dédie,

A mon père Mohammed et ma mère Aicha

Le grand cœur sur la terre de m'avoir aidé avec leurs conseils et leur soutien moral, en espérant que dieu leur donne la santé.

A mon frère Abd Errahman

A mes sœurs Amina, Sanaa et Hiba

A toute ma famille : HADDI

A mes très chers amis : Mounira, Rafika, Fatima, Chahinez, Donia et Hajira

A mes collègues : Zohir et Alae Eddine

A tous les personnes qui m'ont aidée pour faire ce modeste travail.

A tous ceux que j'aime.

Fatima

Sommaire :

Introduction générale.....	13
Chapitre I: Recueil bibliographique sur les zones humides et leur étude par télédétection.....	3
I.1 Notion de zone humide.....	4
I.2 Fonctions et valeurs des zones humides.....	4
I.3 Les zones humides algériennes : une importance internationale.....	7
Chapitre II : Présentation globale de la Wilaya de Naâma	9
II.1 Situation géographique.....	9
II.2 Découpage administratif.....	11
II.3.Géomorphologie.....	12
II. 3.1. Les reliefs	12
II.3.2. La plaine et surfaces plus au moins planes.....	13
II.3.3. Les dépressions.....	13
II.3.4. Les formations et accumulations éoliennes	13
II.4 Étude Climatique.....	14
II.4.1. Étude des paramètres	15
II.4.1.1 Étude des températures	15
II.4.1.1.1.Températures moyennes annuelles.....	15
II.4.1.1.2.Températures moyennes mensuelles	16
II.4.1.2.Étude des précipitations	17
II.4.1.2.1 Précipitations moyennes annuelles.....	17
II.4.1.2.2 Coefficient pluviométrique.....	19
II.4.1.2.3. Précipitations moyennes mensuelles.....	20
II.4.1.2.4. Précipitations Saisonnières.....	22
II.4.1.4. L'humidité relative.....	24
II.4.2. Synthèse climatique	25
II.4.2.1. Méthode graphique	25
a- Diagramme pluvio-thermique de BAGNOULS et GAUSSEN :.....	25
II.2.2. Indices climatiques	27
II.2.2.1. L'indice d'aridité de Martonne	27
Indice d'aridité annuel (I)	27
II.5.Gelées et neiges	28
II.6.Géologie d'Ain Ben Khelil	28
II.7. Lithologie et sols d'Ain Ben Khelil	29
II.8. Cortège floristique.....	30
II.9 Cortège faunistique	31
Chapitre III : Matériels et méthodes	33
Présentation de la région d'étude.....	34

III.1. L'étude de la végétation de la région	36
III.1.1. Introduction	36
III.1.2. Matériels	36
III.2. L'étude de la zone par la télédétection.....	42
III.2.1. Introduction	42
III.2.2. L'intérêt de ces techniques est multiple	42
III.2.3. Choix des données utilisées.....	42
III.2.4. Systèmes d'informations géographiques (SIG).....	43
III.2.5. L'échantillonnage des données terrain	43
III.2.6. Indice de Précipitation Standardisé (SPI).....	44
a. Les avantages de la méthode SPI :.....	44
b. Les inconvénients de la méthode SPI	44
III.2.7. L'évapotranspiration potentielle (ETP).....	44
III.2.8. Les indices calculés à partir des images satellitaires.....	45
III.2.8.1. Les indices de végétation.....	45
III.2.8.1.1 L'indice de végétation amélioré EVI.....	45
III.2.8.1.2 L'indice de végétation de différence normalisée NDVI.....	45
III.2.8.2. L'indice de teneur en eau NDWI.....	46
III.2.8.3. L'indice de végétation ajusté au sol SAVI	46
Chapitre IV : Résultats & discussion.....	47
IV.1. L'Indice de Précipitation Standardisé (SPI) :	48
IV.2. L'évapotranspiration potentielle (ETP)	49
IV.3. L'indice de végétation amélioré EVI.....	50
IV.4. L'indice de végétation de différence normalisée NDVI.....	54
IV.5. L'indice de teneur en eau NDWI.....	58
IV.6. L'indice de végétation ajusté au sol SAVI	61
Conclusion.....	66
Références bibliographiques	67

Liste des Tableaux :

Tableau 1: Répartition des dairates et des communes de la wilaya de Naâma (DPAT, 2008)	11
Tableau 2 : L'évolution des températures moyennes annuelles de la station de Naâma (1987-2016).....	15
Tableau 3 : Moyennes mensuelles des températures en (°C) pour la station de Naâma.....	16
Tableau 4: Moyennes annuelles des précipitations en (mm), pour la station de Naâma	18
Tableau 5: Le coefficient pluviométrique calculé à la station de Naâma (1987-2016).	20
Tableau 6 : Les moyennes mensuelles des précipitations en (mm), à la station de Naâma.....	21
Tableau 7: Valeurs des précipitations saisonnières, à la station de Naâma	22
Tableau 8: Vitesses moyennes mensuelles (km/h) du vent, à la station de Naâma	23
Tableau 9: moyennes mensuelles d'humidité relative (%) enregistrées à la station de Naâma (1987-2016).....	24
Tableau 10: Valeurs moyennes mensuelles des précipitations et des températures.....	26
Tableau 11: Classification des climats, en fonction des indices d'aridité annuelle (I)	27
Tableau 12: Le tableau montre la classification des espèces végétales qu'ils existent dans....	41
Tableau 13 : Les valeurs et les significations de l'indice SPI (Svoboda et al, 2000).....	48
Tableau 14: Les moyens des valeurs de l'indice SPI pour la zone d'Oglat Ed Daïra)	48
Tableau 15: Les moyennes des valeurs d'ETP.....	49
Tableau 16: Les moyennes des valeurs des points d'EVI.....	50
Tableau 17 : Les moyennes des valeurs des points d'EVI.....	54
Tableau 18: Les moyennes des valeurs des points de NDWI	58
Tableau 19: Les moyennes des valeurs des points de SAVI.....	61

Liste des Figures :

Figure 1 : Dendrogramme représentant les fonctions des zones humides (MICHELOT et al, 2004).....	5
Figure 2: Dendrogramme représentant les services et les valeurs des zones humides (ANRAS, 2005).....	6
Figure 3 : La carte de localisation de la commune d'Ain Ben khelil- Naâma	10
Figure 4: Variation des températures moyennes annuelles de la station de Naâma.....	16
Figure 5: Histogramme des températures moyennes mensuelles.....	17
Figure 6 : Variations interannuelles des précipitations, à la station de Naâma (1987-2016)...	18
Figure 7: Histogramme des précipitations moyennes mensuelles (1987-2016).....	21
Figure 8: Histogramme des précipitations saisonnières, à la station de Naâma.....	22
Figure 9 : Histogramme de distribution de la vitesse moyenne mensuelle du vent.	23
Figure 10: Histogramme des variations d'humidités moyennes mensuelles (1987-2016).....	24
Figure 11 : Diagramme Ombrothermique de la station de Naâma	26
Figure 12: La carte géologique de la Wilaya Naâma	29
Figure 13: L'Occupation générale des terres dans la zone d'Ain Ben Khelil.....	31
Figure 14 : Schéma présentant la méthodologie suivie pour l'étude.	35
Figure 15 : La carte de localisation des points d'échantillonnages dans le lac d'Oglat Ed Daïra	43
Figure 16: L'évolution de l'indice SPI de 1985 à 2020 pour la zone d'Oglat Ed Daïra.....	49
Figure 17: L'évolution de l'ETP de 1985 à 2020 pour la zone d'Oglat Ed Daïra.	50
Figure 18: L'évolution de l'EVI de 1985 à 2020 pour la zone d'Oglat Ed Daïra.....	51
Figure 19: Les cartes de l'indice de végétation amélioré (EVI) de 1985 à 2000 pour le lac d'Oglat Ed Daïra	52
Figure 20: Les cartes de l'indice de végétation amélioré (EVI) de 2005 à 2020 pour le lac d'Oglat Ed Daïra	53
Figure 21: L'évolution du NDVI de 1985 à 2020 pour la zone d'Oglat Ed Daïra.....	54
Figure 22: Les cartes de l'indice de végétation de différence normalisée (NDVI) de 1985 à 2000 pour le lac d'Oglat Ed Daïra	56
Figure 23: Les cartes de l'indice de végétation de différence normalisée (NDVI) de 2005 à 2020 pour le lac d'Oglat Ed Daïra	57
Figure 24: L'évolution de NDWI de 1985 à 2020 pour la zone d'Oglat Ed Daïra.....	58
Figure 25: Les cartes de l'indice de teneur en eau (NDWI) de 1985 à 2000 pour le lac d'Oglat Ed Daïra.....	59
Figure 26: Les cartes de l'indice de teneur en eau (NDWI) de 2005 à 2000 pour le lac d'Oglat Ed Daïra.....	60
Figure 27: L'évolution de SAVI de 1985 à 2020 pour la zone d'Oglat Ed Daïra d'Oglat Ed Daïra	61
Figure 28: Les cartes de l'indice de végétation ajusté au sol (SAVI) de 1985 à 2000 pour Le lac d'Oglat Ed Daïra.....	62
Figure 29: Les cartes de l'indice de végétation ajusté au sol (SAVI) de 2005 à 2020 pour le lac d'Oglat Ed Daïra.....	63

Liste des Photos :

Photos 1&2 : Vue d'ensemble d'Oglat Ed Daïra	34
Photos 3&4: Anacyclus pyrethrum.....	36
Photo 5: Hyoseris scabra	37
Photo 6: Xanthium spinosum L.....	37
Photo 7 : Amaranthus angustifolius	37
Photo 8: Scirpoides holoschoenus	37
Photo 9: Plantago serraria	38
Photo 10: Medicago aff truncatula	38
Photo 11: Melilotus sulcata	38
Photo 12: Aeluropus littoralis	38
Photo 13: Malva parviflora	39
Photo 14: Erodium moschatum	39
Photo 15: Spergularia fimbriata	39
Photo 16: Adonis dentata	39
Photo 17: Enarthrocarpus clavatus	40
Photo 18: Peganum harmala.....	40
Photo 19: Tamarix gallica	40

Liste des Abréviations :

ANRAS : Association Nationale de Recherche et d'Action Solidaire

CP : Coefficient Pluviométrique

DPAT : Direction de Planification et de L'aménagement du Territoire

DPSB : La Direction des Politiques et Synthèses Budgétaires

ET : Evapotranspiration

ETP : Evapotranspiration Potentielle

Hr : Humidité relative

I: Indice d'aridité annuel

J.O: Journal Officiel

NDMI: Normalized Difference Moisture Index

NDVI: Normalized Difference Vegetation Index

NDWI: Normalized Difference Water Index

ONM : Office National Météorologique

Pr : Précipitations

RAMSAR : Convention relative aux zones humides d'importance internationale

SAVI : Soil Adjusted Vegetation Index

SIG : Système d'information géographique

SPI : Indice de Précipitation Standardisé

T: Température

Tmax : Température maximale

Tmin : Température minimale

USGS: United State Geological survey

Abstract -Résumé – مُلخص

مُلخص

تحتل بحيرة حوض الدائرة مساحة 23430 هكتار. تم إدراجها في عام 2004 على قائمة RAMSAR للأراضي الرطبة ذات الأهمية الدولية. هدفنا هو دراسة تطور بحيرة حوض الدائرة باستعمال الخرائط و استخدام تقنيات الاستشعار عن بعد. نحاول استخدام صور القمر الصناعي Landsat_4 و Landsat_8 لحساب مؤشرات مثل EVI, NDVI, NDWI و SAVI. قمنا أيضا بحساب مؤشرات أخرى مثل مؤشر هطول الأمطار SPI التبخير المحتمل ETP. عرفت البحيرة جفاف في السنوات الاخيرة حيث اننا سجلنا قيم مرتفعة في مؤشر التبخير المحتمل (133,4) ETP في السنوات 2005-2010. القيم المتحصل عليها في مؤشر محتوى الماء NDWI في عام 1985 (0.0938) و في عام 2020 (-0.0087) تظهر أن مساحة البحيرة قد تقلصت. اتضح أن تغير المناخ هو احد التهديدات للتوازن البيئي لهذه المناطق الطبيعية الهامة.

الكلمات المفتاحية: RAMSAR، حوض الدائرة، الاستشعار عن بعد، الخرائط، مؤشرات.

Résumé

Le lac d'Oglat Ed Daïra occupe une superficie de 23.430 ha. Il est classé en 2004 sur la liste de RAMSAR des zones humides d'importance internationale. Notre objectif est d'étudier l'évolution du lac d'Oglat Ed Daïra avec la cartographie et l'utilisation de la télédétection. Nous tenons d'exploiter des images satellitaires landsat_8 et landsat_4 pour calculer des indices tels que : EVI, NDVI, NDWI et SAVI. Nous avons aussi calculé d'autres indices tels que l'indice de précipitation SPI et l'indice de l'évapotranspiration potentielle ETP. Le lac a connu une sécheresse dans ces dernières années où nous avons enregistré des valeurs élevées d'ETP (133,4) en 2005-2010. les valeurs obtenus de NDWI en 1985(0,0938) et en 2020(-0,0087) démontrent que la superficie du lac a été réduite. Il s'avère que les changements climatiques parmi les menaces qui pèsent sur l'équilibre écologique de ces importants espaces naturels.

Mots clefs : RAMSAR, Oglat Ed Daïra, Télédétection, Cartographie, Les indices.

Abstract

Oglat Ed Daïra lake occupies an area of 23,430 ha. It was listed in 2004 on the RAMSAR list of wetlands of international importance. Our objective is to study the evolution of Lake Oglat Ed Daïra with mapping and the use of remote sensing. We would like to use landsat_8 and landsat_4 satellite images to calculate indices such as EVI, NDVI, NDWI and SAVI. We also calculated other indices such as the SPI precipitation index and the ETP potential evapotranspiration index. The lake has experienced a drought in recent years where we recorded high values of ETP (133.4) in 2005-2010, values obtained from NDWI in 1985 (0.0938) and in 2020 (-0.0087) show that the surface area of the lake has been reduced. It turns out that climate change is one of the threats to the ecological balance of these important natural areas.

Keywords: RAMSAR, Oglat Ed Daïra, Remote sensing, cartography, Index.

Introduction générale

Introduction

Le bassin méditerranéen est riche en zones humides d'une grande valeur écologique, sociale et économique. Cependant, ces biens naturels importants ont été considérablement dégradés et détruits, principalement au cours du XX^{ème} siècle (**SKINNER et ZALEWSKI, 1995**)

Aujourd'hui, elles sont reconnues comme des milieux irremplaçables, révolus les temps où ces zones étaient considérées comme des lieux insalubres ou inutiles. L'importance de ces zones pour l'avenir de la planète est de plus en plus évidente. Ces milieux ont non seulement une productivité et une biodiversité exceptionnelles, mais jouent également un rôle clé dans la conservation et la gestion des ressources en eau. Malgré une reconnaissance internationale et nationale, les zones humides, très fragiles, continuent à régresser. Leur destruction systématique les place aujourd'hui parmi les milieux naturels les plus menacés (**THAUVIN, 2006**)

L'Algérie comporte plusieurs zones humides, comme la région sud –ouest des hautes plaines oranaises (Wilaya de Naâma) qui renferme des zones humides d'importance internationale.

De nombreux gestionnaires, élus, décideurs, souhaitent disposer de données pour mieux protéger ces zones humides, les gérer et les valoriser. Ils sont à la recherche d'informations actualisées, de conseils et d'outils pratiques d'aide à la gestion. Les outils issus des techniques d'observation spatiale peuvent apporter une solution pour le suivi et l'inventaire de ces zones à protéger (**THAUVIN, 2006**).

L'Algérie à l'instar des pays du monde est confrontée aux conséquences des changements globaux qui se traduisent par la des sécheresses prolongées. Les complications de ces dernières sont visibles et se reflètent par la raréfaction de la ressource en eau et le retrait du couvert végétal.

Notre travail s'insère dans le cadre dans la thématique de l'étude de l'évolution du Lac d'Oglat Ed Daïra d'Ain Ben Khelil par l'utilisation de l'imagerie satellitaire (1984 à 2020)

C'est dans ce contexte notre étude a pour objectifs :

Introduction

Cartographie de l'évolution du lac d'Oglat Ed Daïra (1984 à 2020)

- Indices de végétation (NDVI, EVI et SAVI)
- Indice de teneur en eau (NDWI)

Calcul des indices :

1. SPI (Standardized Precipitation Index)
2. EVI (Enhanced Vegetation Index)
3. SAVI (Soil Adjusted Vegetation Index)
4. NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)
5. NDWI (Normalized Difference Water Index)
6. ETP (Évapotranspiration Potentielle)

Notre mémoire est structuré en deux parties organisées comme suit :

- La première partie est répartie en deux chapitres : Dans le premier nous présentons quelques données bibliographiques sur les zones humides et leur étude par télédétection grâce aux illustrations graphiques (Notion de zone humide, fonctions et valeurs des zones humides, et leur importance dans l'Algérie), le deuxième contient une présentation de la région d'étude.
- La deuxième partie est divisée en deux chapitres : Dans le premier nous présentons respectivement la méthodologie et le matériel utilisé pour réaliser notre étude, le deuxième présente les différents résultats obtenus et le deuxième leurs interprétations, suivies d'une discussion. Enfin, une conclusion.

**Chapitre I : Recueil bibliographique sur
les zones humides et leur étude par
télédétection**

I.1 Notion de zone humide

Les zones humides, espaces de transition entre la terre et l'eau, constituent un patrimoine naturel remarquable en raison de leur richesse biologique mais aussi des importantes fonctions naturelles qu'elles remplissent. Elles constituent, d'une part, de véritables réservoirs biologiques et génétiques en abritant des espèces végétales remarquables et menacées et la vie d'une multitude d'espèces d'oiseaux en dépend directement (**SI BACHIR, 2006**).

Les définitions des zones humides sont aussi nombreuses que les points de vue de leurs rédacteurs (du pédologue au sociologue en passant par le botaniste ou l'expert des écosystèmes), et des objectifs visés (scientifiques, gestion, politique...). Or, ces énoncés conditionnent les méthodes employées pour les qualifier (**BARNAUD & ELIANE, 2007**).

Toutefois, trois paramètres paraissent incontournables pour les caractériser, il s'agit de la présence d'eau, de sols hydro morphes et d'une végétation adaptées composées d'hygrophytes au sens français et d'hydrophytes au sens anglo-saxon (**BARNAUD & ELIANE, 2007**).

L'accord international résultant, connu par la convention de **RAMSAR**, définit les zones humides par : « des étendues de marais, de fagnes, de tourbières, ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres ».

I.2 Fonctions et valeurs des zones humides

Les zones humides peuvent se définir au travers de leurs caractéristiques, ensemble des conditions climatiques, géomorphologiques, hydrologiques, pédologiques et botaniques. Ces différents éléments dépendent les uns des autres et agissent les uns sur les autres. La conjonction particulière de ces caractéristiques détermine un ensemble de processus naturels qui se déroulent au sein de ce milieu. Ces processus permettent aux zones humides d'assurer des fonctions hydrologiques, biogéochimiques et écologiques (**MICHELOT et al. 2004**)

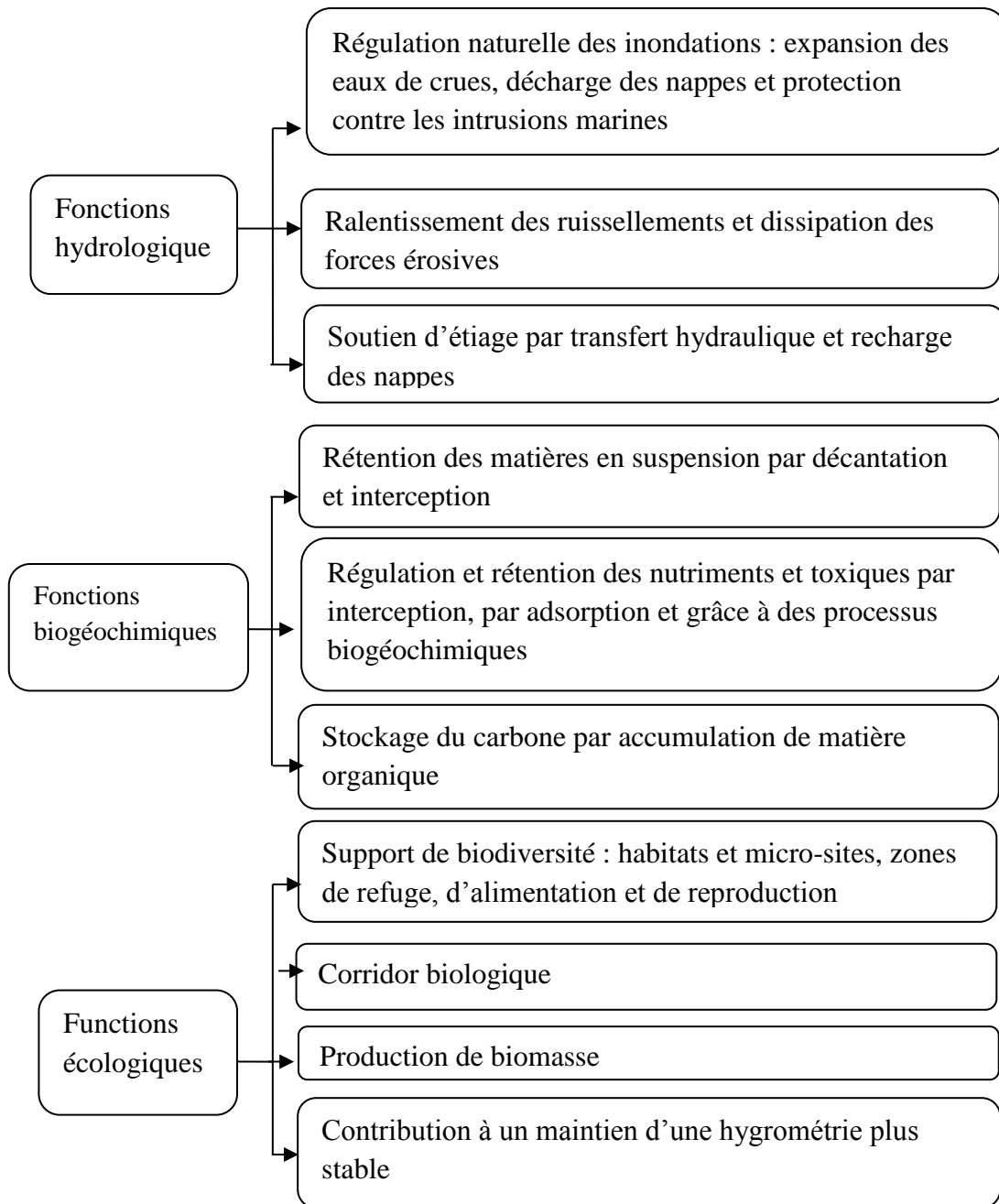


Figure 1 : Dendrogramme représentant les fonctions des zones humides (MICHELOT et al, 2004).

De l'expression de ces fonctions résulte un ensemble de services, « avantages pour la société liés à leur exploitation indirecte », et de produits, « biens issus d'un usage individuel lié à une exploitation directe » (ANRAS, 2005). L'homme peut, volontairement ou involontairement, tirer parti des rôles joués par les zones humides au sein des écosystèmes. Ainsi, des valeurs peuvent être attribuées aux zones humides : valeurs environnementales, économiques et sociétales (Fig. 02).

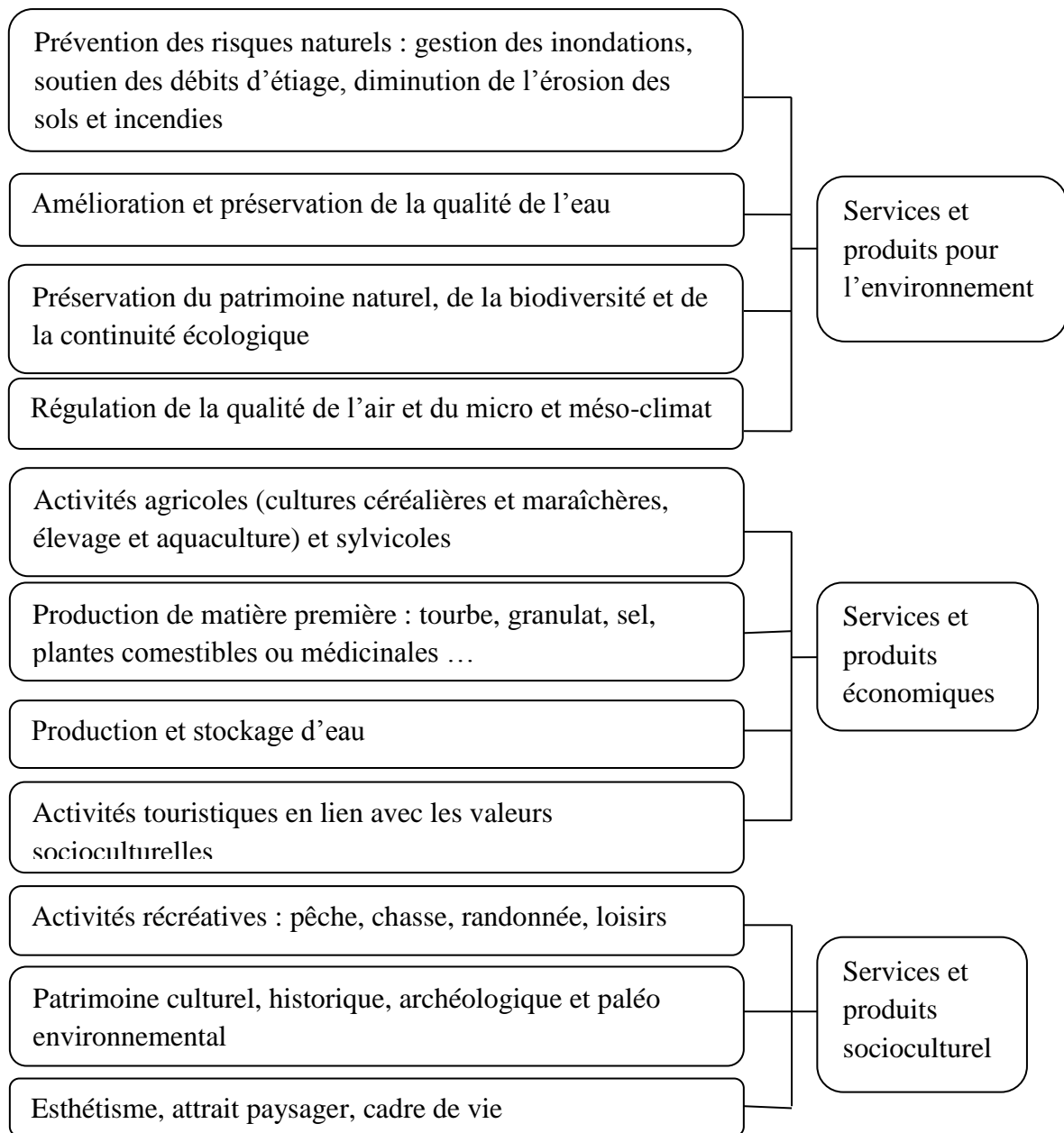


Figure 2: Dendrogramme représentant les services et les valeurs des zones humides (ANRAS, 2005)

I.3 Les zones humides algériennes : une importance internationale

La position géographique de l'Algérie, sa configuration physique et la diversité de son climat lui confèrent une importante richesse de zones humides. Sa configuration physique s'est traduite globalement par une zonation latitudinale caractérisée par l'existence de plusieurs types de climats sur lesquels l'influence méditerranéenne s'atténue au fur et à mesure qu'on s'éloigne de la mer. Cette diversité de climat a engendré une grande diversité d'écosystèmes de zones humides (**HOUHAMDI & al. 2013**).

En effet, il est recensé 254 zones humides naturelles en Algérie, dont 60 sont d'importance internationales, répertoriées **RAMSAR** du nom de la convention internationale de 1971, ratifiée par Algérie en 1982 (**ANONYME, 2004**). Aujourd'hui, avec les nouvelles connaissances, le nombre de zones humides dépasse le millier si l'on inclut oueds, grottes, oasis, daya, et zones côtières, non comprises dans le premier inventaire.

Ainsi dans la partie Nord-est de l'Algérie, la plus arrosée, renferme un complexe lacustre particulièrement important, le complexe d'El-Kala. La frange Nord-ouest soumise à un régime pluviométrique moins important se caractérise surtout par des plans d'eau salée tels que : les marais de la Macta et la Sabkha d'Oran (**BENSIZERARA, 2013**).

Dans les hautes plaines steppiques on rencontre principalement des Chotts et des Sabkhas. Ce sont des lacs continentaux salés de très faible profondeur qui se sont formés au Pléistocène et s'étendent sur de très grandes superficies en millions de km carrés, tel que Chott El Hodna, Chott chergui et Chott Melghir. Le Sahara renferme de nombreuses zones humides artificielles : les oasis, créées totalement par l'homme grâce à son génie hydraulique, c'est l'oasien qui a profité des ressources aquifères souterraines dans un milieu très aride pour créer des petits paradis d'ombre et de verdure (**BENSIZERARA, 2013**).

Les massifs montagneux de l'Ahaggar et du Tassili renferment dans leur réseau hydrographique de nombreuses zones humides permanentes appelées Gueltats qui témoignent encore d'une période humide du Sahara (**BENSIZERARA, 2013**).

Chapitre II : Présentation globale de la Wilaya de Naâma

II.1 Situation géographique

Naâma, wilaya frontalière avec le royaume du Maroc sur 250 km, est située dans la partie sud-ouest des hauts plateaux entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien. Elle s'inscrit sur les coordonnées géographiques : X1 : 000°11'28'' W, X 2 :0001°45'40'' W,

Y1 : 34°18'21'' N, Y2 : 32°8'54'' N.

La wilaya de Naâma est limitée (**Fig.03**) :

- Au Nord par les wilayas de Tlemcen et Sidi-Bel-Abbès,
- A l'Est par la wilaya d'El Bayadh,
- Au Sud par la wilaya de Béchar,
- A l'Ouest par la frontière algéro-marocaine.

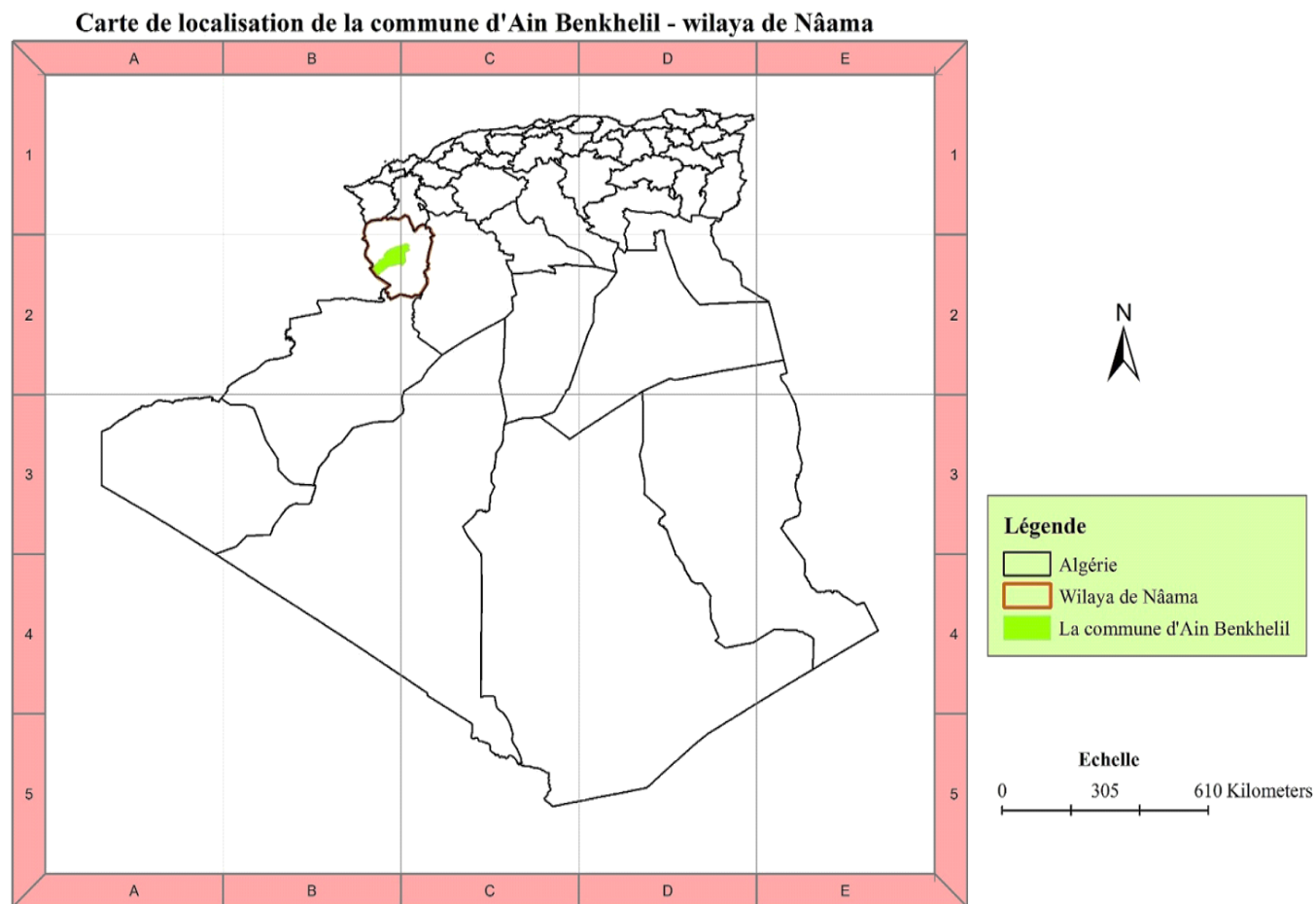


Figure 3 : La carte de localisation de la commune d'Ain Ben khelil- Naâma

II.2 Découpage administratif

La wilaya de Naâma est issue du dernier découpage administratif de 1984 institué par la loi 84-09 du 04 avril 1984. Avant cette date, cet espace était lié administrativement à la wilaya de Saïda. Elle se compose de 07 daïras regroupant 12 communes et s'étend sur une superficie de 29.819,30 Km².

Selon les statistiques effectuées pour l'année 2016 par les services de la **DPSB**, la population de la wilaya de Naâma est estimée à 268 721 habitants à densité rapportée à la population : 4.81 km/ 500 habitants

Tableau 1: Répartition des daïrates et des communes de la wilaya de Naâma (DPAT, 2008)

Daïra	Commune	Code	Superficie (Km ²)
Naâma	Naâma	4501	2482,50
Méchéria	Méchéria	4502	736,25
	Ain Ben Khelil	4509	3.790
	El Biodh	4512	3.663
Ain Sefra	Ain Sefra	4503	1.023,13
	Tiout	4504	789,25
Sfissifa	Sfissifa	4505	2.347,50
Moghrar	Moghrar	4506	1.792,50
	Djenien-Bourezg	4508	1.170,63
Asla	Asla	4507	2.071,25
Mekmen Ben Amar	Mekmen Ben Amar	4510	3.270
	Kasdir	4511	6.378,13
TOTAL			29.514,14

II.3.Géomorphologie

Les principaux cycles climatiques du Quaternaire ont donné à la région steppique une physionomie particulière en relation avec la nature du substrat géologique et la tectonique d'ensemble.

Selon (**BENSAID, 2006**) spatialement la wilaya de Naâma est constituée par un ensemble d'unités différentes du point de vue de leur forme structurelle, leur genèse, leur lithologie et leur morphogenèse. Cependant, ces entités sont issues de l'interaction de processus physico-chimiques et de processus hydriques exercée sur les matériaux géologiques et lithologiques. Les principales unités géomorphologiques de la wilaya peuvent être énumérées comme suit :

- les reliefs
- la plaine et surfaces plus ou moins planes
- les dépressions
- les accumulations éoliennes.

II. 3.1. Les reliefs

Les djebels de la wilaya se présentent sous forme d'ensembles massifs à structures complexes et plus ou moins allongées et étirées suivant l'axe général du plissement sud-ouest nord-est. Ces structures sont généralement liées à la tectonique, à la lithologie et à l'érosion.

Elles sont constituées de roches dures (calcaire, calcaire dolomitique et grès) d'âge Jurassique dont la pente des versants est généralement forte. Parmi ces structures plissées il importe de citer l'anticlinal d'âge Jurassique culminant à 2136 m de djebel Morghad d'orientation sud-ouest nord-est. De même orientation, Djebel Aissa culmine à 2236m. Un autre anticlinal plus septentrional correspond au djebel Antar, petit chaînon avancé de l'Atlas Saharien à tracé en forme d'arc de cercle ouvert vers le nord-ouest et dont l'altitude n'atteint pas les 2000 mètres (**REMAOUN K., 1998**).

II.3.2. La plaine et surfaces plus au moins planes

La majeure partie de l'espace de la wilaya est occupée par une plaine plus ou moins plane dans l'altitude augmente sensiblement vers le sud (1000 à 1330m). Elle est truffée de nombreuses petites cuvettes de dimension et d'origine différentes (Sabkha, daïas, cuvettes hydro-éoliennes dénommées localement Mekmene, Oglat ou Haoud) dans lesquelles se perd un réseau hydrographique endoréique à éléments courts et inorganisés. Elle est couverte par une épaisse dalle calcaire lacustre d'âge poste miocène. Depuis le Quaternaire des alluvions anciennes constituées de galets, de sables, d'argiles et d'alluvions récentes contenant des sables et des argiles couvrent cette dalle calcaire (MEKKI, 2016).

II.3.3. Les dépressions

Les eaux de ruissellement empruntent les lits d'oueds à fond plat largement encaissé pour s'accumuler finalement dans des dépressions endoréiques. Dans cette zone nous distinguons les dépressions salées (Chott Chergui, Chott el Gharbi, Sabkha en Naâma) et les daïas et les 'Mekmenes' ou s'accumulent les eaux de surfaces non salées (MEKKI, 2016).

Les daïas sont de petites dépressions peu profondes. Les sols de daïas sont généralement plus profonds par rapport aux glacis encroûtés et ils sont occupés par l'armoise blanche (*Artemisia herba Alba*). Toutefois, la céréaliculture trouve sa place dans ces dépressions ainsi que sur les rebords. Elles sont mises en culture après avoir été défoncées ou routées pour rompre la croûte. Les chotts et les sebkhas sont des dépressions salées où l'on rencontre une steppe à halophytes.

II.3.4. Les formations et accumulations éoliennes

D'après BENSAID (2006), en fonction de la nature et de l'âge du dépôt **POUGET M., (1971)** distingue les trois formes d'accumulation sableuses suivantes :

- les formes d'accumulations anciennes, à matériau éolien représenté par les champs de dunes formés aux piémonts des djebels. Nous rencontrons ce type de formations dans le nord-ouest de Méchéria et dans les chaînons montagneux des monts des Ksours. Au nord

de Méchéria et plus précisément à l'extrémité septentrionale de djebel Antar un champ de dunes s'est formé de la même orientation que djebel Antar. Cependant, dans les monts des Ksours des champs de dunes sont fréquents et ils se localisent surtout dans les piémonts nord de l'Atlas saharien.

D'après la carte géologique (**BENSAID, 2006**), et les cartes topographiques de la zone, plusieurs accumulations sableuses peuvent être citées :

- Un champ de dune est localisé dans la partie nord du djebel Morghad d'orientation sud-ouest nord-est. Il s'étend sur une longueur de 26 km et 3 km de largeur.
- Un autre champ de dune est formé sur le piémont nord de djebel Bou Amoud avec une dimension moins importante que le champ précédent.
- A Ain Sefra il existe un cordon dunaire piégé sur le piémont nord de djebel Mekter. Au sud de celui-ci un autre cordon s'est formé dans le piémont nord de djebel Boulerhfad.
- Les formes d'accumulation anciennes, à matériau éolien gypseux qui comprennent l'ensemble des accumulations qui sont présentes sur les bordures du chott Chergui.
- Les formes d'accumulations récentes sont fortement liées aux régimes des fréquences des vents efficaces, à la nature des substrats géologiques et à la nature des obstacles (touffes de végétations, chaînons de montagnes, bloc, reg, remblais de carrière, etc.) responsables de leur formation. Donc on retrouve autant de formes d'accumulation qu'il y a de types d'obstacles responsables au freinage de la vitesse du vent.

II.4 Étude Climatique

Afin de mieux caractériser le climat de la région d'Ain Ben Khelil, nous avons étudié l'évolution des paramètres climatologiques, relevés à la station météorologique de Naâma de 1987 à 2016 (précipitations, températures, humidités et vitesses du vent)

- Présentation de la station météorologique de Naâma

Station : Naâma

Type de station : météorologique

Latitude : 33° 16' N

Longitude : 00° 18' W

Altitude (mètres) : 1166 m

II.4.1. Étude des paramètres**II.4.1.1 Étude des températures**

La température est un facteur très important, car elle conditionne l'évaporation et elle détermine le type du climat (MAROUANE, 2014).

II.4.1.1.1. Températures moyennes annuelles

Tableau 2 : L'évolution des températures moyennes annuelles de la station de Naâma (1987-2016)

Années	T (°C)	Années	T (°C)	Années	T (°C)
1987	17,26	1997	16,98	2007	18,83
1988	16,66	1998	17,13	2008	18,45
1989	16,28	1999	17,33	2009	19,25
1990	16,75	2000	17,34	2010	19,5
1991	15,23	2001	18,13	2011	18,89
1992	15,18	2002	17,43	2012	19,26
1993	15,73	2003	17,4	2013	18,58
1994	17,11	2004	16,84	2014	19,62
1995	16,58	2005	17,53	2015	19,03
1996	15,98	2006	18,36	2016	18,07

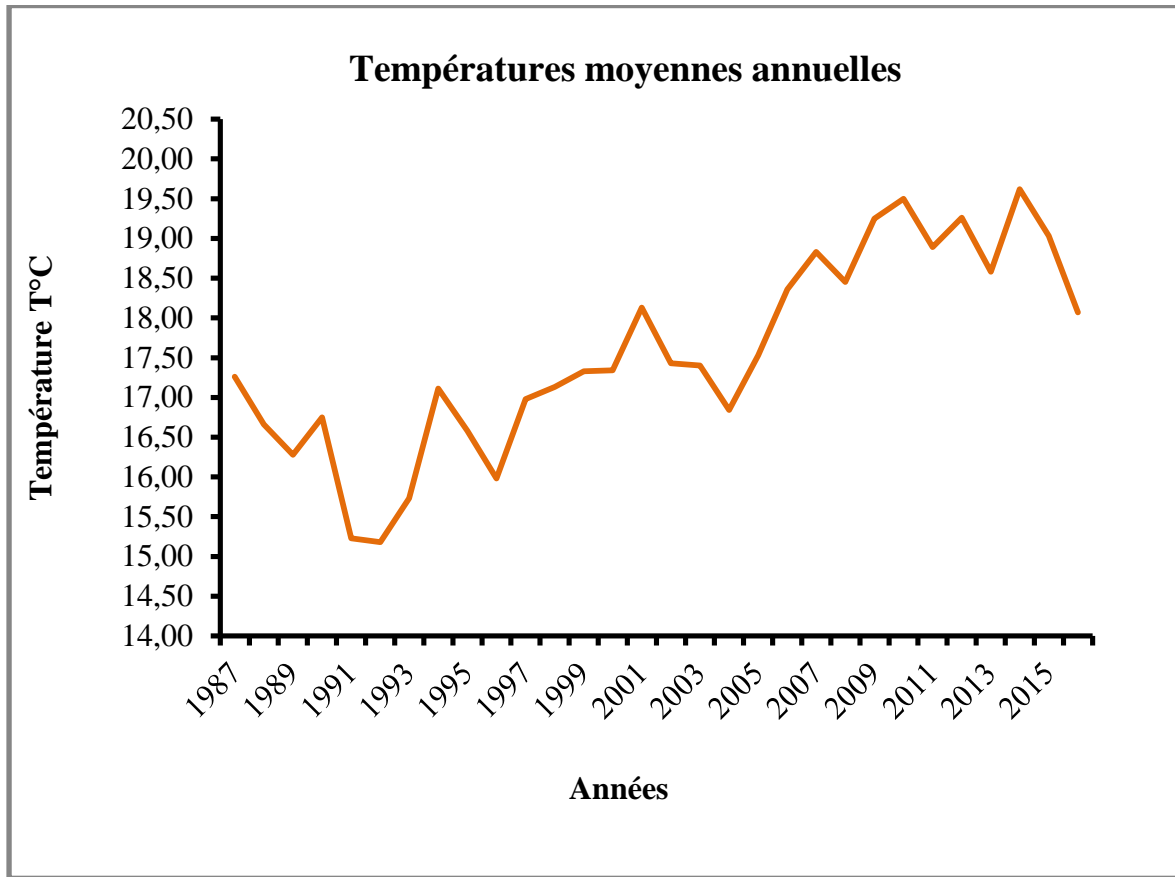


Figure 4: Variation des températures moyennes annuelles de la station de Naâma

D’après le schéma (**Fig.04**), on distingue que l’année la plus froide est celle de 1992, avec une température annuelle moyenne de 15.18 °C, et l’année 2014 est la plus chaude, où la température moyenne annuelle est de 19.62°C.

II.4.1.1.2. Températures moyennes mensuelles

Les valeurs moyennes mensuelles des températures sont mentionnées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3 : Moyennes mensuelles des températures en (°C) pour la station de Naâma

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jut	Août
T°(C)	23.82	18.31	11.82	8.08	7.22	8.78	12.25	15.59	20.08	25.48	30,03	29.22

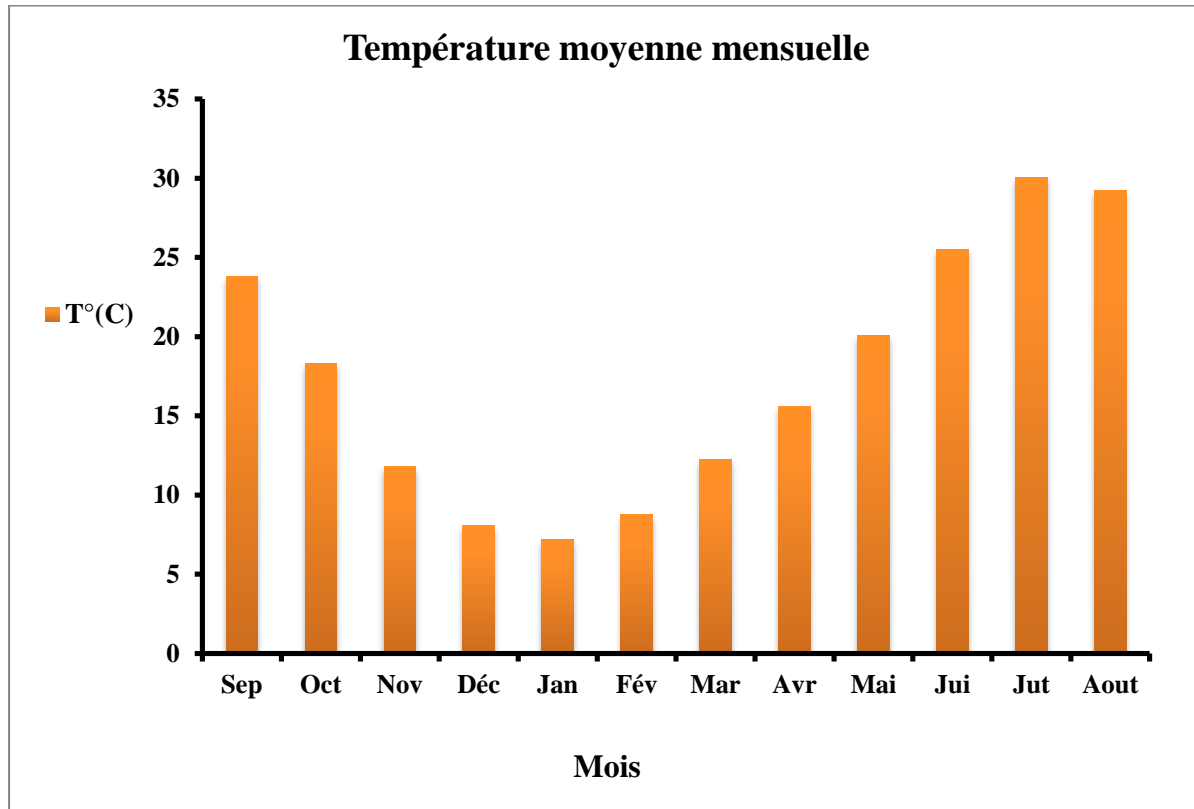


Figure 5: Histogramme des températures moyennes mensuelles

D'après l'histogramme, on distingue que :

- Janvier est le mois le plus froid, avec une valeur minimale de 7.22°C.
- Le mois le plus chaud est Juillet, avec une valeur maximale de 30.03°C.

II.4.1.2. Étude des précipitations

II.4.1.2.1 Précipitations moyennes annuelles

Les précipitations moyennes annuelles d'une durée de 30 ans (1987-2016) pour la station de Naâma sont reportées dans le tableau suivant :

Tableau 4: Moyennes annuelles des précipitations en (mm), pour la station de Naâma

Années	P (mm)	Années	P (mm)	Années	P (mm)
1987	184,14	1997	151,38	2007	244,62
1988	184,39	1998	164,08	2008	468,91
1989	204,47	1999	26,42	2009	227,13
1990	383,83	2000	265,43	2010	174,06
1991	317,51	2001	98,59	2011	250,48
1992	250,93	2002	326,16	2012	297,74
1993	181,13	2003	475,01	2013	187,02
1994	338,36	2004	632,21	2014	199,67
1995	158,01	2005	168,68	2015	220,25
1996	148,09	2006	160,31	2016	228,09

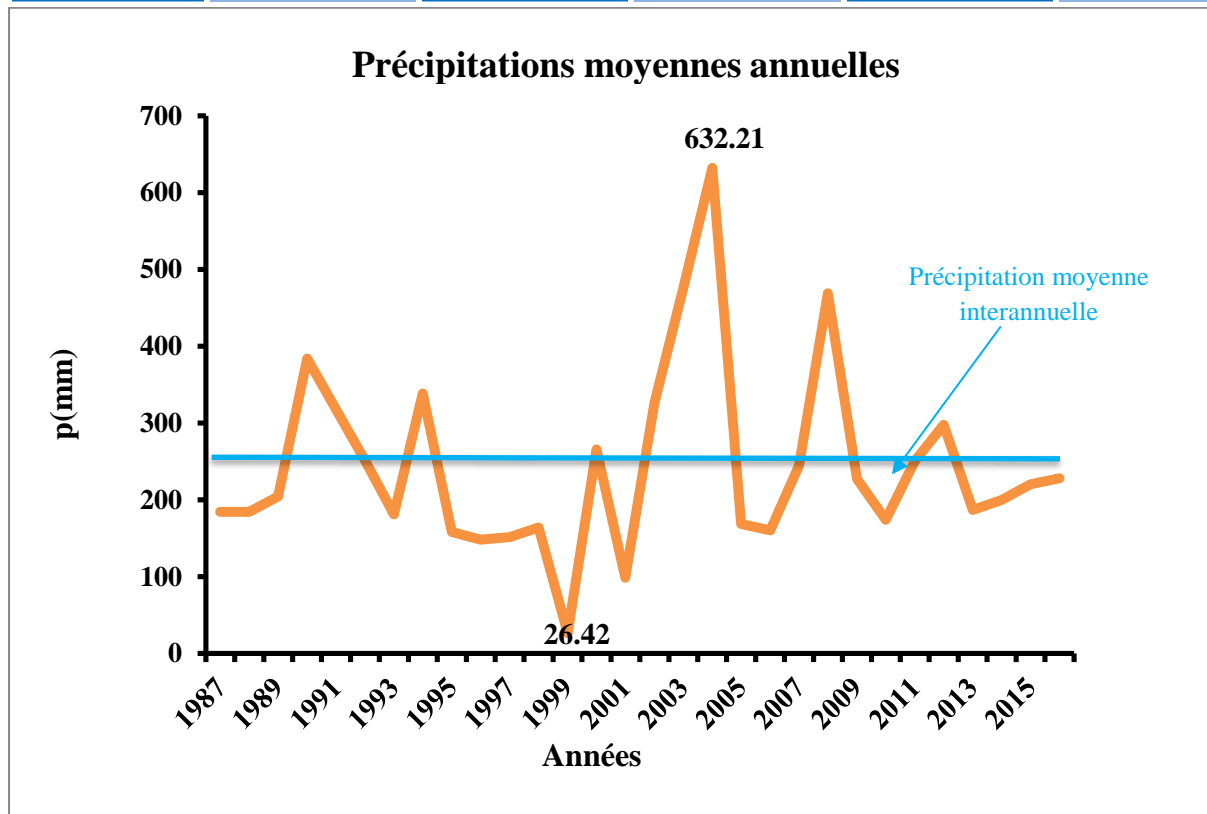


Figure 6 : Variations interannuelles des précipitations, à la station de Naâma (1987-2016)

D’après la courbe (Fig.06), nous remarquons :

La moyenne interannuelle est égale à 243,9mm.

L’année 2004 est la plus arrosée, avec une précipitation de 632,21mm.

L’année 1999 est la plus sèche, avec une valeur de 26,42mm.

II.4.1.2.2 Coefficient pluviométrique

Afin de déterminer les années excédentaires ou déficitaires, on calcule le coefficient pluviométrique, qui est le rapport entre la pluviométrie annuelle et la pluviométrie moyenne d'une série, à une station donnée.

$$CP = P / P$$

CP : Coefficient pluviométrique

P : Pluviométrie d'une année (mm)

P : Moyenne des précipitations (mm)

Si : **CP > 1** : l'année est **excédentaire**.

CP < 1 : l'année est **déficitaire**.

Le tableau suivant, montre les coefficients pluviométriques, calculés à la station de Naâma, pour la période (1987 – 2016) :

Tableau 5: Le coefficient pluviométrique calculé à la station de Naâma (1987-2016).

Année	CP	Type de l'année	Année	CP	Type de l'année
1987	0,75	D	2002	1,34	E
1988	0,76	D	2003	1,95	E
1989	0,84	D	2004	2,59	E
1990	1,57	E	2005	0,69	D
1991	1,30	E	2006	0,66	D
1992	1,03	E	2007	1,00	E
1993	0,74	D	2008	1,92	E
1994	1,39	E	2009	0,93	D
1995	0,65	D	2010	0,71	D
1996	0,61	D	2011	1,03	E
1997	0,62	D	2012	1,22	E
1998	0,67	D	2013	0,77	D
1999	0,11	D	2014	0,82	D
2000	1,09	E	2015	0,90	D
2001	0,40	D	2016	0,94	D

Les années 1990, 1991, 1992, 1994, 2000, 2002, 2003, 2004, 2007, 2008, 2011, 2012 sont excédentaires. (12/30 années excédentaires).

Les années : 1987, 1988, 1989, 1993, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2001, 2005, 2006, 2009, 2010, 2013, 2014, 2015, 2016 sont déficitaires. (18/30 années déficitaires).

II.4.1.2.3. Précipitations moyennes mensuelles

Les moyennes mensuelles des précipitations, observées durant la période (1987 – 2016) sont représentées dans le tableau ci-dessous :

Tableau 6 : Les moyennes mensuelles des précipitations en (mm), à la station de Naâma

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jut	Août
P (mm)	29.46	36.75	21.93	14.02	11.14	11.46	26.36	27.00	17.27	9.63	10.76	28.12

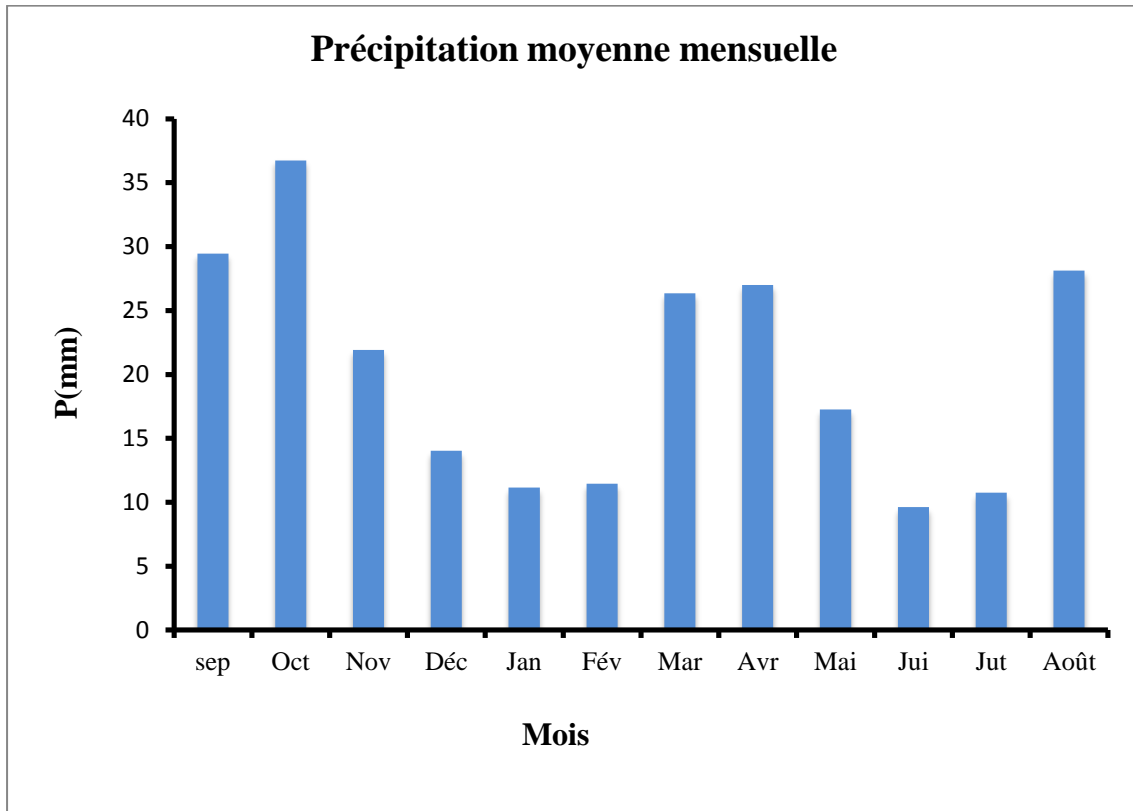


Figure 7: Histogramme des précipitations moyennes mensuelles (1987-2016)

L’histogramme (Fig.07) montre que : Le mois d’Octobre correspond à la pluviométrie moyenne mensuelle maximale, avec une valeur de 36,75mm. La valeur minimale est de 9,63 mm enregistrée durant le mois de Juin

II.4.1.2.4. Précipitations Saisonnières

D'après le **tableau (7)** et la **figure (8)** montrent les précipitations pendant les quatre saisons et qui sont réparties comme suit :

L'automne : Septembre, Octobre, Novembre.

L'hiver : Décembre, Janvier, Février.

Le printemps : Mars, Avril, Mai.

L'été : Juin, Juillet, Août

Tableau 7: Valeurs des précipitations saisonnières, à la station de Naâma

Saison	Automne	Hiver	Printemps	Été
P (mm)	88,14	36,62	70,63	48,51

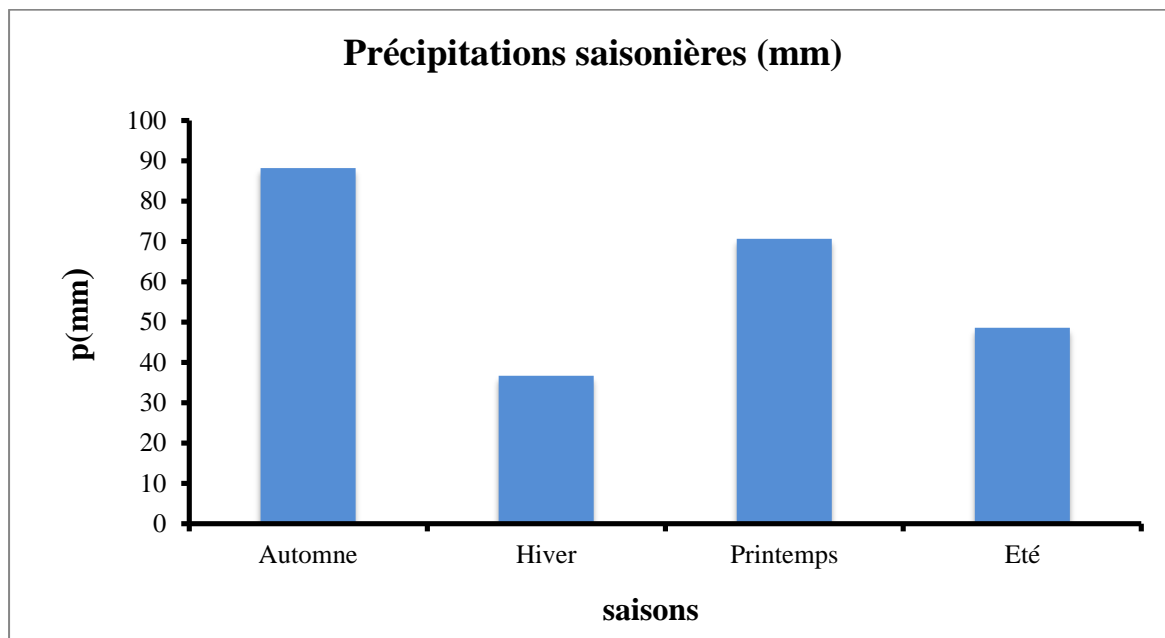


Figure 8: Histogramme des précipitations saisonnières, à la station de Naâma

D'après l'histogramme (**Fig.08**) :

-La saison la plus humide est l'automne (88,14mm).

-La saison la plus sèche est l'hiver (36,62mm).

II.4.1.3. Vitesse du vent

Le vent est l'un des éléments les plus caractéristiques de la région de Naâma, généralement fréquent durant toute l'année, il joue un rôle considérable en favorisant l'évaporation, et il provoque le phénomène d'érosion, à partir des particules sableuses qu'il transporte.

Tableau 8: Vitesses moyennes mensuelles (km/h) du vent, à la station de Naâma

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jut	Août
Vitesses (Km/h)	14.9	14.07	15.40	15.19	15.92	16.65	17.18	18.23	18.09	16.41	15.69	14.26

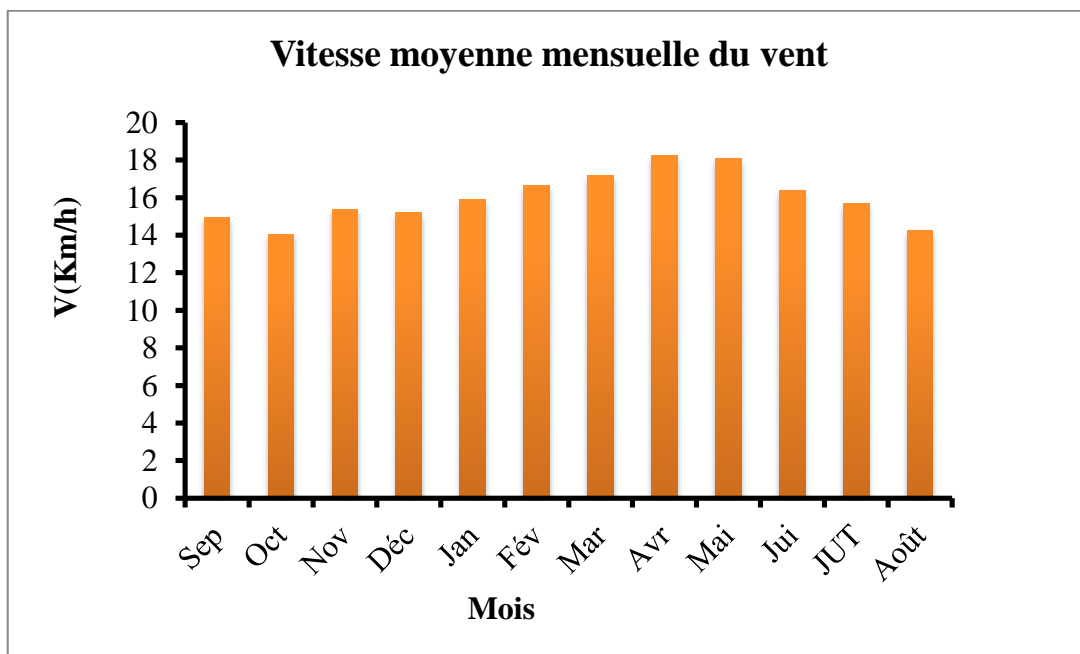


Figure 9 : Histogramme de distribution de la vitesse moyenne mensuelle du vent.

D'après le (Tab.08) et l'histogramme (Fig.09), nous remarquons que le vent est fréquent durant toute l'année. Les vitesses du vent s'élèvent de Janvier à Avril, avec un maximum de 18.23 km/h, enregistré au mois d'Avril, tandis que la vitesse minimale est enregistrée au mois d'Octobre (14.07 km/h)

II.4.1.4. L'humidité relative

L'humidité relative représente le taux en (%) de vapeur qui existe réellement dans l'air et l'extrême intensité de vapeur que l'air peut porter (DJOUADI A et OUBELAID A., 2015)

Le tableau suivant donne les valeurs moyennes mensuelles d'humidité relative, mesurées sur la période (1987-2016).

Tableau 9: moyennes mensuelles d'humidité relative (%) enregistrées à la station de Naâma (1987-2016)

Mois	Hr (%)	Mois	Hr (%)
Sep	40.91	Mar	50.52
Oct	50.76	Avr	45.75
Nov	60.25	Mai	41.57
Déc	66.39	Jui	34.64
Jan	62.10	Jut	28.13
Fév	56.44	Aoû	30.76

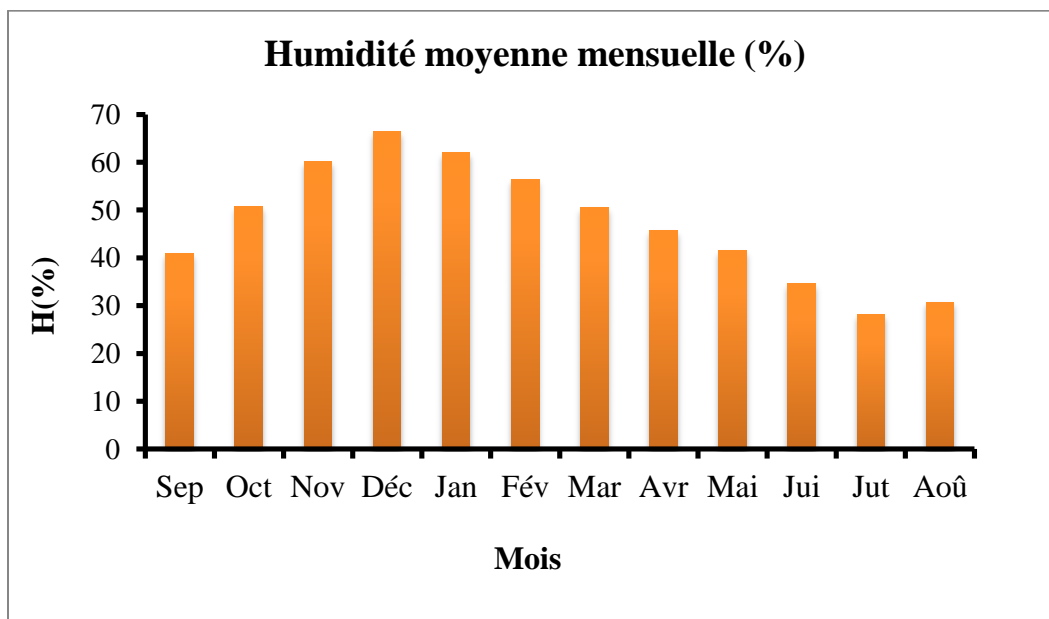


Figure 10: Histogramme des variations d'humidités moyennes mensuelles (1987-2016)

A partir de l'histogramme (**Fig.10**), nous remarquons qu'à partir du mois de Janvier jusqu'au mois de Juillet, le taux diminue jusqu'au minimum de 28.13% (Juillet). Le taux s'élève à partir du mois d'Août, jusqu'au mois de Décembre, pour atteindre un maximum de 66.39%.

II.4.2. Synthèse climatique

L'étude du climat est basée sur deux méthodes :

- **Méthodes graphiques (courbe de BAGNOULS et GAUSSEN)** : déterminent les périodes sèches et humides.
- **Indices climatiques** : permettent de caractériser le type du climat de la région.

II.4.2.1. Méthode graphique

a- Diagramme pluvio-thermique de BAGNOULS et GAUSSEN :

Une période sèche est définie quand les précipitations moyennes du mois sont inférieures ou égales au double de la température moyenne du même mois. Cette relation permet d'établir un diagramme pluvio-thermique, sur lequel les températures sont portées à une échelle double des précipitations.

Sur le diagramme, sont mentionnés :

- En abscisses : les mois de l'année
- En ordonnées, à droite : les précipitations moyennes mensuelles (mm)
- En ordonnées, à gauche : les températures moyennes mensuelles (°C) à une échelle double de celle des précipitations.
- Une période est dite sèche, lorsque la courbe des températures passe au-dessus des précipitations
- Une période est dite humide, lorsque la courbe des températures passe au-dessous des précipitations.

Les valeurs des précipitations et des températures moyennes mensuelles sont marquées dans le tableau suivant :

Tableau 10: Valeurs moyennes mensuelles des précipitations et des températures

Mois	Précipitations	Températures
Sep	29.46	23.82
Oct	36.75	18.31
Nov	21.93	11.82
Déc	14.02	8.08
Jan	11.14	7.22
Fév	11.46	8.78
Mar	26.36	12.25
Avr	27.00	15.59
Mai	17.27	20.08
Jui	9.63	25.48
Jut	10.76	30.03
Aoû	28.12	29.22

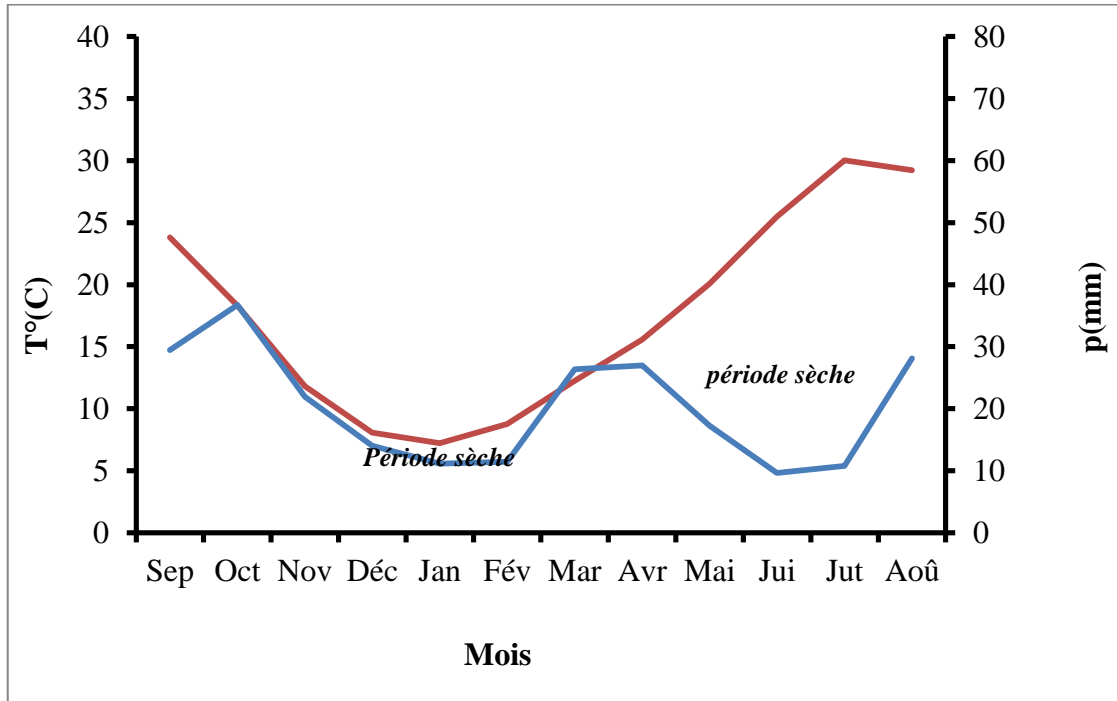


Figure 11 : Diagramme Ombrothermique de la station de Naâma

D'après le diagramme ombrothermique (**Fig.11**), nous remarquons que la courbe des températures se situe au-dessus de celle des précipitations, ce qui indique que la région d'étude est caractérisée par une saison sèche, pendant toute l'année. À l'exception, d'une période humide qui se situe en mi-mars (**Fig.11**)

II.2.2. Indices climatiques

II.2.2.1. L'indice d'aridité de Martonne

Indice d'aridité annuel (I)

Cet indice dépend essentiellement des précipitations moyennes annuelles en (mm) et la température annuelle en (°C) (**KOUIDRI A., RAHMOUNI A., 2016**), en appliquant la formule suivante :

$$\mathbf{I} = \frac{\mathbf{P}}{\mathbf{T} + \mathbf{10}}$$

Avec :

P : Précipitations moyennes annuelles (mm).

T : Températures annuelles (°C).

Tableau 11: Classification des climats, en fonction des indices d'aridité annuelle (I)

I	Type du climat
20 < I	Climat humide
10 < I < 20	Climat semi-aride
5 < I < 10	Climat désertique
I < 5	Climat hyperaride

II.5. Gelées et neiges

La wilaya de Naâma subit des gelées importantes en hiver et même au printemps à raison de 40 jours par année (**ONM, 2010**). Ces gelées constituent un facteur limitant pour les pratiques agricoles et une contrainte pour la végétation sensible et notamment celle à floraison précoce. Ce qui impose la prise en compte de cette période gélive lors de l'élaboration du calendrier cultural principalement pour les cultures légumières de plein champ et l'arboriculture à floraison précoce (**AMARA, 2010**).

Elles sont enregistrées surtout entre Décembre et Février à raison de 12 à 17 jours/an (**ONM, 2010**). Le froid est sévère en hiver, avec des chutes de neige, qui peuvent être considéré à la fois comme facteur favorable et facteur contraignant

II.6. Géologie d'Ain Ben Khelil

La zone d'Ain Ben Khelil comporte deux grands ensembles géologiques :

- Des vastes surfaces d'érosion (Hauts Plateaux) creusées de deux grandes dépressions (dayas, haoud ...). Ils se localisent à Ain Ben Khelil, Oglat et Tine, Mergueb el Biter, Hassi Korima, Oued Timedmaket et El Korima au Nord Est de Ain Ben Khelil avec des terrains du Quaternaire continental récentes au niveau des oueds (**BOUZNOUN, 2002**).
- Des reliefs montagneux constitués par des dolomies du Jurassique moyen comme Guetob el Hamara (1 580 m, 1 492 m, 1592 m) et djebels Hafid et Bou Khechba (1 322 m), djebel Bou Amoud (1476 m), El Mesdouria (1175 m), Djorf el Hammam (1140m) (**BENKHEIRA et al, 2005**). En dernier lieu, les terrains du Pliocène qui occupent le reste des paysages à poudingue et des calcaires lacustres (**BOUZNOUN, 2002**)

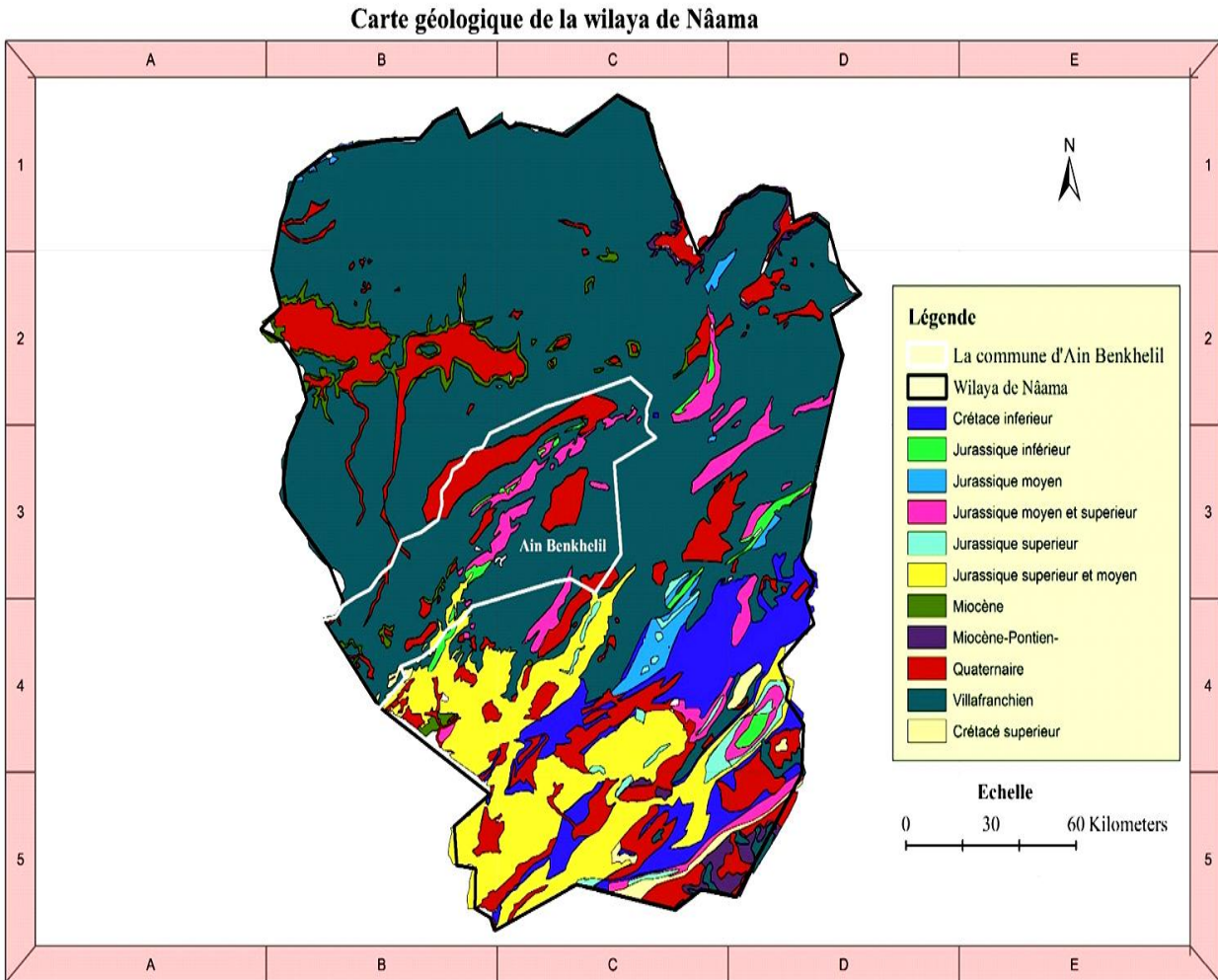


Figure 12: La carte géologique de la Wilaya Naâma

II.7. Lithologie et sols d'Ain Ben Khelil

Dans la région Ain Ben Khelil, les sols minéraux bruts ou lithosols se localisent au niveau des principaux djebels (Guetob el Hamra, Hafid, Bou kehechba, Bou Amoud etc.)

Les sols d'Ain Ben Khelil appartiennent à la Classe des sols peu évolués. Ces sols acquièrent ainsi un caractère calcarique et le calcaire actif constitue le trait dominant (MANSOUR, 2011). D'une manière générale les sols minéraux bruts ou lithosols se localisent au niveau des principaux djebels (Guetob el Hamra, Hafid, Bou kehechba, Bou Amoud etc.) ainsi que les sols

peu évolués des versants de djebels, les sols calcimagnésiques à dalles calcaires occupant la presque totalité des glacis autour de Ain Ben Khelil. Par contre au niveau des oueds, dayas et ou Haoud, ce sont les sols peu évolués d'apport alluviaux qui dominant (MANSOUR, 2011)

II.8. Cortège floristique

Selon BOUDJAJA (2011), c'est à cause de sa biodiversité que l'Oglat Ed Daïra est classé par RAMSAR depuis 2004, cette zone renferme deux espèces floristique protégée (*Saccocalyx saturoides* et *Convolvus supinus*), qui représente 66% des espèces protégés de la région et 5 espèces endémiques des hauts plateaux du sud oranais. (*Saccocalyx saturoides*, *Helianthemum lippi*, *Helianthemum hirtum*, *Helianthemum apertum* et *Frankenia thymifolia*) qui représente 54% des espèces endémiques de la région (BOUDJAJA, 2011).

La région abrite d'un grand nombre de taxons qui se trouvent actuellement menacés, soumis aux contraintes climatiques, aux pressions de surpâturage et à la dégradation de l'habitat aquatique par des actions anthropiques directes et indirectes. Tout autour de Haoud Ed Daira la végétation est représenté par :

- La *Tamariscaie* : formation à base de *Tamarix gallica* qui se situe autour du Haoud,
- Les steppes dégradées à *Lygeum spartum* et *Atractylis seratuloides* à l'Est de Haoud Ed Daïra.
- Les steppes à *Thymelaea microphylla*, *Atractylis serratuloide*, *Lygeum spartum* sur les glacis ensablés les steppes dégradées à *Thymelaea microphylla* et *Salsola vermiculata*.
- Les steppes dégradées à *Stipagrostis pungens* des dunes d'Ain Ben Ben Khelil ;
- La pineraie à *Pinus halepensis* qui protège Ain Ben Khelil.

Le recouvrement global de la végétation ne dépasse les 25% à cause de la dégradation généralisée des parcours depuis cette dernière décennie (BOUZENOUN, 2002).

Malgré certaines potentialités importantes qui existent dans la wilaya de Naâma (un territoire étendu, des vastes terres de parcours, des sites naturels associant des massifs montagneux avec des vallées et des oasis verdoyantes, des lacs etc.) son milieu physique se

présente comme un espace fragile et les activités agricoles restent encore à l'état primaire et n'arrivent pas à satisfaire les besoins alimentaires locaux (MAHMOUDI, 2014)

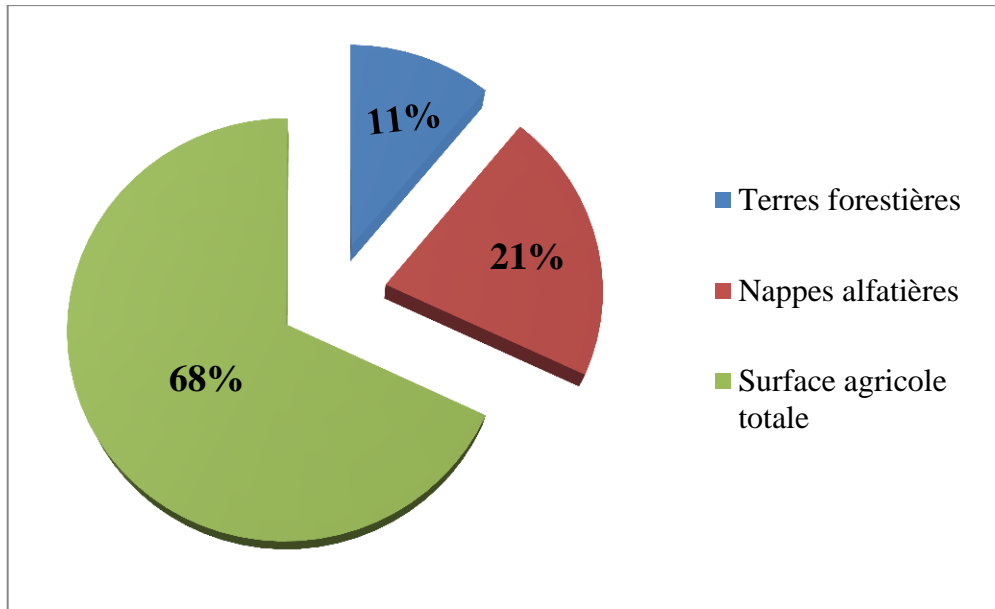


Figure 13: L'Occupation générale des terres dans la zone d'Ain Ben Khelil (MAHMOUDI, 2014)

II.9 Cortège faunistique

Les oiseaux recensés dans l'Oglat Ed Daïra sont au nombre de 57 espèces hivernent régulièrement d'octobre à mars dans le lac. Ils se composent principalement de Flamant rose (*Phoenicopterus roeus*), du héron cendré (*Ardea cinerea*), du canard colvert (*Anas platyrhynchos*), du canard pilet (*Anas acutas*), de l'échasse blanche (*Himantopus himantopus*), de l'ibis falcinelle (*Plegadis falcinellus*), la poule d'eau (*Gallinula chloropus*), de la cigogne blanche (Anonyme 2014).

Selon (BOUDJAJA, 2011), le site Oglat Ed Daïra joue plusieurs rôles du point de vue phénologique à cause de l'accumulation de l'eau de novembre à juin .Elle constitue une :

- Zone de repos de 14 espèces.
- Zone de reproduction de 19 espèces.
- Zone d'hibernation de 20 espèces.

Les mammifères de la région d'Ain Ben khelil et sa région sont représentés par *Canis aureus* (chacal doré), *Hyena hyena* (hyène rayée), *Felis libyca* (chat sauvage), *Vulpes vulpes* (renard roux), *Erinaceus aigirus* (hérisson d'Afrique du Nord), *Gazella Cuvieri* (Gazelle de Cuvier), *Sus sofa* (sanglier), *Jaculus jaculus* (ANONYME 2005).

Chapitre III : Matériels et méthodes

Présentation de la région d'étude

Le site Oglat Ed Daïra est situé à 30 km au Sud-Ouest du chef-lieu de la wilaya de Naâma (**Fig.14**), à 45 km de la Daïra de Méchéria et à 3 Km de la commune d'Aïn Ben Khellil. Cette dernière est limitée par le village de Sidi Moussa à l'Est, au N-E par Djorf el Hamman (dalle montagnaise), au NW par El Marfeg et au SW par ElMesdouria. Les coordonnées géographiques de Oglat Ed Daira sont : $1^{\circ} 47'30''$ de longitude W et $33^{\circ} 18'15''$ de Latitude N.

Elle occupe une superficie de 23.430 ha. Elle est classée en 2004 sur la liste de **RAMSAR** des zones humides d'importance internationale. (**Fig.14**). La profondeur de l'eau est comprise entre 3.60m et 4m (**ANONYME, 2014**). D'après les études faites par la direction de la conservation des forêts accompagné par la direction la protection civile le 02-02-2014, L'Oglat est alimentée par les eaux de ruissellement d'oueds temporaires venus des Monts qui l'entoure (Djbel Belkerche, Essaâdana ...ex).



Photos 1&2 : Vue d'ensemble d'Oglat Ed Daïra (Février 2021)

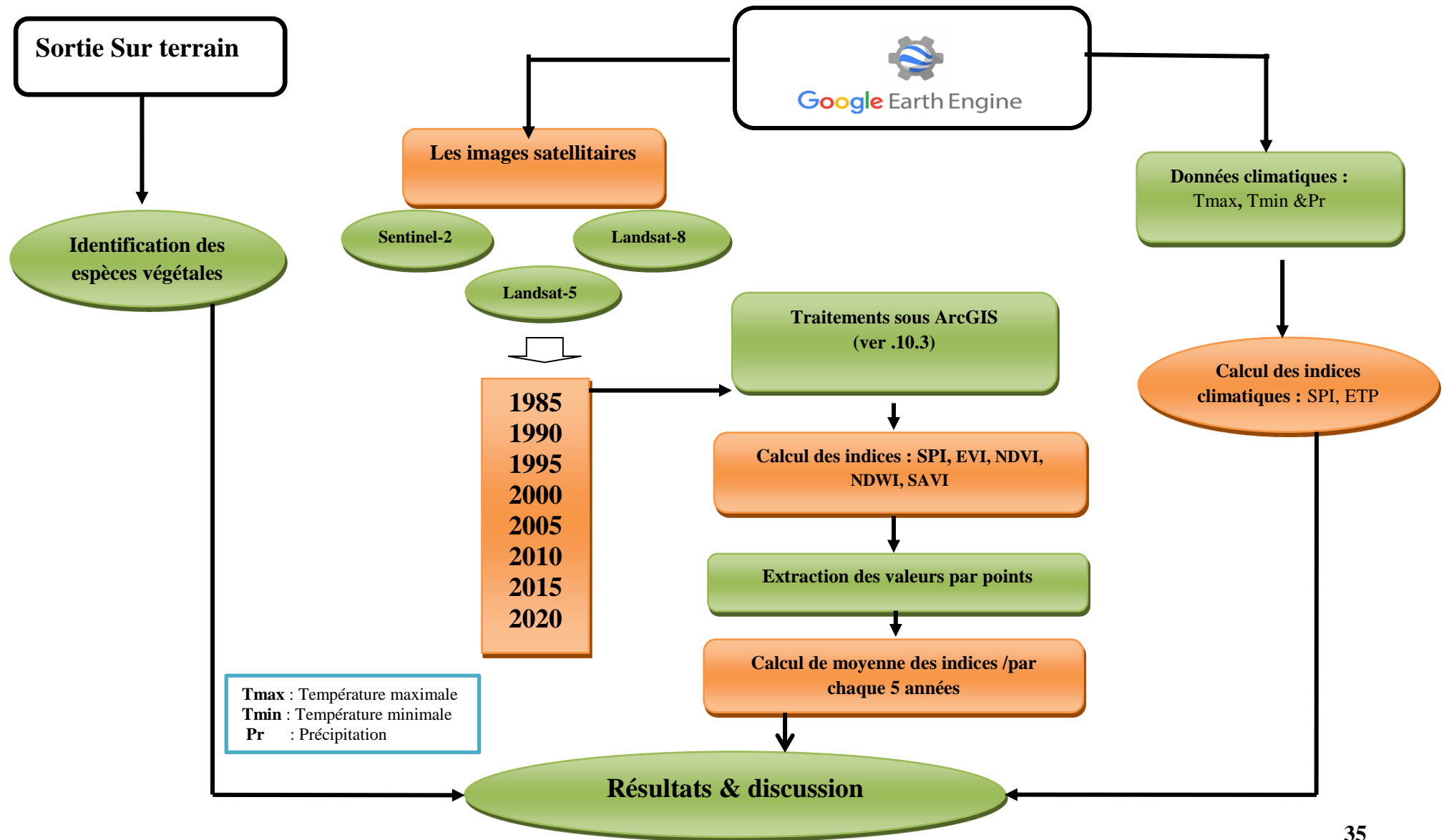


Figure 14 : Schéma présentant la méthodologie suivie pour l'étude.

III.1. L'étude de la végétation de la région**III.1.1. Introduction**

Le site d'Oglat Ed Daïra, présente une biodiversité remarquable : 211 espèces végétales spermaphytes réparties selon les familles les plus représentatives de la flore d'Algérie (Apiaceae, Astéraceae, boraginaceae, brassicaceae, papaveraceae, poaceae,etc).

Nous avons effectué une sortie à la zone d'étude le 20/04/2021 sous la supervision de notre encadreur durant laquelle nous avons réussi à identifier quelques espèces végétales (citées ci-dessous).

III.1.2. Matériels

Pour la réalisation de la partie expérimentale du présent travail, nous nous sommes servis du matériel suivant :

- Un bloc note pour noter les renseignements.
- Des étiquettes pour l'identification des espèces.
- Un appareil photo numérique pour prendre des photos.
- Clés de détermination des espèces

Les photos ci-dessous regroupent les espèces rencontrés lors la sortie :



Photos 03&04: *Anacyclus pyrethrum*



Photo 5: *Hyoseris scabra*



Photo 06: *Xanthium spinosum* L.



Photo 7: *Amaranthus angustifolius*



Photo 8: *Scirpoides holoschoenus*



Photo 9: *Plantago serraria*



Photo 10: *Medicago aff truncatula*



Photo 11: *Melilotus sulcata*



Photo 12: *Aeluropus littoralis*



Photo 13: *Malva parviflora*



Photo 14: *Erodium moschatum*



Photo 15: *Spergularia fimbriata*



Photo 16: *Adonis dentata*



Photo 17: *Enarthrocarpus clavatus*



Photo 18: *Peganum harmala*



Photo 19: *Tamarix gallica*

Tableau 12: Le tableau montre la classification des espèces végétales qu'ils existent dans la zone Oglat Ed Daira

La Famille	Les photos	Le Genre	Le nom scientifique
Astéraceae	03 & 04	Anacyclus	<i>Anacyclus pyrethrum</i>
	05	Xanthium	<i>Xanthium spinosum L.</i>
	06	Hyoseris	<i>Hyoseris scabra</i>
Amaranthaceae	07	Amaranthus	<i>Amaranthus angustifolius</i>
Cyperaceae	08	Scirpoides	<i>Scirpoides holoschoenus</i>
Plantaginaceae	09	Plantago	<i>Plantago serraria</i>
Fabaceae	10	Medicago	<i>Medicago aff truncatula</i>
	11	Melilotus	<i>Melilotus sulcata</i>
Poaceae	12	Aeluropus	<i>Aeluropus littoralis</i>
Malvaceae	13	Malva	<i>Malva parviflora</i>
Geraniaceae	14	Erodium	<i>Erodium moschatum</i>
Careophyllaceae	15	Spergularia	<i>Spergularia fimbriata</i>
Renoculaceae	16	Adonis	<i>Adonis dentata</i>
Brassicaceae	17	Enarthrocarpus	<i>Enarthrocarpus clavatus</i>
Nitrariaceae	18	Peganum	<i>Peganum harmala</i>
Tamaricaceae	19	Tamarix	<i>Tamarix gallica</i>

III.2. L'étude de la zone par la télédétection.

III.2.1. Introduction

Les zones humides constituent des territoires complexes, dont les caractères et la perception fluctuent dans le temps.

Leur cartographie suppose le recours à des méthodes diversifiées et adaptées.

La télédétection a été définie comme « l'ensemble des connaissances et techniques utilisées pour déterminer des caractéristiques physiques et biologiques d'objets par des mesures effectuées à distance, sans contact matériels avec ceux-ci » (**J.O, 1980**).

Dans le domaine de l'étude des milieux naturels, la définition de cette discipline a souvent été réduite à l'exploitation des images satellitaires, mais on peut y adjoindre celle des photographies aériennes et des données obtenus par des capteurs aéroportés.

III.2.2. L'intérêt de ces techniques est multiple

- Révélation d'évènement difficilement perceptible au niveau du sol (outil d'investigation).
- Spatialisation et généralisation d'évènement observé c'est-à-dire l'extension, sous forme cartographique et statistique, de topologies élaborées localement (outil d'extrapolation).
- Analyse de l'évolution des zones étudiées (outil de suivi).

III.2.3. Choix des données utilisées

Les données utilisées dans le cadre de cette étude sont, pour l'essentiel, acquises avec les techniques d'observation de la terre. Elles permettent d'étudier certaines conditions biotiques et abiotiques observées à la surface de la terre, en particulier la surface du sol, la topographie, l'hydrologie, le couvert végétal et l'utilisation des terres (**JENSEN, 2007**).

Les images satellites utilisées sont issues de la collection Landsat8 OLI/TIRS Level-2 (30m de résolution spatiale) Landsat4-5 TM C2 Level-1 acquises via le portail Web Earth Explorer de l'USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov/>) et la plateforme Google Earth Engine (<https://earthengine.google.com/>). Ces plateformes permettent d'obtenir des données Landsat prétraitées, avec la transformation des valeurs spectrales en réflectance de surface, ce qui offre la possibilité de les exploiter sans opérer de corrections préalables.

L'ensemble des analyses spatiales sur les données vectorielles et les rasters ont été réalisées avec les logiciels ArcGIS 10.3.

III.2.4. Systèmes d'informations géographiques (SIG)

THERIAULT (1992) définit le système d'information géographique (SIG) comme « un ensemble de principes, de méthodes, d'instruments et de données à référence spatiale, utilisé pour saisir, conserver, transformer, analyser, modéliser, simuler et cartographier les phénomènes et les processus distribués dans l'espace géographique ».

III.2.5. L'échantillonnage des données terrain

L'échantillonnage consistait à récolter un certain nombre d'informations au niveau de 40 points répartis sur l'ensemble du territoire étudié.

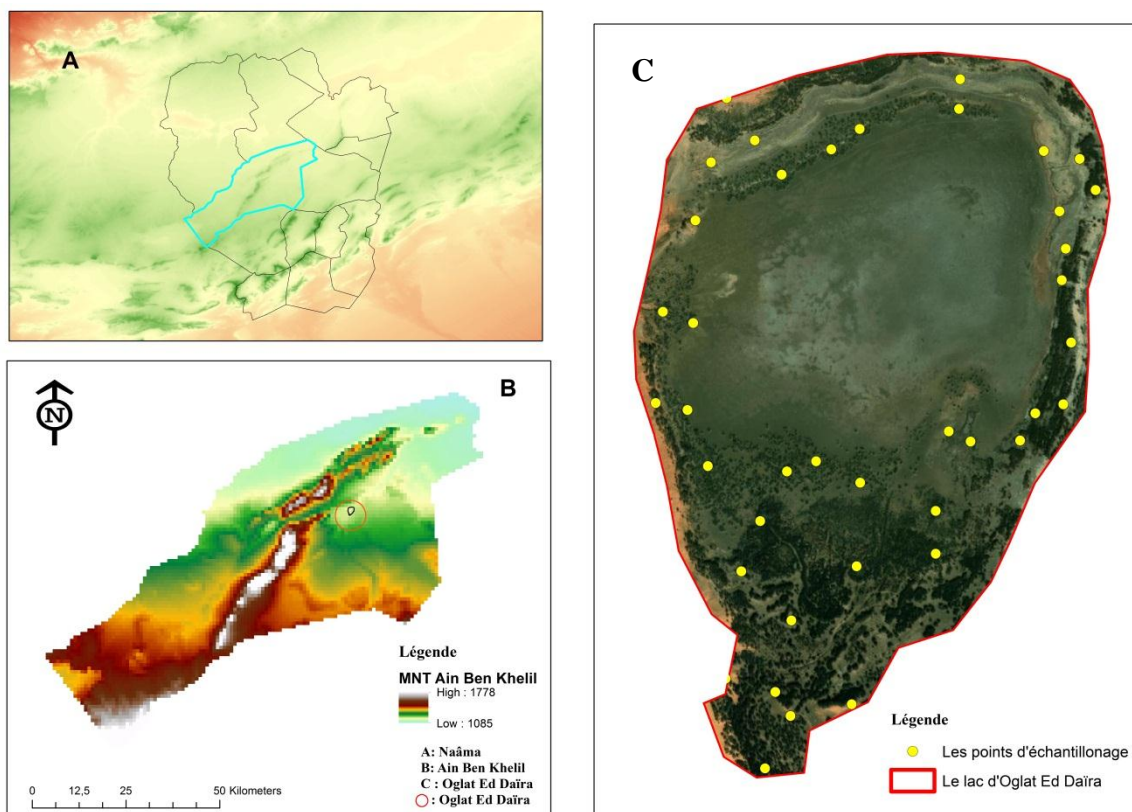


Figure 15 : La carte de localisation des points d'échantillonnage dans le lac d'Oglat Ed Daïra

III.2.6. Indice de Précipitation Standardisé (SPI)

Le SPI est un indice permettant de mesurer la sécheresse météorologique. Il s'agit d'un indice de probabilité qui repose seulement sur les précipitations. Les probabilités sont standardisées de sorte qu'un SPI de 0 indique une quantité de précipitation médiane (par rapport à une climatologie moyenne de référence, calculée sur 30 ans). L'indice est négatif pour les sécheresses et positif pour les conditions humides (MCKEE et al, 1993).

L'utilisation de cet indice est en outre recommandée par l'Organisation Météorologique Mondiale.

a. Les avantages de la méthode SPI :

- ✓ il requiert seulement les précipitations mensuelles.
- ✓ il peut être comparé pour des régions aux climats différents.
- ✓ la normalisation de l'indice permet de déterminer la rareté d'une sécheresse.

L'utilisation de cet indice est en outre recommandée par l'Organisation Météorologique Mondiale

b. Les inconvénients de la méthode SPI

- ✓ L'indice SPI ne repose que sur les relevés de précipitations.
- ✓ Le bilan hydrique du sol n'étant pas pris en compte, l'indice ne permet pas le calcul du rapport évapotranspiration/évapotranspiration potentielle (ET/ETP).

III.2.7. L'évapotranspiration potentielle (ETP)

Le concept de l'évapotranspiration potentielle (ETP) a été introduit pour étudier la demande évaporatoire de l'atmosphère indépendamment du type du couvert végétal et des pratiques de gestion. Face à la difficulté à respecter les conditions standards pour le calcul de l'ETP, des méthodes empiriques ou semi-empiriques ont été développées pour estimer l'ETP à partir de différentes paramètres climatiques. Ces formules empiriques peuvent être classées en trois groupes : les méthodes de température (BLANEY et CRIDDLE, 1950 ; HARGREAVES et SAMANI, 1985), les méthodes de radiation (MAKKINK, 1957 ; TURC, 1961 ; PRIESTLY et TAYLOR, 1972 ; EL GAROUNI, 1995) et les méthodes combinées (PENMAN, 1948 ; RIOU, 1980 ; ALLEN et al, 1998).

Dans cette étude, nous avons appliqué les méthodes de température développées par (HARGREAVES et SAMANI, 1985) pour l'estimation de l'ETP.

III.2.8. Les indices calculés à partir des images satellitaires

III.2.8.1. Les indices de végétation

Les indices de végétation sont basés sur la réflectance différentielle des tissus végétaux vivants ou *photosynthétiquement* actifs dans les longueurs d'onde du rouge et du proche infrarouge du spectre électromagnétique dans le domaine solaire (TUCKER et al, 1985). En effet, les feuilles vertes réfléchissent une très faible proportion du rayonnement incident dans la bande du rouge et une très forte proportion dans la bande du proche infrarouge (GUYOT, 1990). Différents indices, basés sur des combinaisons entre les réflectances dans différents canaux, ont été proposés. Ils ont été utilisés pour estimer diverses propriétés biophysiques liées directement à la productivité primaire et au taux de couverture, y compris le rayonnement photo-synthétiquement actif (*PAR*) intercepté et le *LAI* (ASRAR ET AL, 1984).

III.2.8.1.1 L'indice de végétation amélioré EVI

L'indice Enhanced Vegetation Index (EVI : Indice de végétation amélioré) est un indice de végétation optimisé prenant en compte les influences atmosphériques et le signal en arrière-plan de végétation. Il est analogue à l'indice NDVI à ceci près qu'il est moins sensible au bruit de fond et au bruit atmosphérique ; il ne devient pas aussi saturé que le NDVI en cas de régions de végétation très denses (HUETE, A. et al. 2002).

Cet indice génère des valeurs comprises entre 0 et 1.

$$\text{EVI} = 2.5 * (\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + 6 * \text{Red} - 7.5 * \text{Blue} + 1) \dots \text{(HUETE et al., 2002)}$$

- ✓ NIR = valeurs de pixel du canal proche infrarouge
- ✓ Red = valeurs de pixel du canal rouge
- ✓ Blue = valeurs de pixel du canal bleu

III.2.8.1.2 L'indice de végétation de différence normalisée NDVI

L'indice de végétation de différence normalisée (NDVI : Normalized Difference Vegetation Index) est un indice normalisé qui vous permet de générer une image illustrant une couverture végétale (biomasse relative). Cet indice tire parti du contraste des caractéristiques de deux canaux d'un jeu de données raster multispectral : l'absorption de pigments

chlorophylliens dans le canal rouge et la réflectivité élevée des matières végétales dans le canal proche infrarouge (**ROUSE, J, 1973**).

Cet indice génère des valeurs comprises entre -1,0 et 1,0.

$$\text{NDVI} = ((\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red})) \dots\dots (\text{ROUSE et al, 1974})$$

- ✓ NIR = valeurs de pixel du canal proche infrarouge
- ✓ Red = valeurs de pixel du canal rouge

III.2.8.2. L'indice de teneur en eau NDWI

L'indice Normalized Difference Water Index (NDWI : Indice de teneur en eau par différence normalisée) est un indice permettant de délimiter et de surveiller les changements de contenu dans l'eau en surface. Il est calculé avec les canaux proche infrarouge (NIR) et vert (**MCFEETERS, S, 1996**). La surveillance de la sécheresse et les changements subtils des conditions d'humidité de la végétation sont des applications de télédétection où le NDWI est applicable (**GUERINE et al, 2020**).

Cet indice génère des valeurs comprises entre -1,0 et 1,0.

$$\text{NDWI} = (\text{Green} - \text{NIR}) / (\text{Green} + \text{NIR}) \dots\dots\dots (\text{GAO, 1996})$$

- ✓ NIR = valeurs de pixel du canal proche infrarouge
- ✓ Vert = valeurs de pixel du canal vert

III.2.8.3. L'indice de végétation ajusté au sol SAVI

L'indice de végétation ajusté au sol et modifié (SAVI : Soil Adjusted Vegetation Index) est un indice de végétation qui tente de minimiser les influences de la luminosité du sol à l'aide d'un facteur de correction de luminosité du sol. Il est souvent utilisé dans les régions arides où la couverture végétale est faible (**HUETE, A, 1988**).

Cet indice génère des valeurs comprises entre -1,0 et 1,0.

$$\text{SAVI} = ((\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red} + \text{L})) \times (1 + \text{L}) \dots\dots (\text{HUETTE, A, 1988})$$

- ✓ NIR = valeurs de pixel du canal proche infrarouge
- ✓ Red = valeurs de pixel du canal rouge
- ✓ L = est une constante égale à 0,5.

Chapitre IV : Résultats & discussion

IV.1.L'Indice de Précipitation Standardisé (SPI) :

Tableau 13 : Les valeurs et les significations de l'indice SPI (SVOBODA et al, 2000)

Valeurs de SPI	Conditions de sécheresse
≥ 2	Extrêmement Humide
1.5 à 1.99	Très Humide
1.0 à 1.99	Modérément Humide
-0.99 à 0.99	Proche de Normale
-1.49 à 1.0	Modérément Sec
-1.99 à -1.5	Très Sec
≤ -2	Extrêmement Sec

Afin de faire une analyse ponctuelle au niveau de la station concernée et pour mieux évaluer les variations de la pluviométrie annuelle, nous avons calculé les valeurs de l'indice de SPI d'une série de 35 années. Les résultats du calcul sont représentés dans le tableau (14)

Tableau 14: Les moyens des valeurs de l'indice SPI pour la zone d'Oglat Ed Daira

L'année	Les valeurs de SPI	L'interprétation
1985 - 1990	0.3	Proche de Normale
1990 - 1995	0.43	Proche de Normale
1995 - 2000	-0.52	Proche de Normale
2000 - 2005	-0.02	Proche de Normale
2005 - 2010	0.59	Proche de Normale
2010 - 2015	0.79	Proche de Normale
2015 - 2020	-0.62	Proche de Normale
2020	-1.19	Modérément Sec

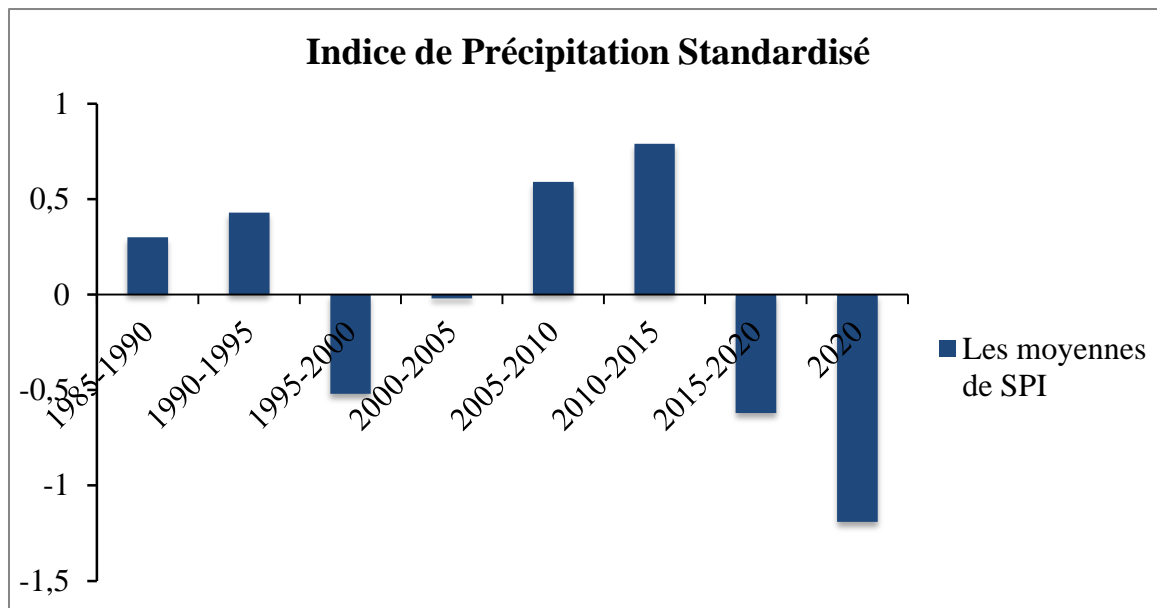


Figure 16: L'évolution de l'indice SPI de 1985 à 2020 pour la zone d'Oglat Ed Daïra.

Le tableau 14 et la figure 16 illustrent l'évolution de SPI de 1985 à 2020 de la zone Oglat Ed Daïra. L'indice de sécheresse fournit des résultats similaires liés à la variabilité et à la tendance de la sécheresse dans la zone d'étude. Les résultats indiquent que les valeurs de SPI présentent une variabilité annuelle de la sécheresse. A titre d'exemple l'année 2020 a enregistré une valeur du SPI de **-1,19** cependant l'année 1985 a enregistré **0,3**. Ce qui implique qu'en 2020 le régime des précipitations est '**modérément sec**'

L'analyse de SPI dans la station d'Oglat Ed Daïra indique la succession des années proche de normale (entre -0.62 et 0.79) pendant la période (1985 à 2015).

IV.2. L'évapotranspiration potentielle (ETP)

Tableau 15: Les moyennes des valeurs d'ETP

Les années	Les moyennes d'ETP
1985-1990	129,7
1990-1995	132,2
1995-2000	129,3
2000-2005	132,2
2005-2010	133,4
2010-2015	131,4
2015-2020	132
2020	132,2

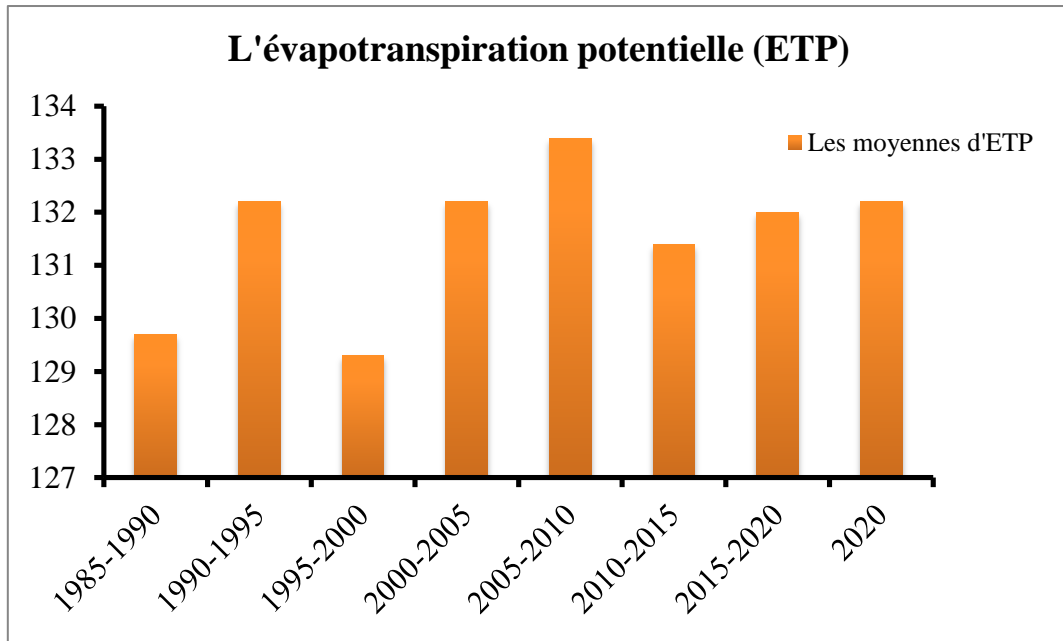


Figure 17: L'évolution de l'ETP de 1985 à 2020 pour la zone d'Oglat Ed Daïra.

Le tableau 15 et la figure 17 montrent l'évolution de la moyenne de l'évapotranspiration en fonction du temps. Les résultats montrent que la valeur maximale a été enregistrée en (2005-2010) de l'ordre de (133,4), tandis que la valeur minimale a été enregistrée en (1995-2000). L'évolution du ETP commence de 2000 à 2020, nous distinguons que la zone souffrait d'un déficit hydrique et d'une température élevée.

IV.3.L'indice de végétation amélioré EVI

L'indice présente des valeurs positives pour la végétation, des valeurs proches de zéro pour les sols nus et des valeurs négatives pour l'eau (HUETTE et al. 2002).

Tableau 16: Les moyennes des valeurs des points d'EVI

Les années	Les moyennes d'EVI
1985	0,0911
1990	0,1400
1995	0,1642
2000	0,1141
2005	0,0715
2010	0,0683
2015	0,0351
2020	0,1397

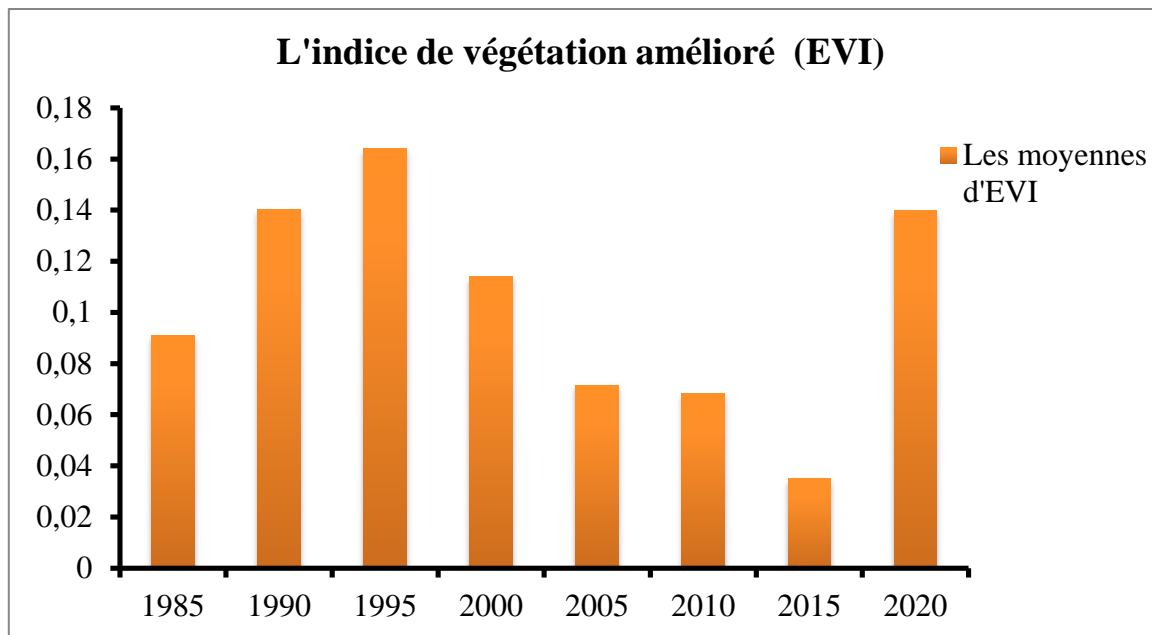


Figure 18: L'évolution de l'EVI de 1985 à 2020 pour la zone d'Oglat Ed Daïra

A partir du (**figure : 18, 19,20** et **tableau : 16**), une augmentation observée de la valeur d'EVI durant la période 1985-1995(de 0.0911 à 0.1642) suivie d'une diminution de la valeur, à partir de l'année 2000 jusqu'à 2015. Par ailleurs en 2020 nous avons remarqué l'enregistrement d'une valeur de 0,1397 ce qui implique une évolution du couvert végétal. L'augmentation de ces valeurs correspond généralement à une augmentation de la densité de végétation. Tandis que sa diminution indique la diminution de couvert végétal.

Nous avons également enregistré la valeur **maximale** de l'indice EVI en 1995 (**0,1642**), tandis que sa valeur **minimale** a été enregistrée en 2015 (**0,0351**)

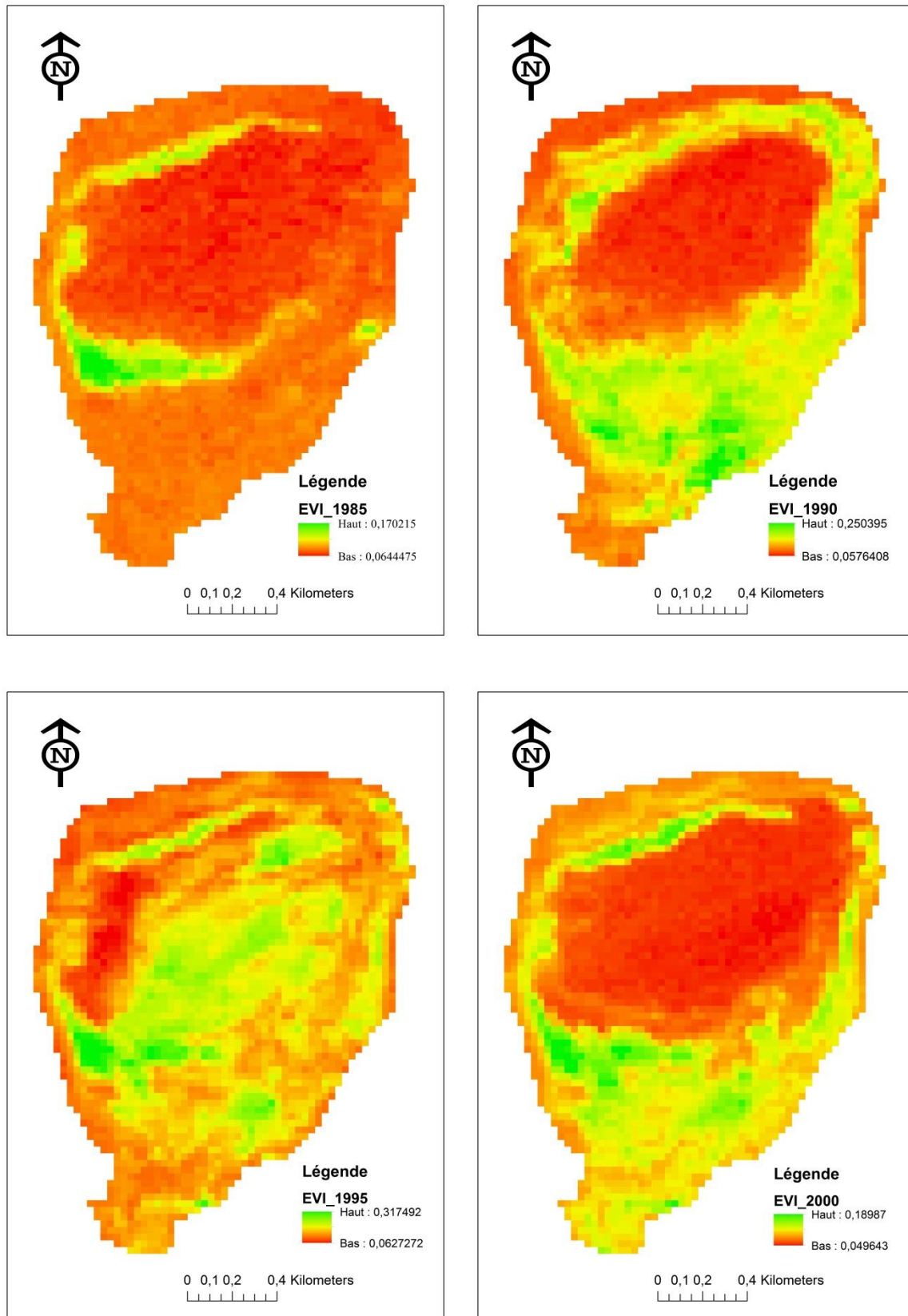


Figure 19: Les cartes de l'indice de végétation amélioré (EVI) de 1985 à 2000 pour le lac d'Oglat Ed Daïra

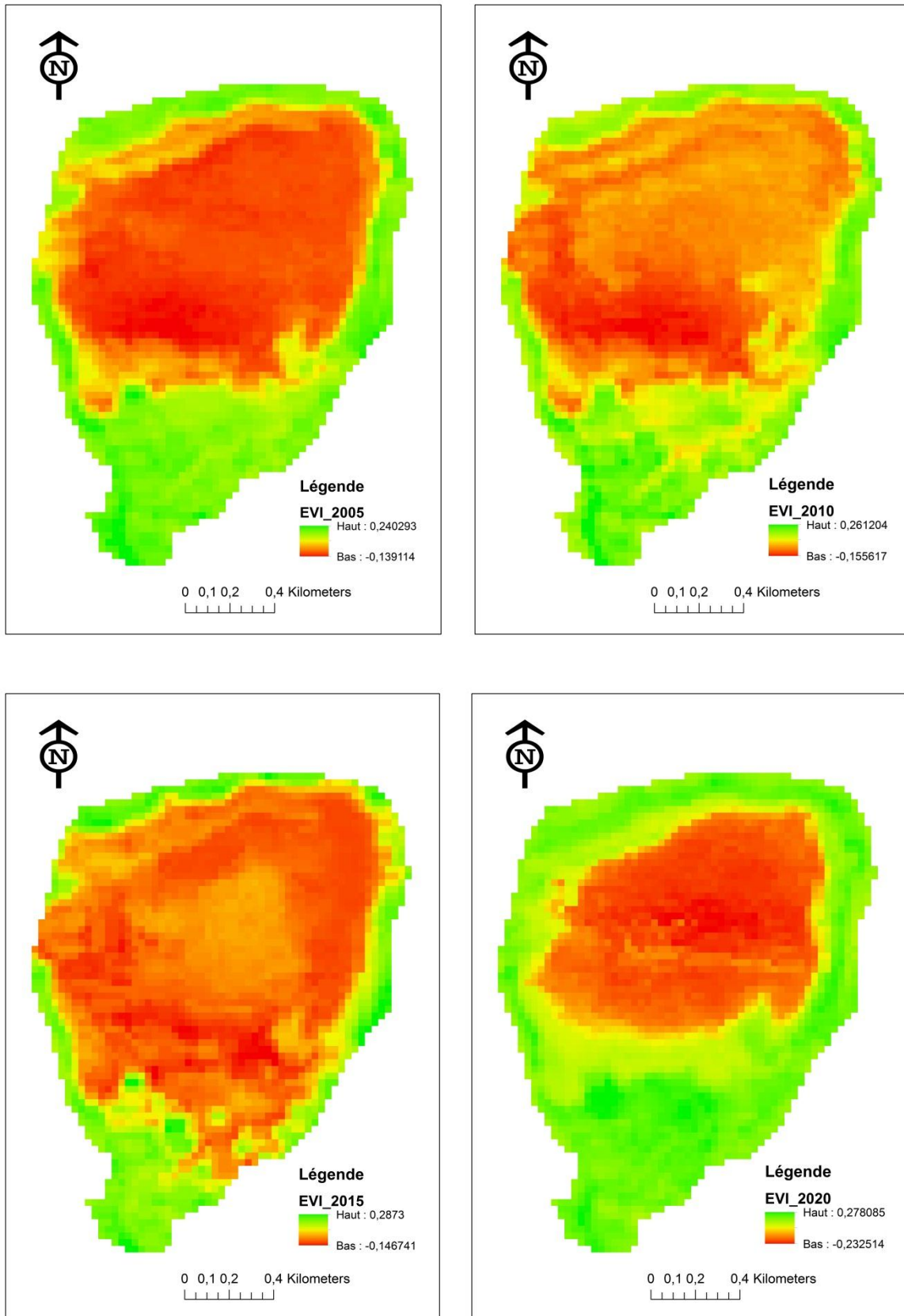


Figure 20: Les cartes de l'indice de végétation amélioré (EVI) de 2005 à 2020 pour le lac d'Oglat Ed Daïra

IV.4 L'indice de végétation de différence normalisée NDVI

Le NDVI varie entre 0,1 et 0,8 pour les pixels couverts de végétation, les pixels de sol nu ont des valeurs un peu supérieures à 0 tandis que l'eau et les nuages auront des valeurs inférieures (négatives) à 0 (LILLESAND et al. 1994).

Tableau 17 : Les moyennes des valeurs des points d'EVI

Les années	Les moyennes de NDVI
1985	0,1052
1990	0,1725
1995	0,2039
2000	0,1452
2005	0,1547
2010	0,0852
2015	0,0282
2020	0,1739

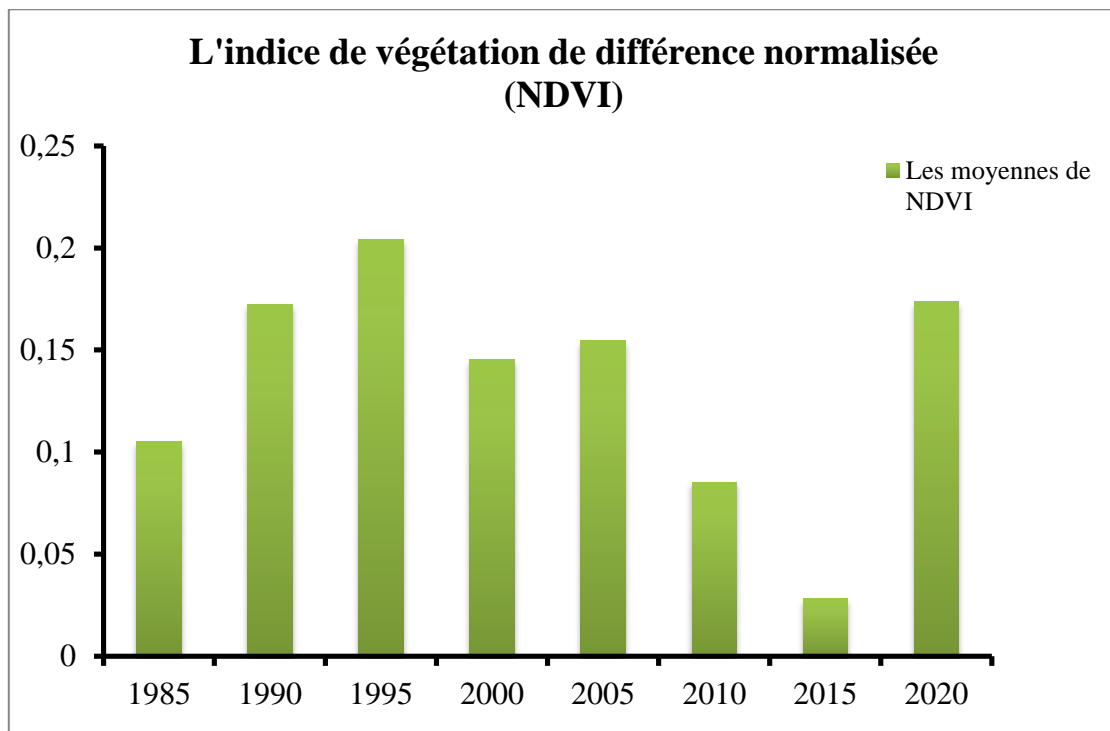


Figure 21: L'évolution du NDVI de 1985 à 2020 pour la zone d'Oglat Ed Daïra

Les résultats obtenus (**figure : 21, 22,23** et **tableau : 17**), nous montrent l'évolution de la valeur de l'indice NDVI au cours de la période 1985 - 2020 [de 0,0282 à 0,2039]. La période 1985-1995 a vu une augmentation de la valeur de l'indice, sa valeur **maximale** atteignant (**0,2039**) en 1995, cela indique un développement de la couverture végétale de la zone au cours de cette période. Nous assistons à une diminution qui a été observé en 2000 (0,1452), suivie d'une augmentation de la valeur en 2005 pour diminuer à nouveau durant la période 2005 - 2015 jusqu'à ce qu'elle atteigne sa valeur **minimale (0,0282)** en 2015 cela indique que la couverture végétale a subi une diminution notable durant cette période.

En 2020, nous constatons une augmentation du NDVI ce qui reflète l'abondance d'un couvert végétal.

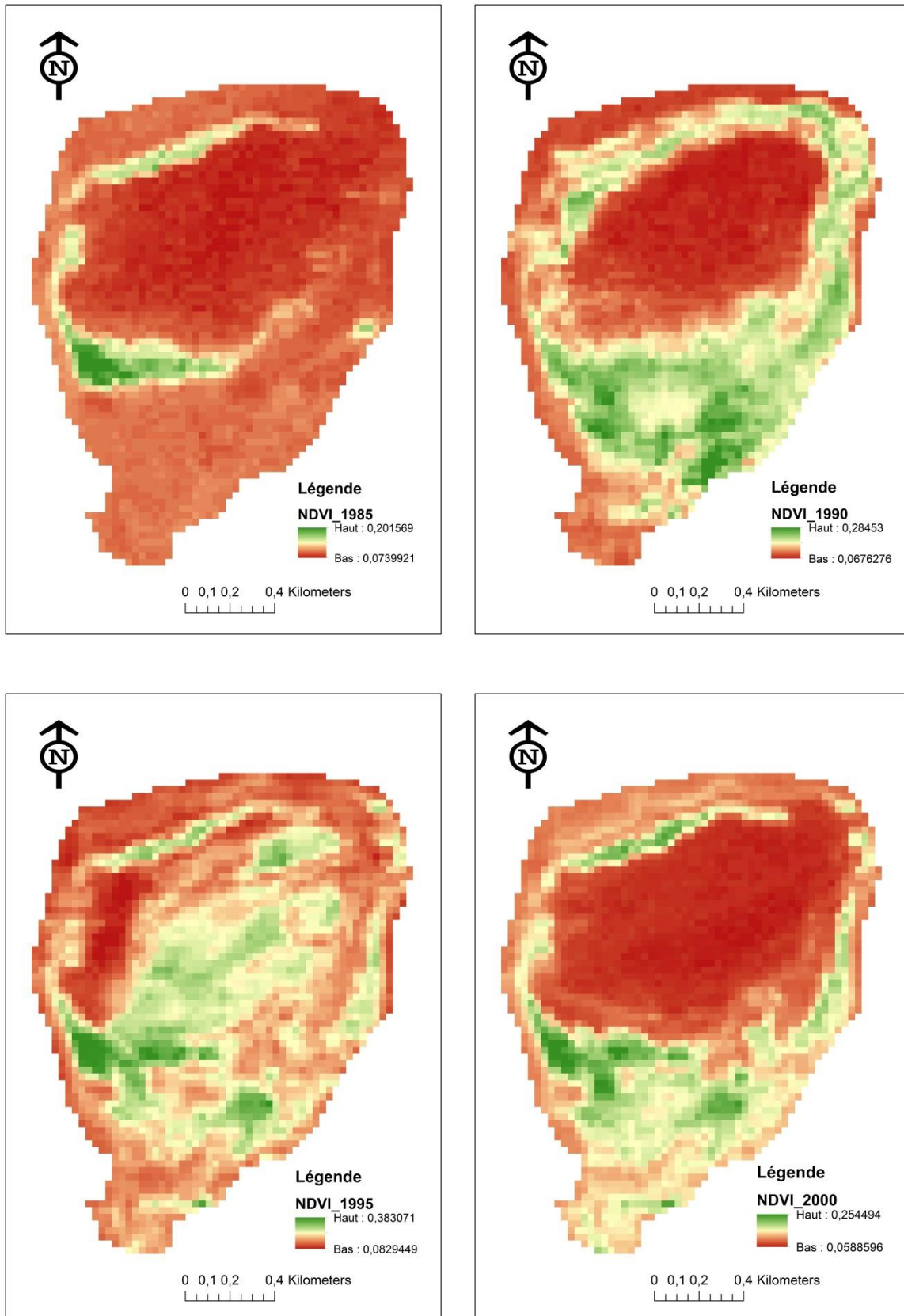


Figure 22: Les cartes de l'indice de végétation de différence normalisée (NDVI) de 1985 à 2000 pour le lac d'Oglat Ed Daira

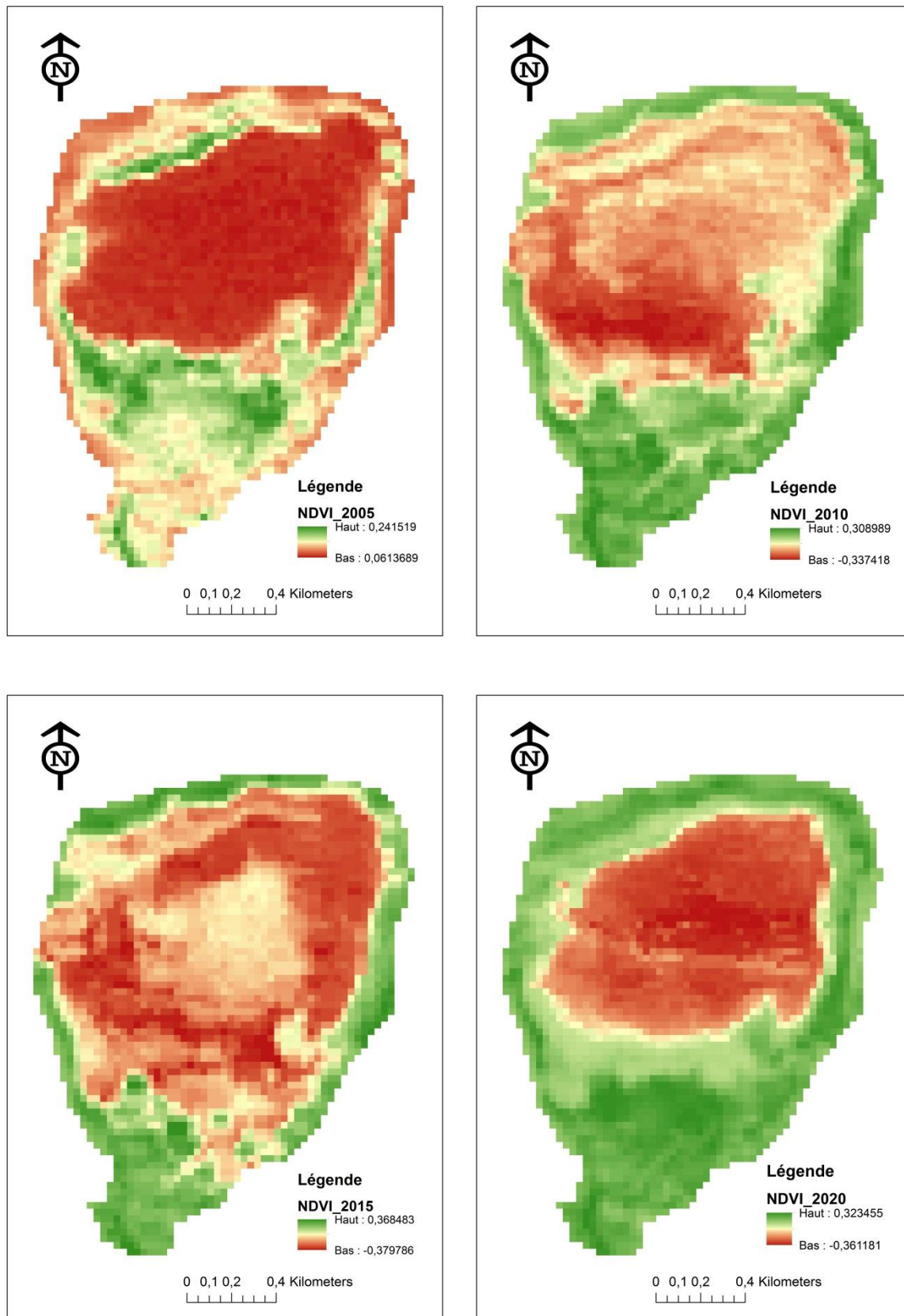


Figure 23: Les cartes de l'indice de végétation de différence normalisée (NDVI) de 2005 à 2020 pour le lac d'Oglat Ed Daïra

IV.5.L'indice de teneur en eau NDWI

Les valeurs des masses d'eau sont supérieures à 0.5. La végétation a des valeurs beaucoup plus petites, ce qui permet de distinguer plus facilement la végétation des masses d'eau.

Tableau 18: Les moyennes des valeurs des points de NDWI

Les années	Les moyennes de NDWI
1985	0,0938
1990	0,0339
1995	0,0143
2000	0,0762
2005	0,0569
2010	-0,1447
2015	-0,0970
2020	-0,0087

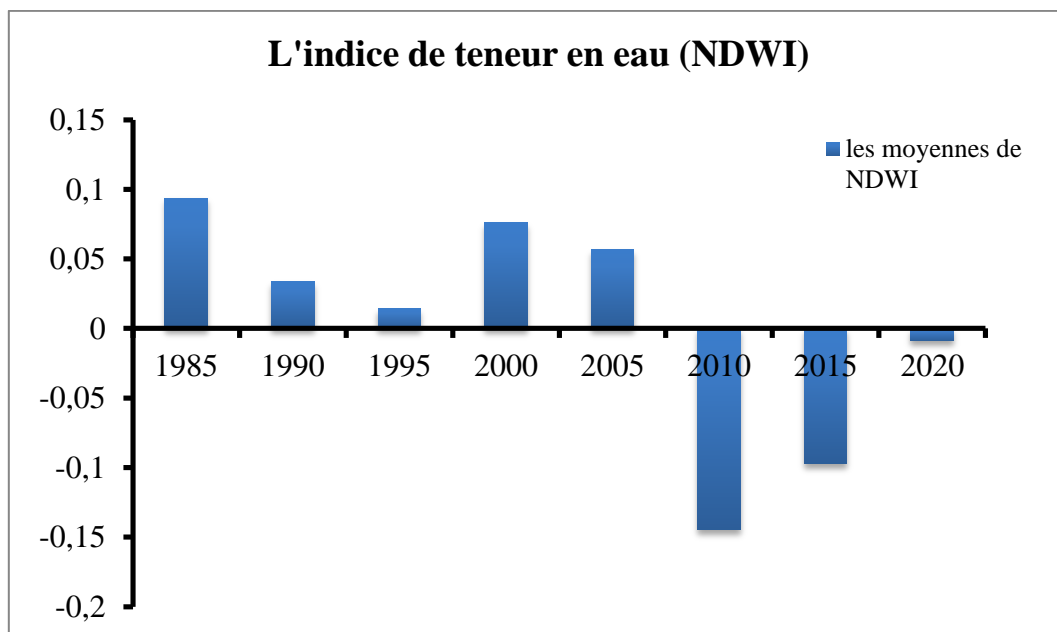


Figure 24: L'évolution de NDWI de 1985 à 2020 pour la zone d'Oglat Ed Daïra

Il ressort des résultats obtenus (**figure : 24, 25,26** et **tableau : 18**), que des valeurs positives fluctuantes de l'indice NDWI aient été enregistrées durant la période 1985-2005, avec une valeur **maximale** de (**0,0938**) en 1985 (Ces valeurs pour les masses d'eau). Par ailleurs, des valeurs négatives ont été enregistrées durant la période 2010 -2020 avec une valeur **minimale** de (**-0,1447**) en 2010 ces valeurs négatives représentent le sol nu.

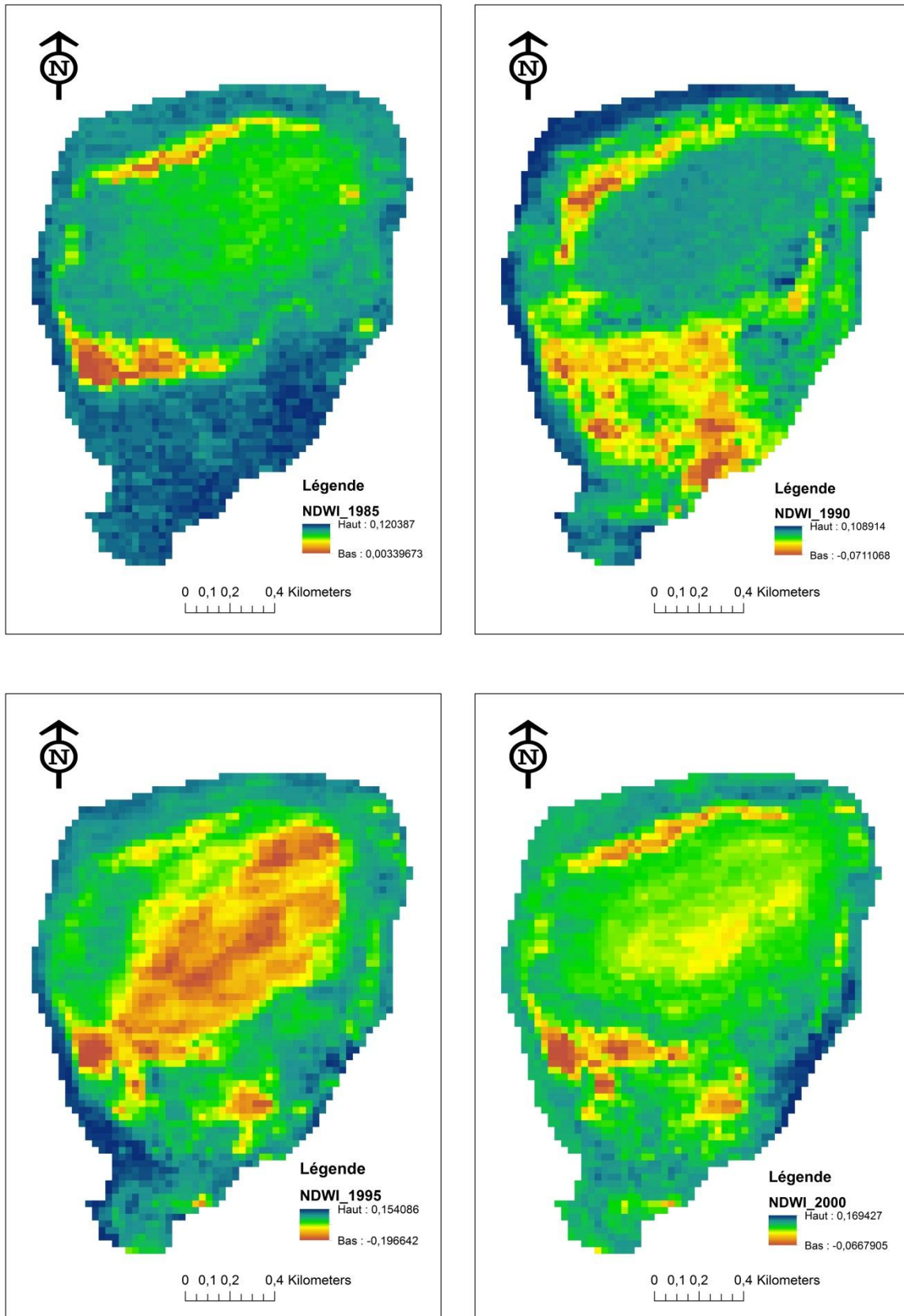


Figure 25: Les cartes de l'indice de teneur en eau (NDWI) de 1985 à 2000 pour le lac d'Oglat Ed Daïra

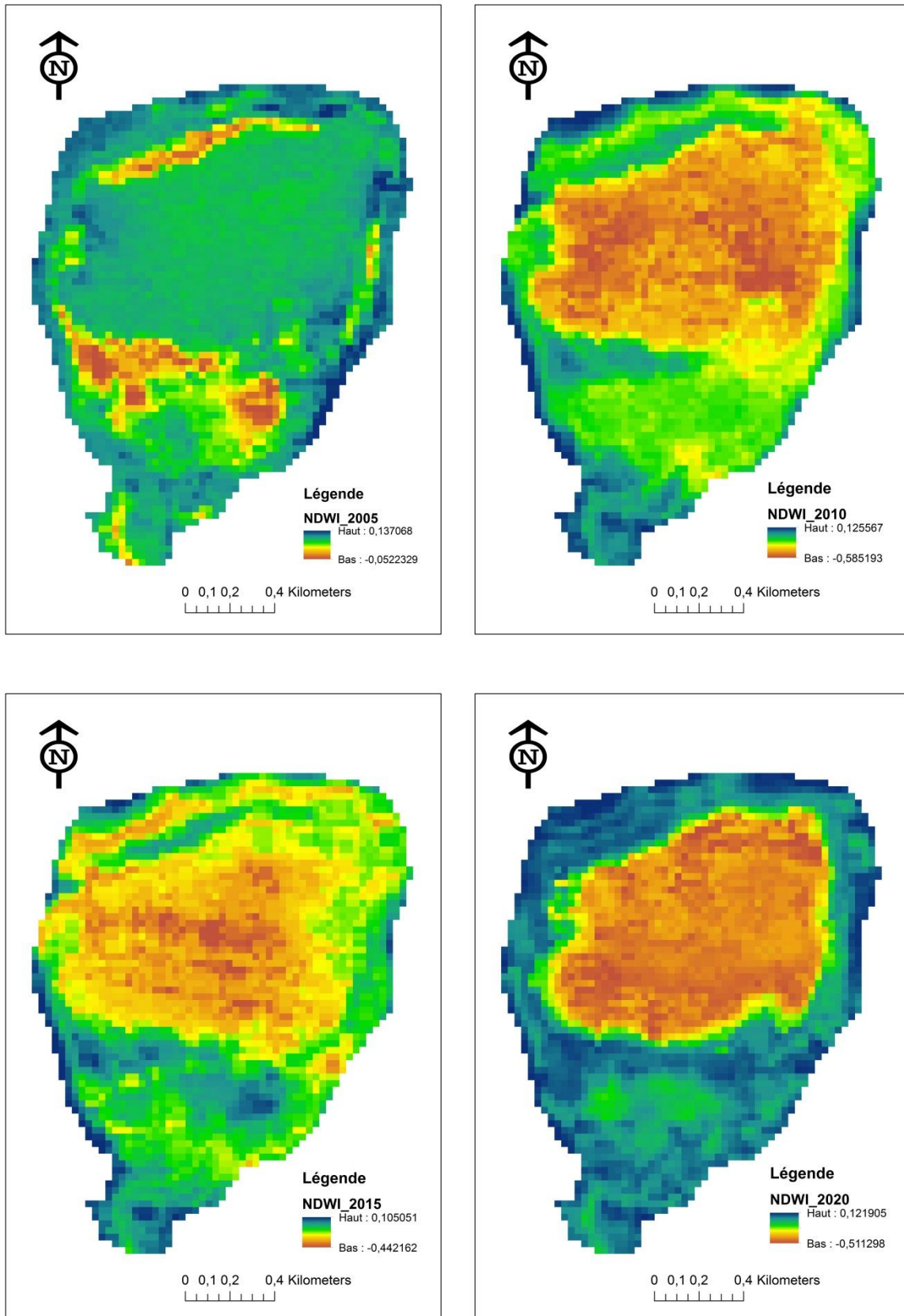


Figure 26: Les cartes de l'indice de teneur en eau (NDWI) de 2005 à 2000 pour le lac d'Oglat Ed Daïra

IV.6 L'indice de végétation ajusté au sol SAVI

Tableau 19: Les moyennes des valeurs des points de SAVI

Les années	Les moyennes de SAVI
1985	0,0981
1990	0,1457
1995	0,1651
2000	0,1221
2005	0,1312
2010	0,0693
2015	0,0338
2020	0,1421

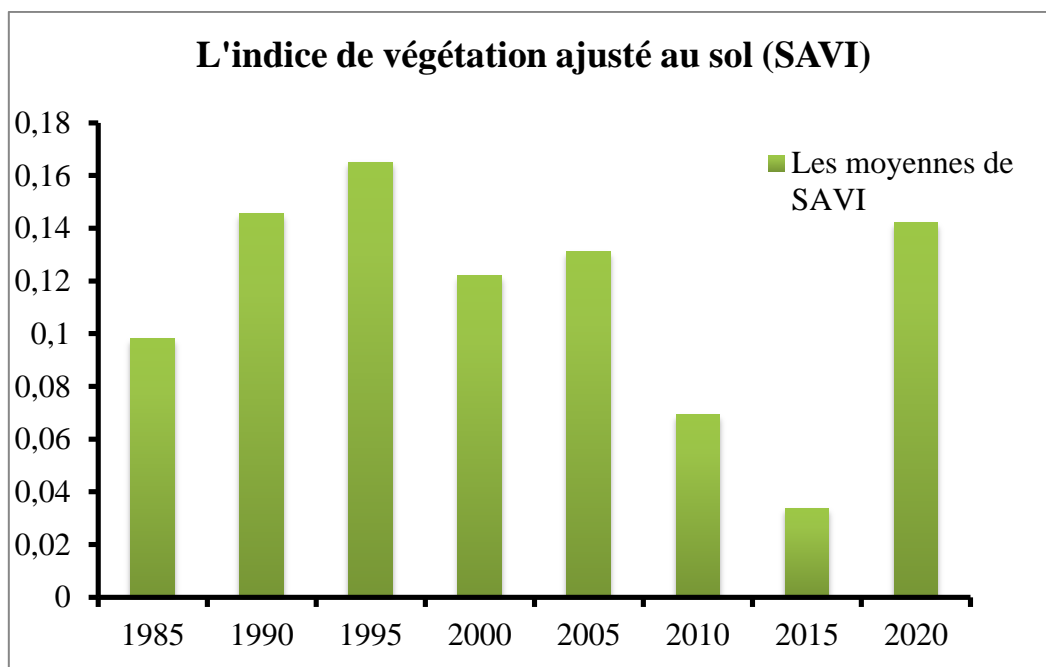


Figure 27: L'évolution de SAVI de 1985 à 2020 pour la zone d'Oglat Ed Daïra

Les résultats de l'indice de végétation du sol modifié (**figure : 27, 28,29** et **tableau : 19**), ont montré que les valeurs du SAVI sont en augmentation durant la période 1985 - 1995 (0,0981 à 0,1651). Ces dernières indiquent une augmentation de la couverture végétale. Cependant nous avons enregistré une diminution de la valeur de SAVI durant la période 2000 - 2015 ce qui correspond à une détérioration du couvert végétal. En 2020, une augmentation remarquable a été enregistrée (0,1421) indiquant une abondance du couvert végétal (régénération naturelle du Tamarix).

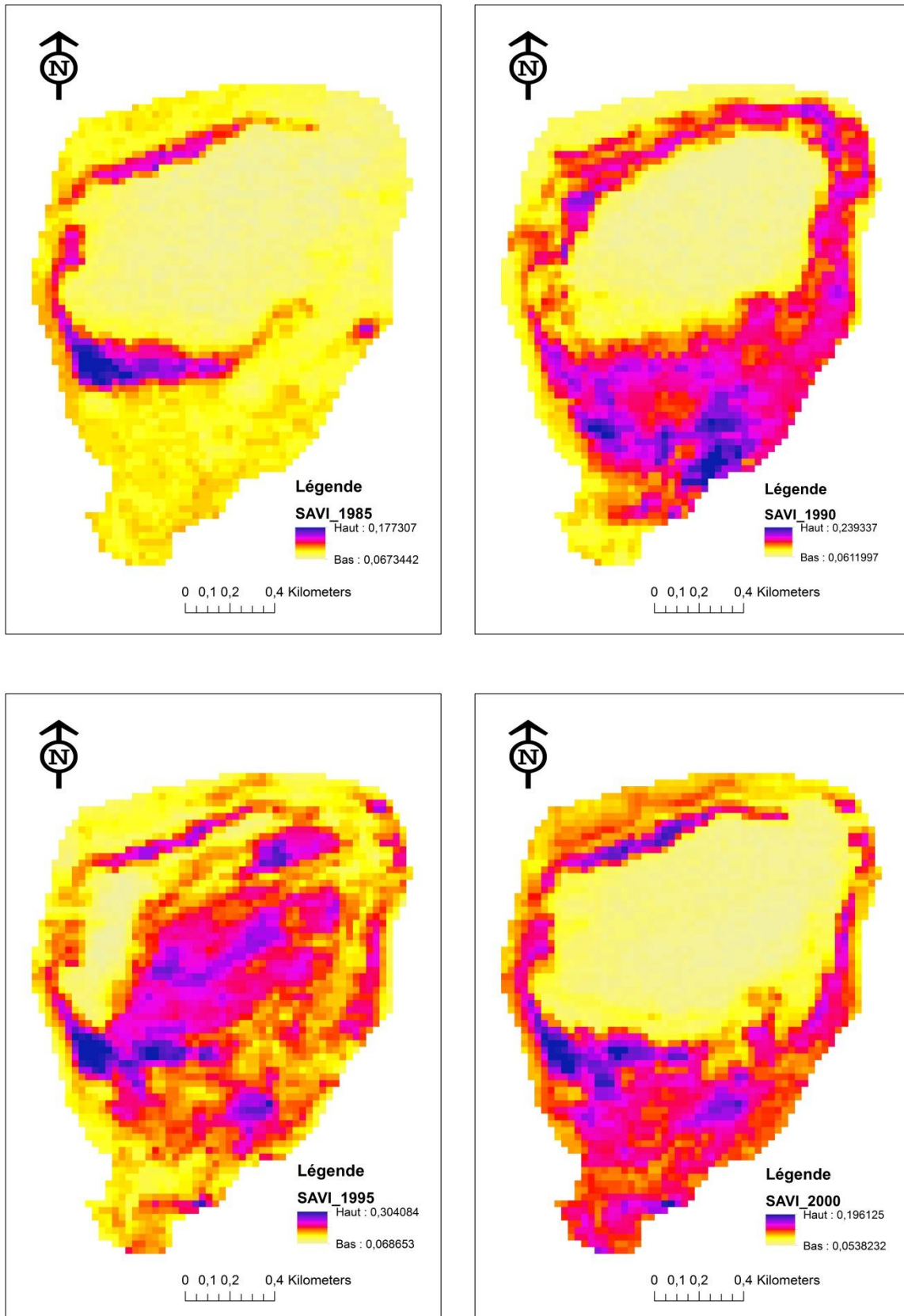


Figure 28: Les cartes de l'indice de végétation ajusté au sol (SAVI) de 1985 à 2000 pour Le lac d'Oglat Ed Daïra

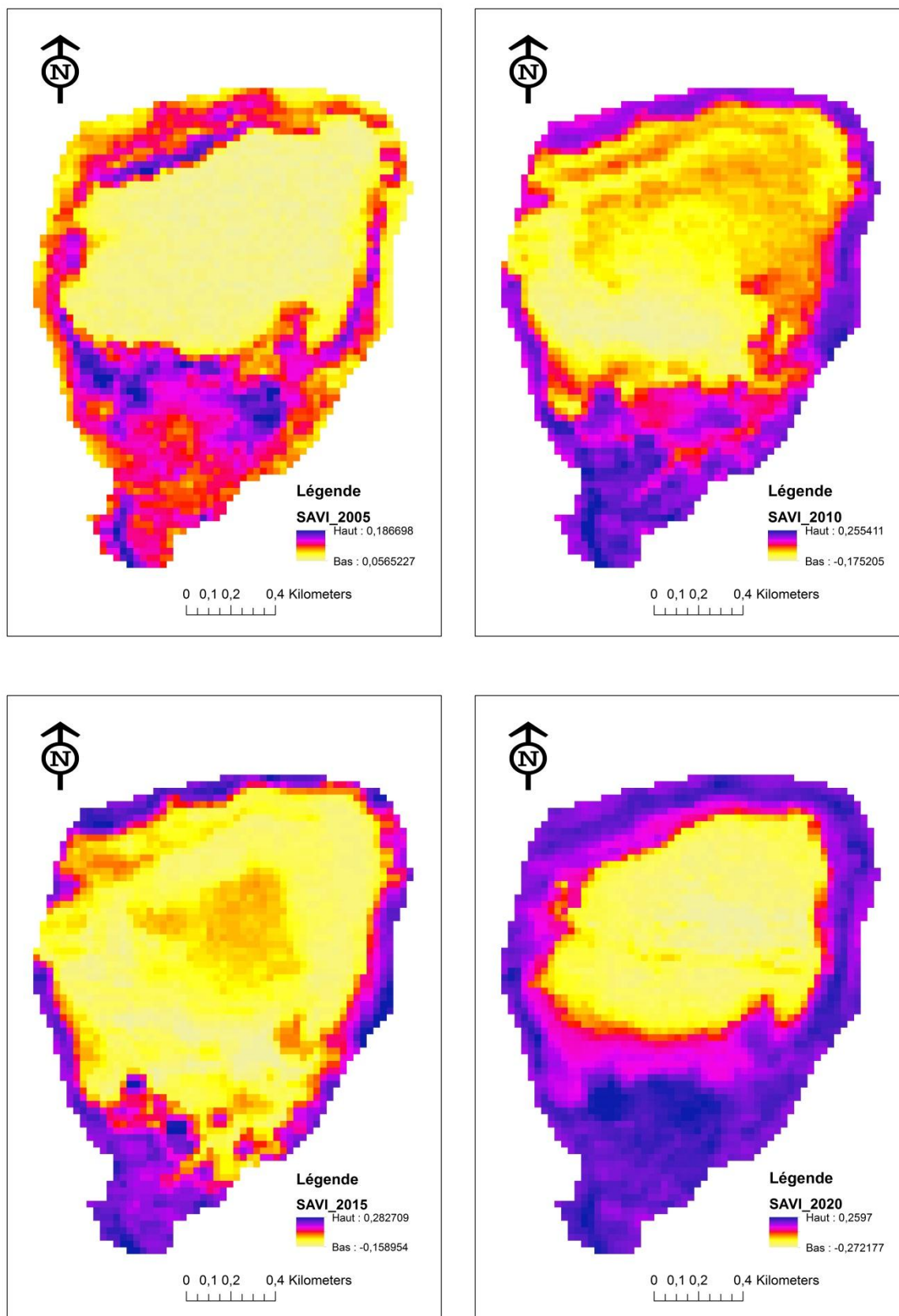


Figure 29: Les cartes de l'indice de végétation ajusté au sol (SAVI) de 2005 à 2020 pour le lac d'Oglat Ed Daïra

Conclusion générale

Conclusion générale

L'utilisation des techniques d'observation spatiale à travers l'analyse intra annuelle d'images satellitaires, a permis de mettre en évidence les contours des zones humides. Ces résultats sont à la base de toutes études plus ou moins approfondies sur les zones humides. Ils apportent une vision globale des zones humides présentes sur un territoire. La conséquence d'une modification dans la gestion de celle-ci peut être facilement observable à partir de l'analyse de ces images.

Le long du présent travail nous avons essayé, en exploitant des données des plateformes Google Earth Engine (GEE) et GLOVIS de comprendre l'évolution du lac d'Oglat Ed Daïra d'Ain Ben Khelil. L'utilisation de l'imagerie satellitaire (1984 à 2020) constitue un outil d'aide à la décision indispensable pour les gestionnaires en particulier et les décideurs de façon générale pour suivre l'évolution de ce lac sur une échelle spatiotemporelle et agir en conséquence.

La première conclusion dégagée est que la cohérence des résultats observés tant avec les observations locales qu'avec les conclusions théoriques montre qu'une telle utilisation des images de télédétection semble totalement légitime, voir indispensable pour toute option de gestion pour un développement durable.

Après un aperçu global sur l'état actuel des zones humides algériennes et l'importance du problème des changements climatiques, notre étude s'est poursuivie par la présentation du contexte géographique de la zone d'étude qui fait partie des plaines Sud-Ouest oranaises.

La première partie a commencée par une identification de 16 espèces appartenant à 13 groupes qui sont : Asteraceae, Amaranthaceae, Cyperaceae, Plantagenaceae, Fabaceae, Poaceae, Malvaceae, Geraniaceae, Careophyllaceae, Renoculaceae, Brassicaceae, Nitrariaceae, Tamaricaceae.

D'après les indices météorologiques (SPI et ETP) et les indices spectraux EVI, NDVI, NDWI, SAVI) calculés, les résultats obtenus indiquent que le lac d'Oglat Ed Daïra, au cours de ces dernières années (2010-2020) a été exposé à plusieurs facteurs climatiques qui ont conduit à sa dégradation. Le lac a connu une sécheresse en raison du manque de précipitation qui a réduit sa superficie de remplissage.

Conclusion générale

En guise de perspectives techniques pour les chercheurs, il est envisagé de :

- Tester l'utilisation des images à très haute résolution (SPOT)
- La mise à jour de la base de données à un intervalle de temps étudié.

De telles études permettraient non seulement d'enrichir les connaissances écologiques sur les hydrosystèmes continentaux, mais représentent également d'importants outils pour la gestion et la conservation des zones humides.

Références bibliographiques

Références bibliographiques

1. ALLEN, R.G; PEREIRA, L.S; RAES, D; et SMITH, M. (1998).Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop requirements. Irrigation and Drainage Paper No. 56, FAO, Rome, Italy 300p.
2. AMARA, M. (2010). Diagnostic phytoécologique d'une zone humide en milieu steppique cas « Oglat Ed daïra», commune Ain Ben Khelil .W de Naâma. Mém. Mag. Foresterie. Univ. Tlemcen : pp 142.
3. ANONYME. (2004). ATLAS 4 des zones humides Algériennes d'importance internationale (4^e édition). Direction générale des forêts, Alger.
4. ANONYME. (2014). Direction Général des Forêts
5. ANRAS, L. (2005). Recueil d'expériences de restauration de fonctions hydro écologiques de zones humides littorales. Forum des Marais Atlantiques : 36p.
6. ASRAR, G; FUCHS, M; KANEMASU, E.T; HATFIELD, J.L. (1984).Estimation absorbed photosynthetic radiation and leaf area index from spectral reflectance in wheat. Agronomy Journal 76: 300-306.
7. BENKHEIRA, A ; MOREAU, S ; BENZIENE ,A ; BOUDJADJA ,A ; GAOUAR, A ; KAABECHE ,M ; MOALI ,A; SELLAMI ,D. (2005). Plan de Gestion Oglet Ed Daïra. Projet DGF/GEF/PNUD-ALG/00/G35/2005.
8. BENSALD, A. (2006). SIG et télédétection pour l'étude de l'ensablement dans une zone aride : le cas de la wilaya de Naâma (Algérie). Thèse de doctorat, Univ. de Grenoble 1, France : 318 p
9. BENSIZERARA(2013).Ecologie des oiseaux de sebkhet Djendli (Batna, Est Algérien : P.4
10. BERNAUD, G ; ELIANE, F. (2007) .Conserver les milieux humides : Pourquoi ? Comment ? 10 p.
11. BLANEY, H; CRIDDLE, W. (1950). Determining water needs from climatological data. USDA Soil Conservation Service. SOS-TP, USA, pages 8-9.
12. BOUDJADJA, A. (2011). La région steppique d'Ain Ben Khelil et sa zone humide Oglat Ed Daïra (Naâma, Algérie) Plaidoyer pour une gestion et un aménagement durables.
13. BOUKABA, R. (2014). Evaluation des changements des zones humides du Sud Constantinois par télédétection, avec application particulière au lac barrage de Koudiet Medaouar (Timgad, Batna).

Références bibliographiques

14. **BOUZENOUNE, A. (2003).** Etude portant projet de classement du site d' Oglat Ed Daïra en aire protégée, N : ALG/00/G35/A/1G/99.
15. **DJOUADI, A ; OUBELAID, A. (2015)** -Etude hydrochimique des eaux de la région de Naâma.
16. **EL GAROUNI A. (1995).** "Estimation et cartographie de l'évapotranspiration réelle par télédétection et Systèmes d'Information Géographiques" : contribution à l'étude hydrogéologique de la basse vallée de la Medjerda. Thèse du 3ème cycle- Faculté des sciences de Tunis.150 p.
17. **EMBERGER, L. (1955).** Une classification biogéographique des climats. Recueil. Trav. Lab. Géol. Zool. Fac. Sci. Montpellier : pp 3-43.
18. **GAO, B.C. (1995).** Normalized difference water index for remote sensing of vegetation liquid water from space. In Imaging Spectrometry (Vol. 2480). International Society for Optics and Photonics: pp. 225-237.
19. **GOURARA (Timimoune) Algérie. Mém. Master Univ. Khemis Miliana. 11p**
20. **GUERINE, L ; BELGOURARI, M ; GUERINIK, H. (2020).** Cartography and Diachronic Study of the Naâma Sabkha (Southwestern Algeria) Remotely Sensed Vegetation Index and Soil Properties .Journal of Rangeland Science,10(2),pp:172-187.
21. **GUYOT, G. (1990).** Optical properties of vegetation canopies, applications of remote sensing in agriculture. Butterworths, London: pp.427.
22. **HARGREAVES, G. H; SAMANI, Z. A. (1985).** Reference crop evapotranspiration from temperature. Applied engineering in agriculture, 1(2):96–99.
23. **HASSAN, E.T. (2014).** Using (NDVI), (NDBI) and (NDWI) Indices for change detection in land cover for selected area from the province of Najaf for the period from (2001-2006) by using remote sensing data. Journal of Kufa – Physics (2) pp: 12-18.
24. **HOUHAMDI, M ; ZITOUNI, A ; ROUBI, A ; MERZOUG, A ; ATOUSSI, S ; METTLAOUI, S. (2013)** - Biomonitoring et dynamique de l'avifaune aquatique dans les Chotts et les Sabkhas des hautes plaines de l'Est algérien : pp 07.
25. **HUETE, A.R. (1988).** A soil-adjusted vegetation index (SAVI). Remote sensing of environment, 25(3): pp 295- 309.
26. **HUETE, A; DIDAN, K; MIURA, T; RODRIGUEZ, E. P; GAO, X; FERREIRA, L. G. (2002).** Overview of the radiometric and biophysical performance of the MODIS vegetation indices. Remote sensing of environment, 83(1-2): pp 195-213.
27. **JENSEN, J. (2007).** Remote Sensing of the Environment, Pearson Prentice Hall.

Références bibliographiques

28. **KOUIDRI, A ; RAHMOUNI, A ;(2016)-** Contribution à l'étude hydrogéologique et l'évolution des facies hydrochimiques de la nappe du continental intercalaire de la région d'Adrar. Mém., Master, Univ. Tlemcen (Algérie). 83p
29. **LILLESAND, T. M.; R. W. KIEFER. (2004).** Remote Sensing and Image Interpretation, fifth edition. John Wiley & Sons, Inc., New York.
30. **MAHMOUDI, S. (2014).** Caractérisation et évaluation des systèmes de culture dans la Wilaya de Naâma.
31. **MAKKINK. (1957).** Improvement of Makkink model for reference evapotranspiration estimation using temperature data in Northwest China
32. **MANSOUR, CH(2011).** Contribution à l'étude de la répartition du Pistachier de l'atlas (*Pistacia Atlantica* Desf.) dans la wilaya de Naâma - cas de Gaaloul diplôme d'ingénieur d'état en foresterie.
33. **MCFEETERS, S. (1996).**The use of the Normalized Difference Water Index (NDWI) in the delineation of open water features
34. **MEKKI, A. (2016).** Contribution à l'étude écologique de l'arthropodo-faune dans quelques stations à Retama raetam(fabacées) dans la région de Naâma, Université Aboubakr Belkaïd – Tlemcen faculté des sciences de la nature et de la vie et sciences de la terre et de l'univers département d'écologie et environnement, diplôme de Magister en Ecologie Animale : pp 138.
35. **MEROUANE B. (2014).** Quelques aspects liés à la désertification dans la steppe de sud de Tlemcen, université Abou Bekr Belkaïd –Tlemcen faculté des sciences de la nature et de la vie et des sciences de la terre et de l'univers. Mémoire, En vue de l'obtention du diplôme d'ingénieur d'état en écologie végétale et environnement : pp 44
36. **MICHELOT, JL ; SIMON, L ; GADEN. (2004) -** Etude de mise en valeur des zones humides. Contrat de rivière du sud-ouest lémanique : 97p.
37. **ONM. (2010).** Office National Météorologique de la Wilaya de Naâma.
38. **PENMAN, H.L. (1948).**Natural evaporation from open water, bare soil and grass. Proceedings of the Royal Society of London A, 193: pp. 120–145.
39. **POUGET, M. (1980).** Les sols à croûte calcaire dans les steppes algériennes : Quelques aspects morphologiques et esquisse d'une évolution actuelle, Cah. O.R.S.T.O.M., Sér. Pedol. Vol. XVIII, N°3-4 ; 23. pp : 5-246.

Références bibliographiques

40. **PRIESTLY; TAYLOR. (1972).** The Priestley-Taylor Evaporation Model Applied to a Large, Shallow Lake in the Netherlands
41. **REMAOUN, K. (1998)** -Approche de l'étude de la mobilité potentielle des sables en zones steppiques et arides de l'ouest et sud algérien : cas de Mécheria, Ain sefra et Adrar. In Séminaire. CRSTRA, Algérie, Adrar : 12 p.
42. **RIOU, C. (1980).**Évapotranspiration potentielle et bilan hydrique en Tunisie. Rapport inédit, ORSTOM, 20 p.
43. **ROUSE J.W; HASS R.H. (1973).**Monitoring vegetation systems in the great plain with ERTS.THIRD ERTS SYMPOSIUM-WASHINGTON DC: NASA: PP 309-317.
44. **ROUSE JR, J; HAAS R.H; SCHELL J. A; DEERING D. W. (1974).**Monitoring vegetation systems in the Great Plains with ERTS.
45. **SENNOUR, K.(2016).**Iventaire des microalgues d'un écosystème humide de l'Algerie occidentale (cas d'Oglet Ed Daïra wilaya de Naama)
46. **SI BACHIR, A. (2006)** .La conservation des zones humides. Lettre de Belezma N° 10 (article de vulgarisation et de sensibilisation) : p 1.
47. **SKINNER J ; ZALEWSKI S (1995).** Fonctions et valeurs des zones humides méditerranéennes : Station biologique de la tour du valat.arles, Le Sambuc
48. **SVOBODA, M; LECOMPTE, D;HAYES, M; HEIM, R; GLEASON, K; ANGEL, J; RIPPEY, B; TINKER, R; PALECKI, M; STOOKSBURY, D; MISKUS, D; AND STEPHENS, S.(2002).** The drought monitor, bull. Amer. Meteor. Soc., 83, 1181–1190
49. **THAUVIN, N; SANDOZ, A. (2006).** Wetland habitats and flooding duration satellite monitoring : pp.69-75
50. **THERIAUL, M. (1992).**Geographical Information Systems. Principles and Applications. Cahiers de géographie du Québec, 36(99) pp : 515–525.
51. **TUCKER, C.J; VANPRAIET, C.L; SHARMAN, M.J; YVANITTERSUM, G. (1985).** Satellite remote sensing of total herbaceous biomass production in the Senegalese Sahel. International Journal of Remote Sensing., 17: 233-249.
52. **TURC, L. (1961).** Évolution des besoins en eau d'irrigation. Évapotranspiration potentielle formule climatique simplifiée et mise à jour. Ann. Agr., 12(13): pp. 13-49.
53. **USGS. (2013).**Landsat _ A Global Land-Imaging Mission <http://pubs.usgs.gov/fs/2012/3072/>.

Références bibliographiques

SITE WEB:

1. <http://www.drias-climat.fr/accompagnement/sections/183> Date de visite: 25.05.2021
2. <https://pro.arcgis.com/fr/pro-app/latest/help/analysis/raster-functions/band-arithmetic-function.htm> Date de visite : 01.06.2021

