
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université d'Aïn-Témouchent Belhadj Bouchaïb – UATBB-
Faculté des sciences et de la technologie
Département de l'Agroalimentaire



MÉMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Sciences de la nature et de la vie

Filière : Ecologie environnement

Spécialité : Ecologie végétale et environnement

Par :

M^{elle} BEN CHORFI Hanane

M^r BECHAR Chohair

M^r KHALDI Kheireddine

THEME

Suivi spatio-temporel et évaluation de la diversité végétale de
la zone humide de Douaima (Hammam Bouhadjar)

Soutenu le 27/06/2026

Devant le jury composé de :

Président : MAATALLAH Redouane	« MCB »	U.B.B.A.T
Examinatrice : ABDELLAOUI Hadjira	« MAB »	U.B.B.A.T
Encadrant : AMARA Mohamed	« MCA »	U.B.B.A.T
Co-Encadrant : BARDADI Abdelkader	« MCA »	U.B.B.A.T

Année universitaire : 2025-2026

REMERCIEMENT



Avant tout, nous remercions Allah le Tout-Puissant de nous avoir donné la santé, la volonté et le courage nécessaires pour mener à bien ce travail.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre encadreur, **M. Amara Mohamed** Docteur au Département d'agro-alimentaire, Faculté des Sciences et de Technologie, de l'Université Belhadj Bouchaib d'Ain Temouchent, pour son accompagnement, ses précieux conseils, sa disponibilité et son soutien tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Nos sincères remerciements s'adressent également à **M. Maatallah Redouane, Mme Abdellaoui Hadjira** et **M. Bardadi Abdelkader** pour leurs orientations, leurs encouragements et les connaissances qu'ils nous ont transmises.

Nous remercions également tous les enseignants du département qui ont contribué à notre formation universitaire, ainsi que l'ensemble du personnel administratif pour leur aide et leur disponibilité.

Enfin, nous adressons nos plus vifs remerciements à nos familles, nos amis et toutes les personnes qui nous ont soutenus de près ou de loin durant l'élaboration de ce travail

DEDICACE

Je dédie ce modeste travail à :

À mes très chers parents, pour leur amour inconditionnel, leurs sacrifices, leurs encouragements et leur soutien permanent tout au long de mon parcours. À mes frères et sœurs, pour leur affection, leur présence et leurs encouragements qui m'ont toujours motivée à avancer.

À toute ma famille, qui m'a soutenue de près ou de loin et qui a toujours cru en moi.

À mes amis(es), pour leur soutien, leur compréhension et les moments de partage qui ont rendu ce parcours plus agréable.

Enfin, à toutes les personnes qui ont contribué à ma réussite et à l'aboutissement de ce mémoire

TABLE DES MATIERES

REMERCIEMENT

Dédicace

Table des matières

Liste des tableaux

Liste des figures

Introduction generale 1

Chapitre I

analyse bibliographique

INTRODUCTION 5

1.Définitions d'une zone humide :..... 5

2.Description générale des zones humides : 6

2.1.Composition d'une zone humide : 6

2.2.Caractéristiques générales des zones humides : 7

2.2.1.Caractéristiques hydrologiques des zones humides : 9

2.2.2.La composition en matière nutritive : 9

3.Fonctions des zones humides : 9

3.1.Fonctions hydrologiques : 9

3.2.Fonctions épuratrices : 9

3.3.Fonctions écologiques : 10

3.4.Fonctions pédologiques : 10

4.Menaces et dégradation : 10

5.Situation géographique et répartition : 10

5.1.Dans le monde : 10

5.2.En Méditerranée : 11

5.3.En Algérie : 11

6.Richesse floristique des zones humides : 12

7.Richesse faunistique des zones humides :	13
--	----

Chapitre II

Présentation de la zone étude de Douaïma

1.Situation géographique	16
2.Aperçu géologique	17
3.La pédologie	19
4.Hydrologie et Hydrogéologie	19

Chapitre III

Analyse bioclimatique

1.Introduction :.....	24
2.Analyse des données climatiques :	24
2.1. Précipitations :	25
2.1.1. Régime saisonnier :.....	26
2.1.2. Régime mensuel :.....	28
2.2. Température :	29
2.2.1. Moyenne des températures minimales du mois le plus froid « m » :	30
2.2.2. Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud « M ».....	30
2.2.3. Amplitude thermique :	31
3.Synthèse climatique :	31
3.1. Indices climatiques :	31
3.1.1. Indice De Martonne :	31
3.1.2.INDICE XEROTHERMIQUE DE BAGNOULS ET GAUSSEN (1953-1957):	33
3.2.Le quotient pluviothermique d'Emberger:	35
Conclusion	38

chapitre IV
analyse floristique

Introduction.....	40
1.Méthodologie	40
1.1.Échantillonnage	40
2.Résultats et discussion	44
2.1.Richesse spécifique	44
2.2.L'analyse des types biologiques	48
2.3.Le Spectre Morphologique :	50
3.Le Spectre Biogéographique : Origine et Affinités Climatiques	53
conclusion	62
Références bibliographiques	65
annexes.....	74
Résumé.....	81

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 Moyennes mensuelles des précipitations(P) et des températures(T) de la période (1980-1990).....	24
Tableau 2 Moyennes mensuelles des précipitations(P) et des températures(T) de la période(2000-2025).....	25
Tableau 3 Variation saisonnières de la station de Douaïma dans les deux périodes :AP (1980-1990) et NP (2000-2025).....	27
Tableau 4 Amplitude Thermique de l'ancienne et la nouvelle période	31
Tableau 5 Indice de De Martonne. (Ancienne et nouvelle période)	32
Tableau 6 valeurs de l'indice d'aridité (Guyot,1999)	32
Tableau 7 valeurs de Q2 et Q3 d'Emberger et les étages bioclimatiques (Ancienne et nouvelle période).....	36
Tableau 8 Répartition des espèces de la zone de Douaïma.Selonles Familles, les Types Biologiques, Morphologiques, et types Biogéographiques.....	45
Tableau 9 Répartition des types biologiques en 2026 et 2021	49
Tableau 10 Pourcentage des types morphologiques en 2026 et 2021	51
Tableau 11 répartition des types biogéographique en 2026 et 2021	54
Tableau 12 Répartition des familles en 2026 et 2021	56

LISTE DES FIGURES

Figure 1 Composition d'une zone humide typique (SAIFOUNI A, 2020)	6
Figure 2 Répartition des zones humides mondiales (International Wetlands, 2012).....	11
Figure 3 Situation géographique de la zone d'étude. (DPAT, 2020 ; Google Maps, 2024). ...	16
Figure 4 Carte de localisation de la zone (Association.E, 2021)	17
Figure 5 la carte géologique du bassin de la sebkha (Dehni, 2018).....	18
Figure 6 La Carte géologique globale. (Hassani, 1987).....	19
Figure 7 La Carte occupation des sols (DSA ; 2016).....	22
Figure 8 Diagramme de Régime saisonnier des deux périodes AP/NP de la zone d'étude	28
Figure 09 Régime Mensuel des deux périodes AP/NP.	29
Figure 10 indice d'aridité de marronne	33
Figure 11 Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen pour l'ancienne période (1980-1990).....	34
Figure 12 diagramme ombrothermique de bagnouls et Gaussen pour la nouvelle période (2000-2025).....	35
Figure 13 Climagramme pluviothermique d'Emberger	37
Figure 14 Classification des types biologiques de (Raunkier,1934) (SiteWeb1).....	43
Figure 15 Spectre des Types Biologiques en 2026 et 2021	49
Figure 16 Spectre des Types Morphologiques en 2026 et 2021	52
Figure 17 répartition des types biogéographique en 2026 et 2021	55
Figure 18 Spectre de Répartition des Familles en 2026 et 2021	58

INTRODUCTION GENERALE

INTRODUCTION GENERALE

Les zones humides constituent des écosystèmes d'une importance écologique majeure à l'échelle mondiale. Elles assurent de nombreuses fonctions environnementales, notamment la régulation hydrologique, le maintien de la biodiversité, le stockage du carbone et la protection des sols contre diverses formes de dégradation. Reconnues parmi les écosystèmes les plus productifs de la planète, elles abritent une flore et une faune remarquables, souvent adaptées à des conditions écologiques particulières.

L'Algérie, grâce à sa diversité bioclimatique et géomorphologique, possède un patrimoine considérable en zones humides, réparties entre le littoral, les hauts plateaux et les régions sahariennes. Ces milieux représentent des réservoirs de biodiversité d'une valeur écologique, scientifique et socio-économique indéniable. Toutefois, ils subissent depuis plusieurs décennies une dégradation croissante sous l'effet des activités anthropiques, des changements d'usage des terres, de la surexploitation des ressources naturelles et des perturbations climatiques. Cette situation compromet leur fonctionnement écologique et menace la conservation de nombreuses espèces végétales et animales qui leur sont associées.

La zone humide de Douaima, située dans la région de Hammam Bouhadjar, s'inscrit dans ce contexte. Ce milieu salin présente des conditions écologiques particulières favorisant le développement d'une végétation halophile diversifiée, adaptée aux contraintes de salinité et de sécheresse. Malgré son intérêt écologique, cette zone demeure relativement peu étudiée et fait face à différentes pressions susceptibles d'altérer sa biodiversité et son équilibre écologique.

Dans ce contexte, l'étude de la diversité végétale de la zone humide de Douaima apparaît comme une étape essentielle pour mieux comprendre son fonctionnement écologique, évaluer son état de conservation et mettre en évidence sa valeur patrimoniale. Une meilleure connaissance de sa flore pourrait constituer un argument scientifique en faveur de sa préservation, de sa gestion durable et de sa valorisation en tant que zone humide d'intérêt écologique.

Bien que le présent travail ait été initialement conçu dans une perspective de suivi spatio-temporel, les contraintes techniques rencontrées lors de l'acquisition et du traitement des données cartographiques n'ont pas permis la réalisation de cette composante. L'étude a donc été recentrée sur l'analyse de la diversité végétale et du contexte bioclimatique de la zone humide.

INTRODUCTION GENERALE

Face à la dégradation progressive des zones humides méditerranéennes et au manque de données scientifiques concernant la zone humide de Douaima, plusieurs interrogations se posent :

Quel est l'état actuel de la diversité végétale de la zone humide de Douaima ? Dans quelle mesure cette diversité reflète-t-elle la valeur écologique du site et justifie-t-elle la mise en œuvre de mesures de conservation et de valorisation durable ?

Pour répondre à cette problématique, les hypothèses suivantes sont proposées :

H1 : La zone humide de Douaima renferme une diversité végétale importante dominée par des espèces halophytes adaptées aux conditions de salinité.

H2 : La composition floristique actuelle traduit l'influence des conditions bioclimatiques semi-arides et des caractéristiques édaphiques du milieu.

H3 : Malgré les pressions environnementales observées, la zone humide conserve un intérêt écologique suffisant pour justifier des actions de protection, de gestion et de valorisation.

H4 : La richesse floristique et la présence d'espèces caractéristiques des milieux humides constituent des indicateurs pertinents de la valeur patrimoniale du site.

Cette étude vise principalement à :

Réaliser un inventaire de la flore de la zone humide de Douaima ;

Évaluer sa richesse et sa diversité floristiques ;

Analyser la structure biologique et biogéographique du cortège végétal ;

Caractériser le contexte bioclimatique de la région ;

Apprécier l'intérêt écologique du site en vue de sa conservation et de sa valorisation.

Le présent mémoire est structuré en quatre chapitres :

Le premier chapitre présente une synthèse bibliographique sur les zones humides, leurs caractéristiques écologiques, leur importance et les menaces qui pèsent sur elles.

Le deuxième chapitre est consacré à la présentation de la zone d'étude, notamment ses caractéristiques géographiques, géologiques, pédologiques et écologiques.

Le troisième chapitre traite de l'étude bioclimatique de la région de Douaima.

INTRODUCTION GENERALE

Le quatrième chapitre présente les résultats de l'étude floristique ainsi que leur analyse et leur discussion.

Enfin, une conclusion générale synthétise les principaux résultats obtenus et propose des perspectives pour la conservation et la valorisation durable de la zone humide de Douaima.

CHAPITRE I

ANALYSE BIBLIOGRAPHIQUE

INTRODUCTION

Les zones humides constituent des écosystèmes singuliers, fonctionnant comme des espaces de transition entre les milieux terrestres et aquatiques (Fustec & Lefeuvre, 2000). Comptant parmi les écosystèmes les plus fertiles de la planète, elles se distinguent par une richesse biologique remarquable : elles hébergent une flore abondante et offrent refuge à une faune extrêmement variée, en particulier les oiseaux migrateurs (PEARCE & CRIVELLI, 1994 ; PAPAYANNIS ET SALATHE, 1999 ; BONNET ET AL., 2005 ; MAMAN & VIENNE, 2010). Cependant, ces milieux figurent également parmi les plus vulnérables face aux menaces de dégradation. Leur disparition engendre non seulement un appauvrissement considérable de la biodiversité, mais compromet aussi les zones d'expansion des crues et perturbe de manière préoccupante le cycle hydrologique.

1. Définitions d'une zone humide :

L'expression « zone humide » n'est apparue qu'assez tardivement dans le langage courant français, plus précisément à la fin des années soixante, et provient directement de la traduction du terme « wetland », utilisé par les scientifiques Américains MITSCH et GOSSELINK (2000).

Parmi les nombreuses définitions proposées par les scientifiques, nous retiendrons les plus pertinentes et les plus reconnues dans la littérature scientifique, présentées ici :

- TOUFFET, 1982 : les milieux où le plan d'eau se situe au niveau de la surface du sol ou à proximité. Ils se trouvent ainsi saturés d'eau de façon permanente ou temporaire par des eaux courantes ou stagnantes, douces, saumâtres ou salées. Il s'y développe une végétation adaptée à un engorgement plus ou moins permanent.

- PERRINEAU, LUCAS et AMEZAL, 2019 : les zones humides sont des écosystèmes à l'interface entre les milieux terrestres et aquatiques (eau douce ou marine) caractérisés par la présence d'eau plus ou moins continue.

Parmi les définitions les plus importantes des organismes et convention traitant les zones humides, on trouve :

Définition de la convention Ramsar : en 1971, les zones humides sont des régions où l'eau est le principal facteur déterminant l'environnement et la vie végétale et animale associée. On les trouve là où la nappe phréatique affleure ou est proche de la surface du sol, ou encore, là où

la terre est recouverte par des eaux peu profondes (BARNAUD & MERMET, 1997 in AZUR, 2014).

2. Description générale des zones humides :

2.1. Composition d'une zone humide :

Sur le plan structural, les zones humides font partie d'un bassin versant, qui est l'ensemble d'un territoire drainé par un cours d'eau et ses affluents. Ces derniers sont de vastes systèmes hydrologiques au sein desquels l'eau s'écoule vers un même point, soit un lac ou un océan.

En général, les zones humides se composent de trois parties (figure 1):

La première comprend des zones sèches qui se situent dans les terres hautes, c'est un système terrestre qui abrite des arbres, des plantes herbacées et de nombreux autres types de végétations terrestres.

La deuxième partie est constituée d'une zone riveraine, il s'agit d'une lisière plus ou moins inondée entre les terres hautes et le plan d'eau.

Et la troisième partie est composée exclusivement d'eau, c'est la zone aquatique, celle-ci peut être profonde et comporte une grande superficie d'eau libre, garnie de grande variété de plantes aquatiques adaptées au type d'habitat humide (SAIFOUNI A, 2021)

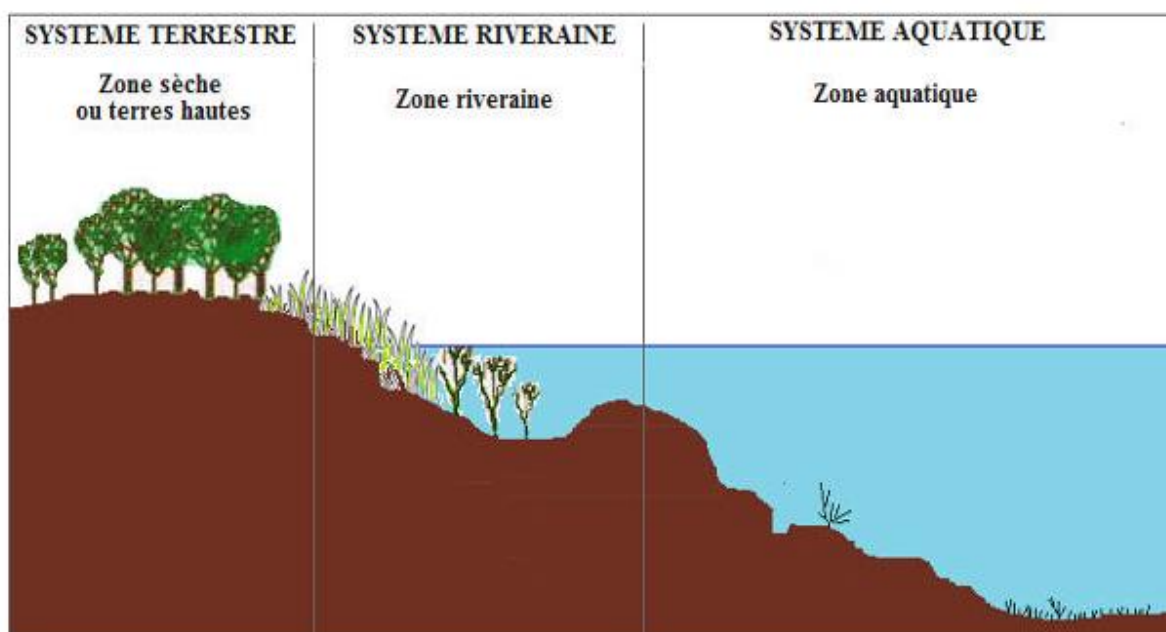


Figure 1 Composition d'une zone humide typique (SAIFOUNI A, 2020)

2.2.Caractéristiques générales des zones humides :

Les zones humides représentent des espaces aux multiples facettes, dont les caractéristiques et la perception évoluent au fil du temps. L'eau constitue l'élément central et fondateur de ces milieux, jouant un rôle déterminant dans leur formation et leur dynamique écologique.

Selon SAIFOUNI (2009), une zone humide est généralement caractérisée par plusieurs paramètres, à savoir :

1- La localisation de la zone humide :

Zone humide continentale / terrestre (à l'intérieur des terres).

Zone humide marine / côtière (en relation avec la mer).

2- La nature de la zone humide :

Zone humide Naturelle.

Zone humide Artificielle (crée ou modifiée par l'homme).

3- La stabilité de l'eau :

Zone humide à Eaux stagnantes (dormantes).

Zone humide à Eaux courantes.

4- La permanence de l'eau ou la durée de submersion (inondation) :

Zone humide permanente.

Zone humide temporaire.

5- La profondeur ou le niveau d'eau :

Zone humide à profondeur élevée.

Zone humide à profondeur faible.

Zone humide à profondeur variable.

6- Fonctionnement hydrologique

Les apports d'eau dans la zone humide (modes d'alimentation en eau) :

- les précipitations. - les eaux de surface. - les eaux souterraines.

Les sorties d'eau dans la zone humide :

- Atmosphère. - Transferts superficiels. - Transferts souterrains.

7- La qualité de l'eau ou le degré de la salinité de l'eau :

Zone humide douce.

Zone humide saumâtre.

Zone humide salée.

8- Le pH des eaux :

PH neutre.

PH acide.

PH basique ou alcalin.

9- La composition en matière nutritive :

Zones humides organiques.

Zones humides minérales.

10- La texture du sol.

Sols sableux.

Sols limoneux.

Sols argileux.

11- Le climat / étage bioclimatique / pluviométrie.

12- Le relief (pente).

13- La région biogéographique (secteur biogéographique).

14- Présence ou absence de végétation hygrophile.

15- Présence ou absence d'une faune adaptée aux milieux humides.

Parmi les paramètres précédents :

2.2.1. Caractéristiques hydrologiques des zones humides :

Le fonctionnement des zones humides lié à la présence d'eau, implique des connexions complexes avec les milieux adjacents qui participent souvent à leur alimentation en eau. ALLOUT(2013)

Concernant la provenance de l'eau dans les zones humides, on peut distinguer trois types principaux d'alimentation en eau : sous forme de pluie ou de neige, qui peuvent alimenter les zones humides de façon plus ou moins importante, ou les eaux de surface ou les écoulements souterrains.

2.2.2. La composition en matière nutritive :

- Les zones humides organiques : elles renferment moins d'eau libre que les milieux humides minéraux, avec un sol qui comporte une grande quantité de tourbe ou de matière végétale.

Les zones humides minérales : ils se caractérisent par des sols et des eaux libres riches en minéraux et une vie animale et végétale abondante.

3. Fonctions des zones humides :

3.1.Fonctions hydrologiques :

En stockant et transférant l'eau qui les traverse, les zones humides constituent de véritables éponges à l'échelle du bassin versant. Ainsi, elles assurent d'importantes fonctions hydrologiques comme la régulation naturelle des inondations, la diminution des forces érosives, le soutien des cours d'eau en période d'étiage et la régulation des vidanges des aquifères. ANNANI (2013)

3.2.Fonctions épuratrices :

Le passage de l'eau dans les zones humides permet à ces dernières d'assurer des fonctions épuratrices ou biogéochimiques comme la rétention de matières en suspension, la transformation et la consommation des nutriments et des toxiques et le stockage du carbone. Ainsi, elles ont un rôle de filtre fondamental pour la qualité de l'eau. En effet, au sein des zones humides, des processus complexes de fixation dans les sédiments, de stockage dans la biomasse végétale et de transformations bactériennes permettent des abattements de concentrations de nutriments (matières organiques, nitrates, phosphore) et de composés toxiques des eaux

polluées (pesticides, PCB, HAP, solvants, métaux lourds, etc.). FUSTEC et FROCHOT (1996) ; SKINNER et ZALEWSKI (1995),

3.3.Fonctions écologiques :

D'un point de vue écologique, les zones humides sont des écosystèmes riches et complexes, qui offrent des conditions de vie favorables à de nombreuses espèces. En effet, bien qu'elles ne représentent que 5 à 10 % du territoire, elles abritent 35 % des espèces rares et en danger. En France, la moitié des oiseaux et un tiers des espèces végétales dépendent de leur existence. De plus, ces milieux permettent une importante production de biomasse et jouent un rôle primordial de corridor écologique. BARNAUD (2006),

3.4.Fonctions pédologiques :

Les zones humides jouent également un rôle dans la stabilisation et la protection des sols, la végétation adaptée à ce type de milieu fixant les berges et les rivages, et participe ainsi à la protection des terres contre l'érosion. Ce rôle est particulièrement significatif et bien connu dans le cas des mangroves (DUGAN, 1992)

4. Menaces et dégradation :

Malgré leur importance écologique, les zones humides sont parmi les écosystèmes les plus menacés de la planète. Depuis le début du XXe siècle, plus de 50 % des zones humides mondiales ont été détruites ou dégradées, principalement en raison du drainage agricole, de l'urbanisation, de la pollution, de la surexploitation des ressources et des effets du changement climatique. Leur disparition entraîne une réduction drastique de la biodiversité, une augmentation des risques d'inondation et une perturbation du cycle hydrologique (Gardner & Finlayson, 2018 ; Ramsar Convention Secretariat, 2019).

5. Situation géographique et répartition :

5.1.Dans le monde :

Les premières estimations disponibles suggèrent que les zones humides couvrent environ 6 % des surfaces continentales (figure 2), représentant une superficie de 8,6 millions de km² (Chekchaki, 2012). Une première évaluation de leur distribution à l'échelle mondiale a été établie en tenant compte des différentes zones climatiques



Figure 2 Répartition des zones humides mondiales (International Wetlands, 2012)

5.2. En Méditerranée :

Les zones humides du bassin Méditerranéen (figure 2) partagent des caractéristiques similaires, du fait de leur climat, de leur topographie et de leur géologie, ainsi que des particularités liées à la Mer Méditerranée (BRITTON et al., 1993).

Cela explique que, dans ces pays, les zones humides doivent faire face à des problèmes semblables. Les zones humides méditerranéennes sont d'une nature très dynamique. Elles peuvent être inondées, soit par intermittence, soit durant une partie de l'année seulement (CAESSTEKER, 2007).

Les paysages typiques des zones humides de cette région comportent des deltas, des lagunes côtières et des marais salés, des lacs et des salines, etc. (PEARCE et al., 1994).

Les zones humides influencées par la marée se limitent aux côtes atlantiques du Portugal, de l'Espagne et du Maroc, ainsi qu'à quelques endroits particuliers, sur la côte méditerranéenne.

5.3. En Algérie :

L'Algérie est dotée d'une législation très dense en matière de conservation des ressources éco biologiques, s'attachant à assurer la préservation de sites présentant des écosystèmes originaux et fragiles, ainsi que la protection d'espèces rares ou menacées pour la plupart endémiques. DGF (2004)

L'Algérie a adhéré à la convention de Ramsar en 1982 par décret n° 82-439, en proposant au classement deux sites sur la liste des zones humides d'importance internationale (lac Tonga et le lac Oubeira, PNEK, Wilaya d'El-Tarf). L'Algérie a actuellement 50 sites inscrits sur la liste des zones humides d'importance internationale (Sites Ramsar) localisés dans 27 Wilayas

Saïfouni & Bellatreche (2020) proposent une nouvelle classification basée sur 92 habitats humides, adaptée aux spécificités de la région méditerranéenne. La répartition régionale met en évidence des disparités importantes :

Region écologique	Nb de sites	Wilaya dominante
Nord-Est	1 585	Skikda (342), Jijel (266), Annaba (249)
Nord-Centre	1 479	Bejaia (257), Alger (225), Tipaza (181)
Hauts-Plateaux	1 095	Batna (147), Djelfa (132), Sétif (95)
Sud (Sahara)	660	Adrar (314)
Nord-Ouest	585	Oran (144), Tlemcen (112), Ain Temouchent (111)

L'Algérie compte 50 sites Ramsar couvrant 3 032 813 hectares. Ces sites représentent une remarquable diversité d'écosystèmes : lacs salés et saumâtres des hauts-plateaux (chotts, sebkhas, garâtes), zones humides côtières, complexes lagunaires, ilots et réserves marines.

6. Richesse floristique des zones humides :

Les zones de Chotts et Sebkhas sont caractérisées par des conditions édaphiques et climatiques particulièrement contraignantes, notamment une forte teneur en sel des eaux et des sols, une évaporation intense et de faibles précipitations. Ces paramètres limitent considérablement le développement de la flore, toutefois une végétation steppique halophile adaptée à ces conditions y a réussi à s'établir. (DEMNATI, 2013)

La flore halophile :

Le terme *halophyte*, issu du grec halos (sel) et phyton (plante), a été introduit en 1809 par Peter Simon Pallas. Il désigne tout végétal en contact avec des concentrations anormalement élevées de sel, qu'il s'agisse de végétation marine, de plantes de bords de mer, de déserts, ou de marais et lacs salés.

Sur le plan taxonomique, il convient de distinguer deux catégories fonctionnelles :

Les **halophytes facultatives**, capables de tolérer des accumulations importantes de sel tout en se développant normalement sur sols non salés, telles que certaines espèces d'*Atriplex*, et les **halophytes obligatoires**, qui ne peuvent accomplir leur cycle de développement qu'en présence de fortes concentrations salines, à l'instar des salicornes (DEMNATI, 2013).

DEMNATI (2013), signale que les formations halophiles sont étendues de l'ouest à l'est jusqu'à la région désertique saharienne, ils s'installent sur du sol salé sec, humide ou submergé. Les espèces les plus répandues sont représentées par la famille de Chénopodiacées, Zygophyllacées qui poussent sur sol salé un peu sec

Au niveau de ces zones on trouve d'autres espèces comme *Arthrocnemum marcrostachyum*, *Halocnemum strobilaceum* Marsch, qui peuvent constituer une ressource fourragère importante pour l'élevage ovin au niveau des grands Zahres et du chott El Hodna (DEMNATI, 2013). Notamment, (ABDELKEFI et al., 2004) soulignent que l'*Atriplex* sp., *Salsola* sp., *Traganum* sp., *Arthrocnemum* sp., constituent les principales espèces du couvert végétale des steppes halophiles.

A ce titre d'autres espèces halophiles des Chotts et Sebkhass, qui sont d'intérêts écologiques telles que, *Malcolmia arenaria*, *Ononis antennata* ont été signalé comme des espèces rares et endémiques en Algérie et au Maroc (HAMMADA *et al.*, 2004). En effet, (KHAZNADAR et al., 2009), montrent la présence de six espèces endémiques à savoir, l'*Astragalus armatus*, *Frankenia thymifolia*, *Helianthemum helianthemoides*, *Herniaria mauritanica*, *Hieracium amplexicaule* et *Melilotus indica* au niveau du chott El Beïda. L'utilisation de prés salés pour le pâturage est très fréquente dans la Méditerranée (DEMNATI, 2013).

Dans ce contexte, (CHAIB et al., 2000) montrent que les espèces halophiles vivaces présentent des parcours pour le dromadaire mais elles sont faiblement acceptées par les troupeaux ovins et caprins, de même (CHEHMA, 2005), confirme que ces formations végétales, telles que *S. fruticosa* constituent le seul pâturage permanent et disponible pour l'élevage camelin). Par ailleurs (NEDJIMI et DAOUD, 2006), confirme que l'utilisation des plantes halophiles des sols salins pour le pâturage et le fourrage reste la seule solution économique possible dans ces milieux.

7. Richesse faunistique des zones humides :

Sur le plan faunistique, les Chotts et Sebkhas constituent des écosystèmes d'une originalité remarquable. Du point de vue invertébré, ces milieux abritent une faune de crustacés branchiopodes diversifiés, avec 121 espèces recensées en Algérie, appartenant notamment aux ordres Anostraca, Notostraca et Spinicaudata, dont la dynamique est fortement régulée par la salinité. (BOUTIN et al., 2009). (AMAROU AYACHE et al., 2009).

L'avifaune représente la composante faunistique la mieux documentée : ces zones humides jouent un rôle écologique majeur en tant que sites d'hivernage et de reproduction pour de nombreux oiseaux d'eau, le **Flamant rose** (*Phoenicopterus roseus*) étant l'espèce emblématique et dominante de ces milieux. (DE SMET et al., 2007).

La faune mammalienne demeure peu étudiée ; seule la présence du rat des sables (*Psammomys obesus*) est régulièrement signalée. La faune est représentée par plusieurs espèces de reptiles adaptées aux milieux arides, dont *Varanus griseus* et *Cerastes cerastes*. Enfin, l'arthropodofaune est diversifiée, comprenant des représentants de multiples ordres d'insectes et d'arachnides. D.G.F. (2004),

CHAPITRE II

PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

1. Situation géographique

La zone humide de Douaima est localisée au nord-ouest de l'Algérie, au sein de la wilaya d'Aïn Témouchent. Elle se situe au nord-est de la daïra de Hammam Bou Hadjar (figure 4) , à environ 2 km de la Sebkhha d'Oran. DGF (2004) AANNT (2021)

Cette zone est délimitée :

- Au nord par la commune d'El Amria ainsi que la Sebkhha d'Oran,
- À l'ouest par Hassi El Ghella et El Malah,
- À l'est par Aïn El Arbaa,
- Et au sud par El Hessana.

L'ensemble couvre une superficie totale estimée à 11,42 km²

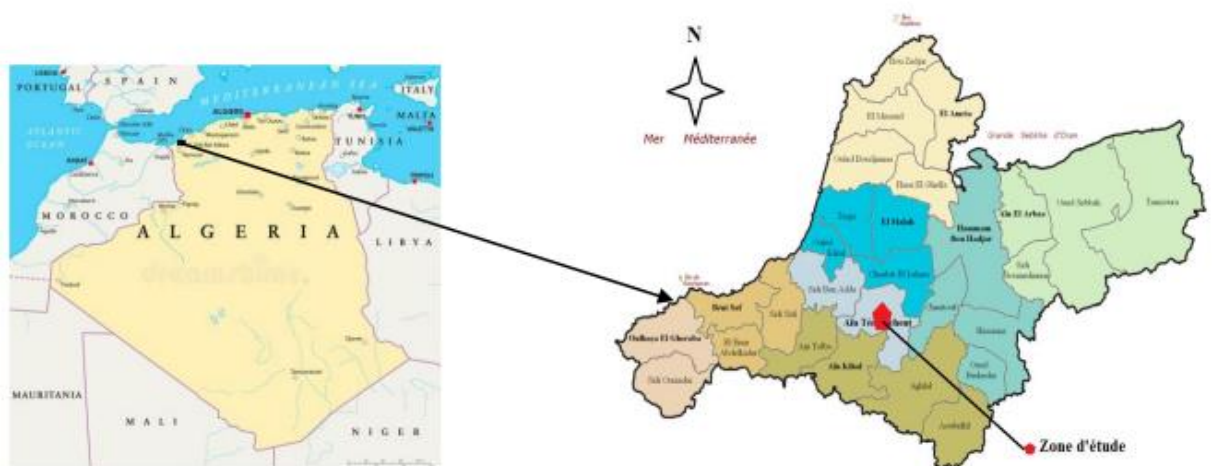


Figure 3 Situation géographique de la zone d'étude. (DPAT, 2020 ; Google Maps, 2024).

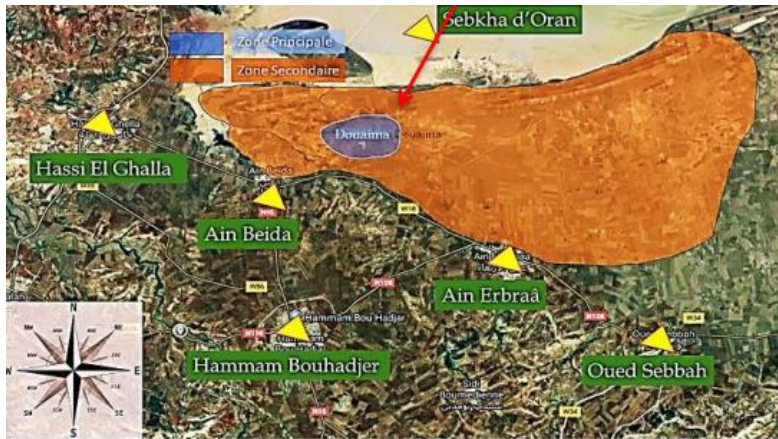


Figure 4 Carte de localisation de la zone (Association. Ehourouk, 2021)

Notre zone d'étude s'inscrit dans la plaine de la M'léta, située au sud-ouest de la ville d'Oran, et couvrant une superficie d'environ 520 km². Elle occupe la partie méridionale du bassin endoréique de la Sebkhia d'Oran.

Cette plaine est délimitée :

- au nord par la Sebkhia d'Oran,
- au sud par les monts du Tessala,
- à l'est par la plaine de Tlelat,
- et à l'ouest par le bassin de l'Oued El Malah.

Selon Boualla et al. (2012), cette configuration géographique confère à la région un fonctionnement hydrologique particulier, caractérisé par un système fermé favorisant l'accumulation des eaux et des sels.

2. Aperçu géologique

La plaine de la M'léta constitue une vaste dépression orientée Est-Ouest, formée essentiellement de dépôts terrigènes issus de l'érosion des reliefs avoisinants, notamment des monts du Tessala, ainsi que de dépôts d'origine éolienne. Elle s'intègre dans le cadre structural du grand sillon occupé par la Sebkhia d'Oran, représentant le prolongement du géosynclinal du Chélif. Ce bassin a été le siège d'une importante sédimentation depuis le Néogène jusqu'au Quaternaire (Pléistocène et Holocène), avec des accumulations pouvant atteindre localement 3000 mètres d'épaisseur (ANRH, 2009).

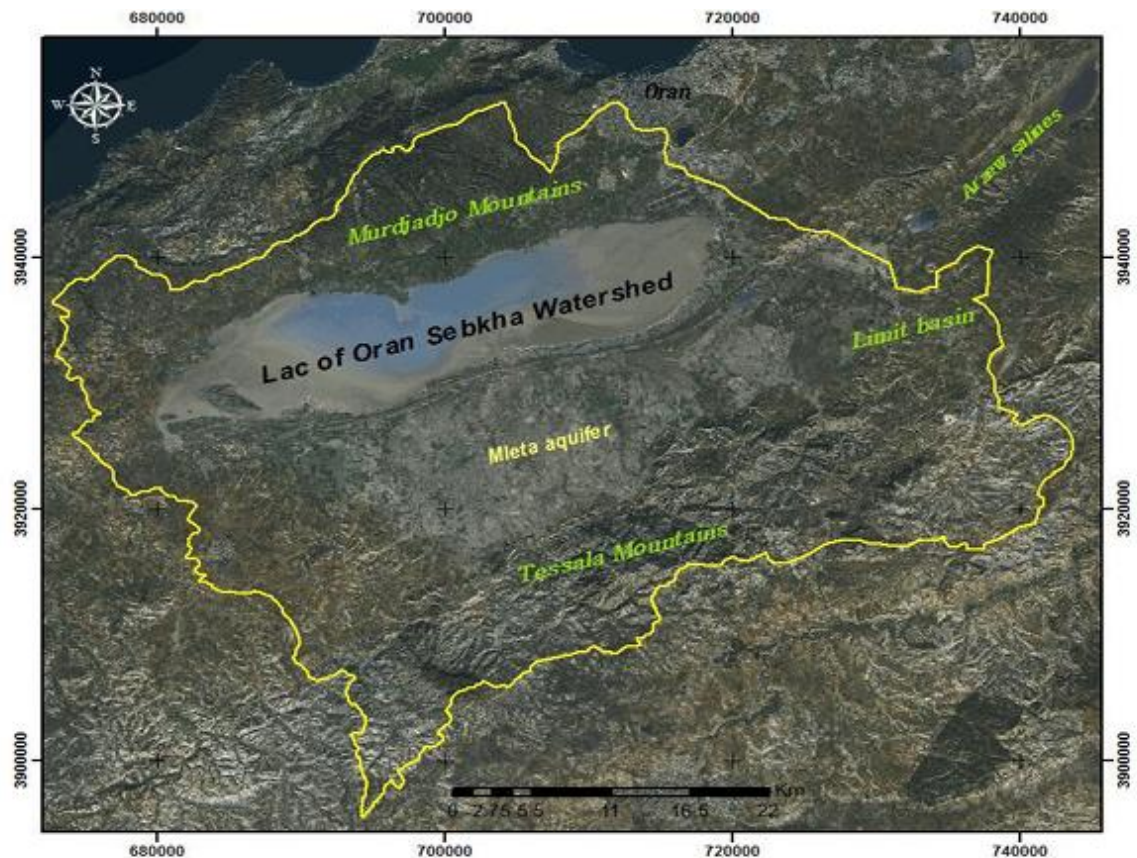


Figure 5 la carte géologique du bassin de la sebkha (Dehni, 2018)

Les reliefs situés au sud de la plaine sont constitués de formations sédimentaires miocènes fortement tectonisées, reposant sur des terrains plus anciens datant de l'Éocène, de l'Oligocène et du Crétacé. D'un point de vue lithologique, cette unité géologique présente une différenciation spatiale nette : la partie sud-ouest est dominée par des grès du Pliocène supérieur (Astien–Plaisancien), tandis que la partie nord-est est caractérisée par des formations schisteuses, calcaires, quartzitiques et calcschisteuses renfermant une faune allant du Jurassique supérieur au Crétacé inférieur. (Bellaredj, 2013)

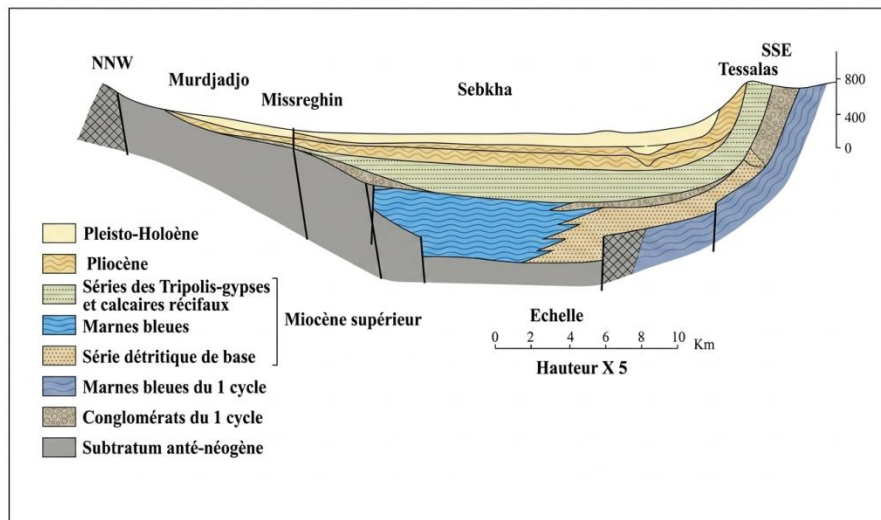


Figure 6 La Carte géologique globale. (Hassani, 1987)

3. La pédologie

La couverture édaphique de la région d'Oranie, incluant la zone de la Sebkhia d'Oran (figure 8), résulte de l'interaction entre plusieurs facteurs actuels tels que le climat, la végétation et l'action anthropozoïque, auxquels s'ajoutent des héritages liés à la géologie et aux fluctuations climatiques quaternaires. Ces conditions ont conduit à la formation de trois grands types de sols : les sols rubéfiés, les encroûtements calcaires et les sols salins (Aimé 1991).

Dans cette région, les sols sont généralement peu profonds et appartiennent majoritairement à la classe des sols calcimagnésiques. Autour des sebkhas, notamment celle d'Oran, on observe la présence de sols salés anciens associés à des formations dunaires. La forte teneur en sels confère à ces sols une structure instable. Ces sols, appelés Solontchak calciques, sont caractéristiques des milieux steppiques à subdésertiques.

La nappe salée de ces sols contient, en plus du chlorure de sodium, une quantité importante de sels de calcium, souvent sous forme de gypse. Le pH de ces sols reste modérément alcalin, ne dépassant généralement pas 8,5 (Moudjari 2006).

4. Hydrologie et Hydrogéologie

La plaine de la M'leta et la sebkha d'Oran comme un grand bassin qui avale toute l'eau de la région, mais au prix d'une salinité qui ronge tout sur son passage. Plus de 40 000 hectares de terres fertiles – des champs et des réserves d'eau souterraine – sont empoisonnés par le sel,

rendant l'agriculture presque impossible sans aide massive (Bellaredj 2016). C'est un vrai casse-tête pour les fermiers locaux, qui voient leurs sols devenir stériles à cause de cette eau saumâtre qui s'évapore et laisse des croûtes blanches partout.

Les rivières et oueds du coin coulent par à-coups, seulement quand il pleut fort. Tout finit par converger vers la sebkha, cette grande cuvette salée. Voici comment ça marche, étape par étape, comme une histoire d'eau rebelle :

Dans les montagnes des Tessala (plus de 670 km² au-dessus de 200 m), l'eau dévale vite sur des sols fins et rocaillieux. Résultat : des crues soudaines, puissantes, qui balaient tout en automne ou hiver – un peu comme un flash mob pluvieux (Bellaredj, 2013)

Puis, en arrivant dans la plaine, l'eau ralentit. Au lieu de filer droit, elle s'infiltre dans le sol pendant les grandes inondations (Boualla et al., 2012). C'est là que la nappe d'eau souterraine de la M'leta se remplit, grâce à trois "sources de vie" principales (Bellaredj, 2013) :

- **La pluie qui s'égoutte** : Elle percolle directement depuis le ciel, le long de tout le bassin de captage.
- **Les oueds torrentiels** : Ils charrient l'eau des montagnes vers des "événements" sableux (cônes de déjection), où elle s'engouffre facilement en période humide.
- **Les infiltrations latérales** : Près de Tafraoui, l'eau suinte des roches calcaires voisines – on le voit sur les cartes, où les lignes d'égale pression (isopièzes) suivent ces roches comme des ombres parallèles.

Mais attention, ce n'est pas partout ! À l'ouest (Tamzourah-Arbal) ou sud-est d'Aïn Larbaa, ces lignes de pression coupent les calcaires à angle droit : zéro apport de là-bas. L'eau reste coincée ou vient d'ailleurs.

La disposition du relief, ainsi que l'abondance des roches imperméables ont combinés leurs effets et ont permis la naissance d'un réseau hydrographique important. (Oudihat, 2011).

Certains sont permanents et ne tarissent jamais en amont. Ils sont représentés par les Oueds Khemis, Mouilah, Isser, Sikkak, et Chouly. D'autres sont temporaires car ne sont pas alimentés par des sources et dépendent donc des précipitations. **(Pearce et Crivelli, 1994)**

La wilaya d'Aïn Témouchent se distingue par sa forte identité agricole. Son territoire est marqué par une prédominance massive de l'activité paysanne, avec **180 994 hectares** de terres cultivables, soit près de **90 %** de sa superficie agricole totale (**203 584 ha**).

L'aptitude des sols, bien que jugée moyenne, présente une diversité de textures favorable à une production variée selon le relief :

- **Zone montagneuse** : Sols **argilo-limoneux**, denses et riches.
- **Plaines intérieures** : Sols **limono-argileux**, offrant un équilibre propice aux grandes cultures.
- **Zone littorale** : Sols **limono-sableux à sablo-limoneux**, légers et bien drainés, idéaux pour le maraîchage.

Aïn Témouchent dispose d'un foncier agricole exceptionnellement disponible, dont la valorisation repose sur une adaptation précise des cultures à la nature variée de ses sols.

D'après les données fournies (DSA 2016), l'économie de la wilaya d'Ain Temouchant est à vocation agricole, caractérisée par une forte population rurale et une répartition en trois zones distinctes :

- **Population rurale** : 140 836 habitants, soit environ 33 % de la population totale.
- **Main-d'œuvre agricole** : Près de 45 000 personnes.
- **Surface Agricole Utile (SAU)** : 180 652 Ha (calculé sur la base des trois zones), répartie comme suit :
 - **Zone des montagnes** : 96 800 Ha (54 % de la SAU).
 - **Zone des plaines intérieures** : 51 638 Ha (28 % de la SAU).
 - **Zone du littoral** : 32 214 Ha (18 % de la SAU).
- **Terres forestières** : 29 556 Ha.

Ces chiffres indiquent une prédominance de l'agriculture de montagne, représentant plus de la moitié de la surface agricole utile de la wilaya d'Ain Temouchant

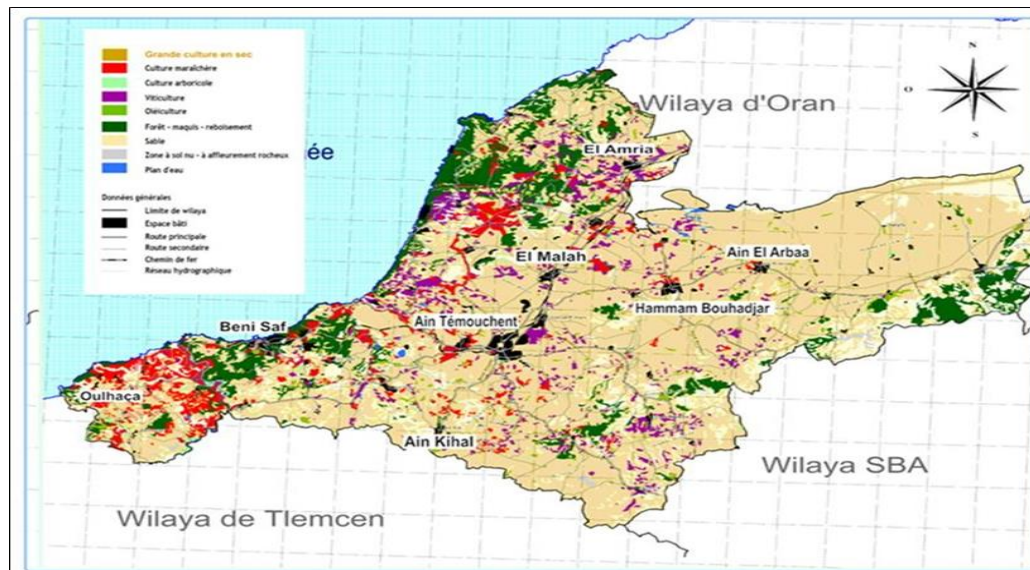


Figure 7 La Carte occupation des sols (DSA ; 2016)

CHAPITRE III

ANALYSE BIOCLIMATIQUE

1. Introduction :

Le climat est l'ensemble des caractéristiques météorologiques d'une région donnée intégré dans le long terme. La nature des climats joue un rôle essentiel pour ajuster les caractéristiques écologiques des écosystèmes (Ramade, 2005)

Le climat est un facteur très important en raison de son influence prépondérante sur la végétation. Présenter la climatologie de la zone d'étude afin de la situer par rapport au contexte climatique général est une nécessité. De nombreux travaux sur la climatologie et la bioclimatologie ont été réalisés sur l'Algérie:(Alcaraz ,1969-1980) dans son étude sur la végétation de l'Ouest Algérien où il effectue une étude très complète des variations spatiales du climat de la région, (Aimé ,1991),(Hadjadj ,1995), Benabadji et Bouazza(2000).

2. Analyse des données climatiques :

Plusieurs facteurs fondamentaux influents sur les caractéristiques climatiques de la région qui sont ; la situation géographique, l'exposition et l'altitude. Les données météorologiques,période de 25 ans , allant de 1980 à 2025 renseignent sur les précipitations P(mm) et des températures T(c°) Moyennes Mensuelles et Annuelles . Les données météorologiques exploitées sont celles de site web <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>. Les valeurs sont regroupées dans les Tableaux n°1 ´ et n°2.

Tableau 1 Moyennes mensuelles des précipitations(P) et des températures(T) de la période (1980-1990)

Month	Janv	fev	mars	avr	mai	juin	juil	aut	sep	oct	nov	Dec
M	12.98	14.63	16.09	18.96	21.47	26.77	30.35	30.57	27.79	23.26	17.62	13.83
m	5.43	6.66	8.48	10.11	13.17	17.57	19.89	20.59	18.75	15.14	10.81	7.07
p	58.91	47.05	34.73	29.76	31.15	10.78	1.85	3.19	12.10	23.75	53.83	64.45
t	9.20	10.65	12.29	14.53	17.32	22.17	25.12	25.58	23.27	19.20	14.22	10.45

Tableau 2 Moyennes mensuelles des précipitations(P) et des températures(T) de la période(2000-2025)

Month	Janv	fev	mars	avr	mai	juin	juil	aut	sep	oct	nov	dec
M	19.81	20.90	23.46	25.19	28.08	31.41	34.05	34.23	31.61	29.20	24.78	20.86
m	8.07	8.77	9.24	11.58	13.86	17.43	20.78	22.02	19.55	15.91	11.85	9.35
p	46.04	38.42	37.22	41.42	29.72	7.62	4.04	7.95	21.83	35.77	56.96	43.98
t	13.24	13.62	15.07	16.82	19.58	23.00	26.00	26.75	24.19	21.42	17.04	14.44

2.1. Précipitations :

Les précipitations sont les quantités de pluie enregistrées en un lieu donné (DUBIEF, 1950). C'est un facteur écologique d'importance fondamentale (RAMADE, 1984),

La pluviosité, considérée sous son aspect quantitatif, est généralement exprimée par la moyenne annuelle des précipitations. Elle représente un paramètre fondamental pour la caractérisation du climat (Le Houérou, 1969 ; Celles, 1975). Les variations de certains éléments climatiques, notamment l'évapotranspiration et la durée de la période sèche, dépendent largement de cette moyenne annuelle. Ainsi, une baisse des précipitations se traduit par une intensification de l'évapotranspiration et un prolongement de la saison sèche (Le Houérou et Hoste, 1977). Ces observations ont amené plusieurs chercheurs à considérer la pluviométrie moyenne annuelle comme un indicateur clé du climat. À ce titre, Djebaili (1978) souligne que la pluviosité constitue un facteur déterminant dans la classification des types climatiques. Elle joue un rôle essentiel dans la distribution et la pérennité du couvert végétal, tout en influençant les processus de dégradation des milieux naturels, notamment l'érosion, qui s'accroît particulièrement au début du printemps.

La comparaison des précipitations mensuelles entre l'ancienne période et la période récente (2000–2025) (tableau 1, 2) met en évidence des variations significatives dans leur répartition et leur intensité.

Globalement, les deux périodes présentent un régime pluviométrique de type méditerranéen, caractérisé par une concentration des précipitations durant les saisons froides et une sécheresse estivale marquée. Cependant, des différences notables apparaissent au niveau des quantités enregistrées.

Durant l'ancienne période (tableau 1), les précipitations hivernales sont plus élevées, notamment en janvier (58,91 mm) et en décembre (64,45 mm), comparativement à la période récente (tableau 2) où elles diminuent légèrement (46,04 mm en janvier et 43,98 mm en décembre). Cette baisse suggère une tendance à la réduction des apports pluviométriques hivernaux.

En revanche, certaines valeurs automnales, notamment en novembre, restent relativement élevées et comparables entre les deux périodes (53,83 mm contre 56,96 mm), indiquant une certaine stabilité des pluies automnales.

Au printemps, les précipitations montrent une variabilité modérée, avec une légère augmentation en avril durant la période récente (41,42 mm contre 29,76 mm), traduisant un possible déplacement du régime des pluies vers cette saison.

Concernant la saison estivale, la sécheresse demeure marquée dans les deux périodes, avec des valeurs très faibles, voire quasi nulles, notamment en juillet (1,85 mm pour l'ancienne période contre 4,04 mm pour la période récente). Cela confirme la persistance d'un été sec typique du climat méditerranéen. Ainsi, cette comparaison met en évidence une tendance générale à la diminution des précipitations hivernales et à une redistribution saisonnière des pluies, tout en conservant les caractéristiques fondamentales du régime méditerranéen.

2.1.1. Régime saisonnier :

Le régime pluviométrique est aussi considéré comme un élément caractéristique du climat.

Pour le végétal, la répartition des pluies est plus importante que la quantité pluviométrique annuelle. L'eau qui lui est utile est celle qui est disponible durant son cycle de développement (Achour, 1983).

Le régime pluvial est généralement décrit à travers sa répartition saisonnière, L'analyse met en évidence un régime pluviométrique saisonnier de type HAPE pour la période récente, et de type HPAE pour la période ancienne (Tableau 3).

Pour les deux périodes(1980- 1990) et (2000-2025), on observe que les précipitations sont particulièrement abondantes dans la zone d'étude durant l'hiver (figure 10), qui constitue la saison la plus arrosée. Les apports du printemps et de l'automne demeurent également significatifs, tandis que l'été se caractérise par un minimum pluviométrique. Cette répartition

traduit une forte variabilité saisonnière des précipitations, considérée comme une caractéristique majeure du climat méditerranéen (Emberger, 1930 ; Daget, 1977).

Selon Corre (1961), l'importance des pluies d'automne et de printemps conditionne le développement de la végétation : lorsque ces précipitations sont suffisantes, elles favorisent une croissance florissante ; en revanche, une faible pluviométrie durant ces saisons entraîne un développement végétal limité.

Tableau 3 Variation saisonnières de la station de Douaïma dans les deux périodes :AP (1980-1990) et NP (2000-2025)

Station		Régime saisonnier			
AP	Hiver	Printemps	Été	Automne	Types
	170,41	95,64	15,82	89,68	AHPE
NP	128,44	108,36	19,01	115,56	HAPE

AP : anciennes période.

NP :nouvelles périodes.

H : hiver (Décembre, Janvier, Février)

P z: printemps (Mars, Avril, Mai,)

E : été (Juin, Juillet, Aout,)

A : automne (Septembre, Octobre, Nov**embre**).

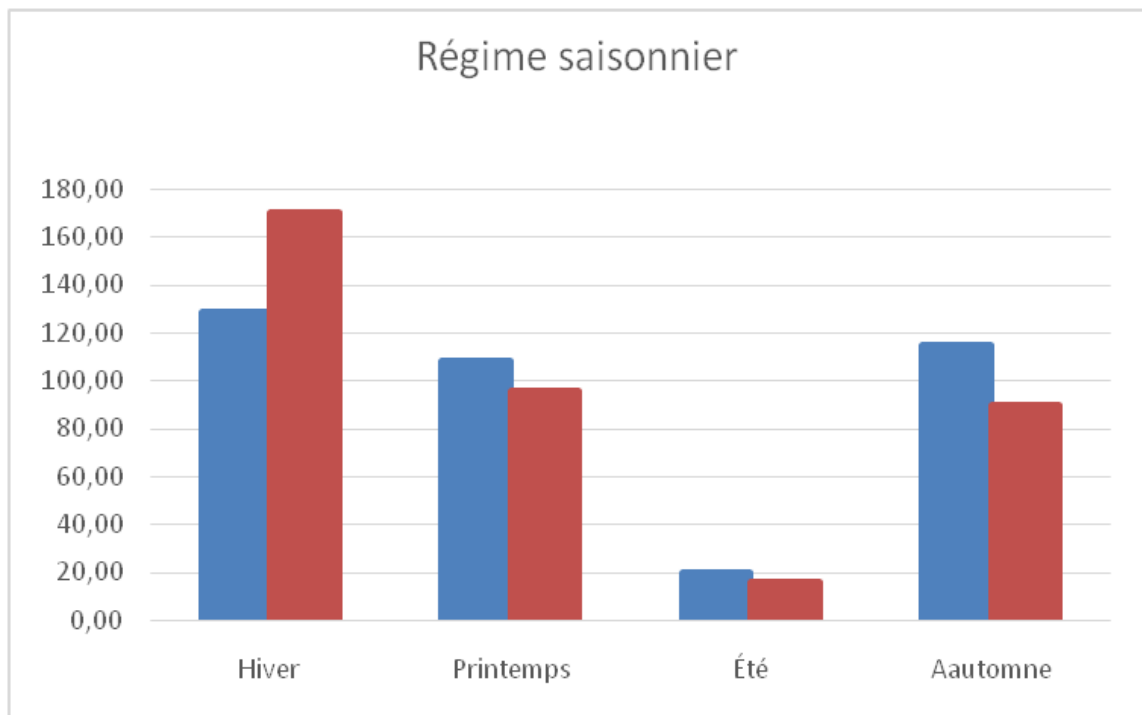


Figure 8 Diagramme de Régime saisonnier des deux périodes AP/NP de la zone d'étude

2.1.2. Régime mensuel :

Les précipitations sont relativement importantes durant la période hivernale, avec des valeurs comprises entre environ 30 et 45 mm de janvier à mars (figure 11). Une légère baisse est observée au printemps, notamment en avril et mai, annonçant le début de la période sèche.

La saison estivale (juin, juillet et août) se caractérise par une chute très marquée des précipitations, atteignant des valeurs quasi nulles, ce qui traduit une sécheresse estivale intense.

À partir du mois de septembre, les précipitations augmentent progressivement, marquant le début de la reprise pluviométrique. Cette augmentation devient plus nette en octobre pour atteindre un maximum en novembre (environ 55 à 60 mm) (figure 11), correspondant au pic pluviométrique annuel. Une légère diminution est ensuite enregistrée en décembre.

Ainsi, ce régime mensuel est caractérisé par :

- une **période humide** s'étendant de l'automne à l'hiver (octobre à mars),
- une **période sèche** bien marquée en été (juin à août),
- et des **périodes de transition** au printemps et en début d'automne.

En conclusion, ce régime correspond à un **régime pluviométrique méditerranéen**, caractérisé par une concentration des pluies en saison froide et une sécheresse estivale prononcée.

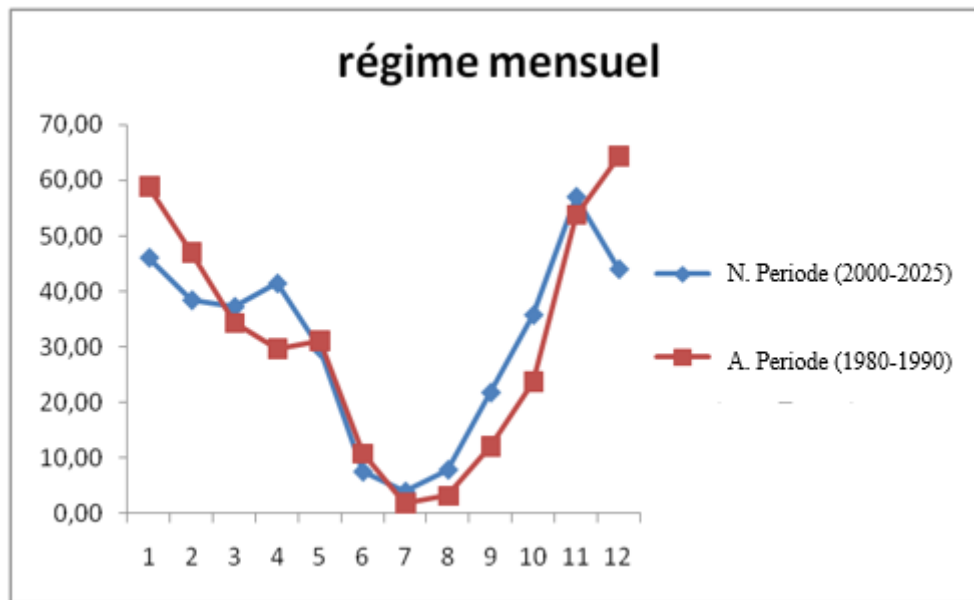


Figure 9 Régime Mensuel des deux périodes AP/NP.

2.2. Température :

la **température** est identifiée comme un **facteur écologique fondamental**, agissant directement sur le métabolisme, la répartition et le comportement des organismes vivants, en particulier les insectes.(Dajoz,1985)

La température est le second facteur constitutif du climat, leur important influe sur le développement de la végétation. Ce sont les températures extrêmes plus que les moyennes qui ont une influence sur la végétation, sauf si elles sont exceptionnelles et de courte durée (Dajoz,1985).

Pour étudier la température, Djebaili ,(1984) propose de prendre en considération au moins quatre variables :

- m : Moyennes des températures minimales (°C).
- M : Moyennes des températures maximales (°C).
- $(M+m)/2$: Températures moyennes (T moy) (°C).
- $(M-m)$: L'amplitude thermique.

2.2.1. Moyenne des températures minimales du mois le plus froid « m » :

Les minima thermiques « m » représentent l'intensité ainsi que la durée de la période critique des gelées (Emberger, 1930). Pour Sauvage (1961), ils permettent de caractériser le repos hivernal, défini par des températures inférieures à 3 °C. De son côté, Hadjadj Aouel (1995) considère que la saison froide correspond à la période de l'année où les températures sont les plus basses, avec des moyennes thermiques inférieures à 10 °C.

Pour notre zone d'étude, Janvier est le mois le plus froid, avec des températures minimales variant entre 5.43°C pour l'ancienne période, et avec 8.07°C pour la nouvelle période.

2.2.2. Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud « M »

La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud « M » se joignent au déficit hydrique de la période estivale pour accentuer l'aridité des milieux (Aimé, 1991). Elles représentent aussi un facteur limitant pour certains végétaux.

Pour notre zone d'étude les températures sont assez élevées durant la saison sèche ; les maximas thermiques sont enregistrés le mois d'Aout avec 30.57°C pour l'ancienne période et avec 34.23°C pour la nouvelle période.

En comparant les deux périodes, on observe une augmentation généralisée des températures moyennes pour chaque mois de l'année.

1. Analyse des écarts thermiques

L'augmentation des températures est marquée dans quelques mois comme suit :

- Janvier : Passe de 9.20 °C à 13.24 °C (une hausse de +4.04 °C).
- Juillet : Passe de 25.12 °C à 26.00 °C (une hausse de +0.88 °C).
- Août (le mois le plus chaud) : Passe de 25.58 °C à 26.75 °C (une hausse de +1.17 °C).
- Décembre : Passe de 10.45 °C à 14.44 °C (une hausse de +3.99 °C).

2. Observations principales

- Réchauffement global : Toutes les valeurs de la période récente (2000-2025) sont supérieures à celles de la période ancienne (1980-1990).

- Hausse marquée en hiver : On remarque que l'augmentation est particulièrement forte durant les mois d'hiver (janvier, février, décembre), où l'écart dépasse souvent les 3 °C ou 4 °C.

- Élévation des maximales (M) et minimales (m) : Les températures maximales moyennes (M) ont également fortement augmenté, atteignant désormais plus de 34 °C en été (juillet/août), contre environ 30 °C auparavant.

La période 2000-2025 est nettement plus chaude que la période 1980-1990. Ce changement témoigne d'une évolution climatique significative dans cette région, marquée par des étés plus caniculaires et des hivers beaucoup plus doux.

2.2.3. Amplitude thermique :

Tableau 4 Amplitude Thermique de l'ancienne et la nouvelle période

Station	M-m	Type de climat
(1980)-(1990)	25,14	Climat semi-continental
(2000)-2025)	26,16	Climat semi-continental

En comparant entre les deux périodes (Tableau 4) nous remarquons que le type du climat est toujours semi-continental avec une légère augmentation du degré de continentalité pour la période actuelle.

3. Synthèse climatique :

Les deux paramètres, à savoir les précipitations et les températures sont retenus pour cette synthèse bioclimatique. Ils sont très intéressants pour caractériser l'influence du climat de la région et la détermination de la période sèche par l'intermédiaire des diagrammes ombrothermique de (Bagnouls et Gaussen ,1953).

3.1. Indices climatiques :

3.1.1. Indice De Martonne :

L'indice de De Martonne, (1926) est utile pour évaluer l'intensité de la sécheresse.

$$I = P / (T + 10)$$

P : Pluviométrie moyenne annuelle (mm)

T : Température moyenne annuelle (°C)

Tableau 5 Indice de De Martonne. (Ancienne et nouvelle période)

Station	P(mm)	T C°	I(mm/C°)
(1980)-(1990)	371,55	17	13,76
(2000)-(2025)	370,97	19,2	12,70

Tableau 6 valeurs de l'indice d'aridité (Guyot,1999)

Valeur de indice	Type de climat
0<I<5	Hyper aride
5<I<10	Aride
10<I<20	Semi-aride
20<I<30	Semi-humide
30<I<50	Humide

Le résultat du calcul de l'indice de De Martonne de la zone de Douaïma balancent entre 10 et 20, et selon l'abaque d'aridité, on a un régime semi-aride, avec $P = 371,55\text{mm}$,

$T = 17^{\circ}\text{C}$ le $I = 13.76$; pour l'ancienne période, et pour la nouvelle période $P = 370,97\text{mm}$, $T = 19,2^{\circ}\text{C}$ donc $I = 12,70$ (tableau 5)

Le climat de la région de la zone d'étude est donc de type semi-aride. Après la comparaison de l'indice de De Martonne (tableau 5) pour les deux périodes on peut relever une certaine tendance du climat à l'aridité d'une façon générale.

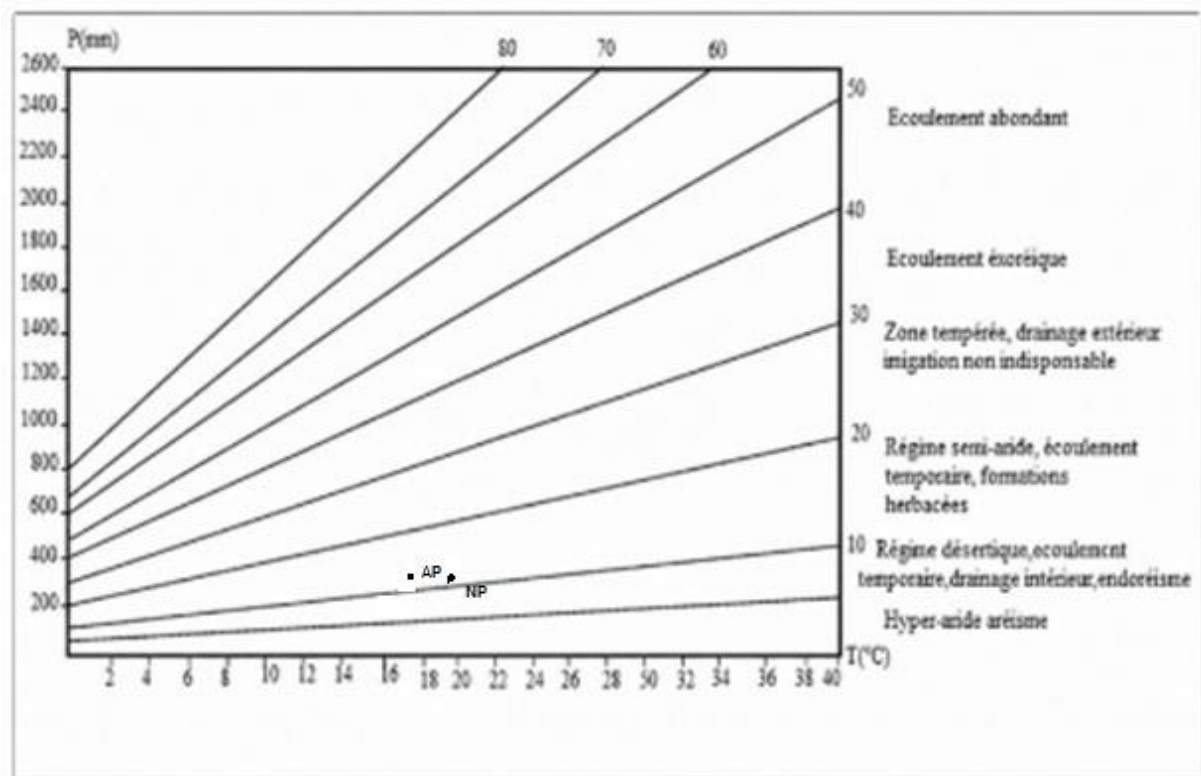


Figure 3 indice d'aridité de Martonne

4.1.2. INDICE XEROTHERMIQUE DE BAGNOULS ET GAUSSEN (1953-1957):

Bagnouls et Gaussen, (1953) ont établi le digramme ombrothermique à partir de la formule

$$P = 2T$$

P : Exprime les précipitations en mm du mois considéré

T : Exprime les températures en degré Celsius durant le même mois considéré.

L'étude du facteur « sécheresse » a une grande importance surtout pour la végétation, qui pendant la saison sèche subit de profondes perturbations par exemple une accélération de l'évapotranspiration potentielle qui conduit à un assèchement (Aafi, 2007).

La longueur de la saison sèche est généralement corrélative de son intensité ;

mais il existe d'importantes différences selon que cette saison sèche annuelle est continue ou non ; c'est-à-dire selon que le régime pluviométrique annuel est monomodal, bimodal multimodal (Le Houérou, 1989-1995)

La quantification de la sécheresse climatique a été précisée par l'établissement des diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen (1953-1957), où figurent, pour chaque mois, la courbe des précipitations et celle des températures moyennes multipliées par deux.

Un mois sec est défini comme un mois où le total des précipitations (P) exprimé en millimètres est égal ou inférieur au double de la température moyenne (T) du mois exprimée en degrés centigrades : $P < 2T$ (Unesco-Fao, 1963)

La période sèche est la suite successive des mois secs ainsi définis

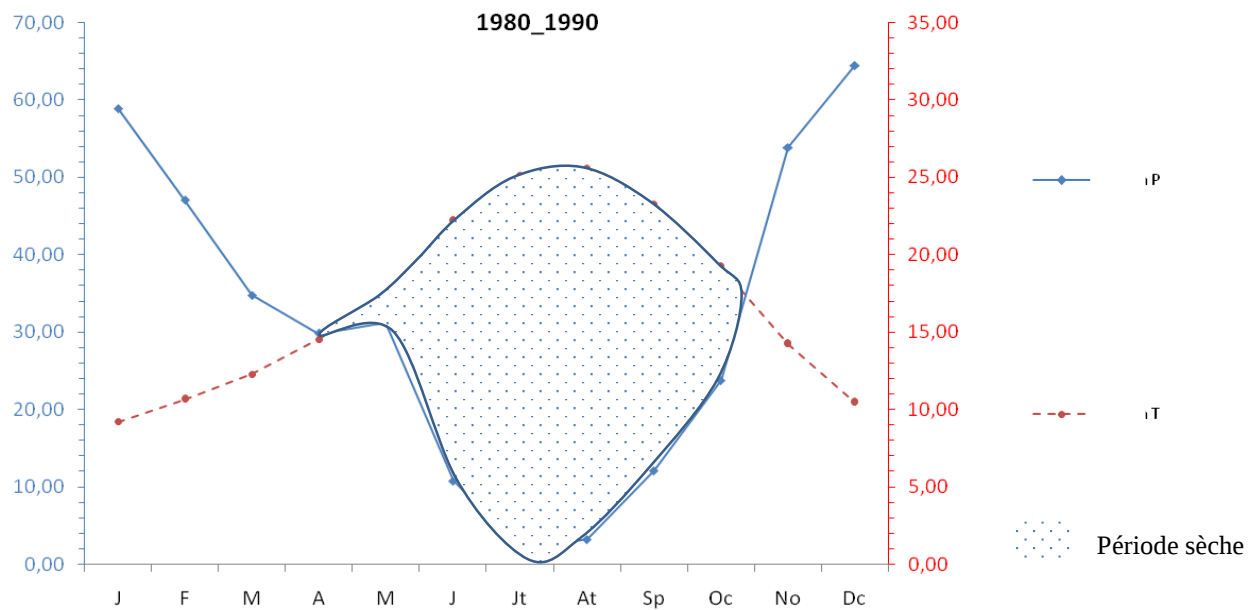


Figure 4 Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen pour l'ancienne période (1980-1990)

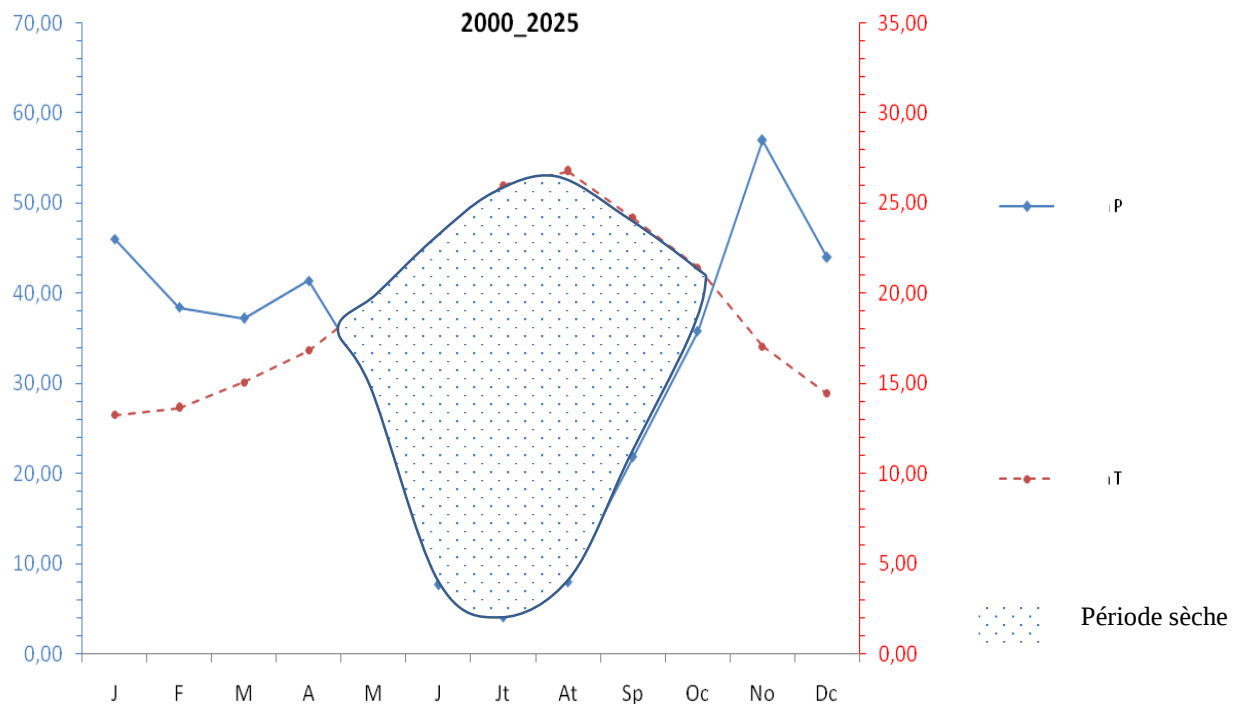


Figure 5 diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen pour la nouvelle période (2000-2025)

La figure n°13 de diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen montre que la durée de la saison sèche, pour l'ancienne période, s'étale du mois Avril jusqu'à le mois d'octobre, avec environ 6 mois et demi. Dans la nouvelle période (La figure n°14) nous avons enregistré un petit décalage de la période de sécheresse à partir du mois de mi-avril jusqu'à la mi-octobre.

4.2. Le quotient pluviothermique d'Emberger:

Emberger (1942) a établi un quotient pluviothermique « Q2 » qui est spécifique au climat méditerranéen. Il est le plus utilisé en Afrique du Nord. Le diagramme correspondant permet de déterminer la position de chaque station météorologique et de délimiter l'aire bioclimatique d'une espèce ou d'un groupe végétale. Ce quotient a été formulé de la façon suivante :

$$Q2 = 2000 P / M^2 - m^2$$

Q2: Quotient pluviothermique

P : Précipitations moyennes annuelles en mm

M : Moyenne des maximums thermiques du mois le plus chaud en degré kalvin

m : Moyenne des minimums thermiques du mois le plus froid en degré kalvin.

Tableau 7 valeurs de Q₂ d'Emberger et les étages bioclimatiques (Ancienne et nouvelle période).

Station	P (mm)	M (k)	m(k)	M °C	m °C	M-m	Q ₂	Étage bioclimatique
(1980)- (1990)	371,55	303,5	278,2	30,30	5,00	25,30	50,49	Semi-aride à hiver doux
(2000- 2025)	370,97	307,43	281,27	34,23	8,07	26,16	48,18	Semi-aride à hiver chaud

Selon Emberger (1955), le quotient Q₂ constitue un indicateur synthétique permettant de caractériser le degré d'humidité d'un climat en tenant compte simultanément des précipitations annuelles et des températures extrêmes. Il est largement utilisé dans les régions méditerranéennes pour la détermination des étages bioclimatiques (Daget, 1977).

L'analyse de nos résultats (Tableau 7 et figure 15) met en évidence une évolution des conditions bioclimatiques de la station entre les périodes 1980-1990 et 2000-2025.

Les résultats montrent que le quotient d'Emberger diminue de 50,49 à 48,18, traduisant une légère augmentation de l'aridité climatique. Cette diminution est principalement attribuable à l'augmentation des températures, alors que les précipitations annuelles demeurent pratiquement stables (371,55 mm contre 370,97 mm). En effet, la température maximale moyenne du mois le plus chaud (M) passe de 30,30 °C à 34,23 °C, tandis que la température minimale moyenne du mois le plus froid (m) augmente de 5,00 °C à 8,07 °C.

Cette hausse de la température minimale hivernale entraîne une modification du variant thermique. Ainsi, la station passe d'un étage bioclimatique semi-aride à hiver doux durant la période 1980-1990 à un étage semi-aride à hiver chaud au cours de la période 2000-2025. Selon Quézel et Médail (2003), l'augmentation des températures hivernales constitue l'un des principaux marqueurs des changements climatiques observés dans les écosystèmes méditerranéens et peut entraîner des modifications importantes dans la répartition des espèces végétales.

Selon Le Houérou (1995), l'augmentation des températures associée à une stabilité ou à une diminution des précipitations favorise l'aridification progressive des écosystèmes. Cette évolution se traduit souvent par une modification de la composition floristique au profit d'espèces thermophiles et xérophiles mieux adaptées aux conditions chaudes et sèches.

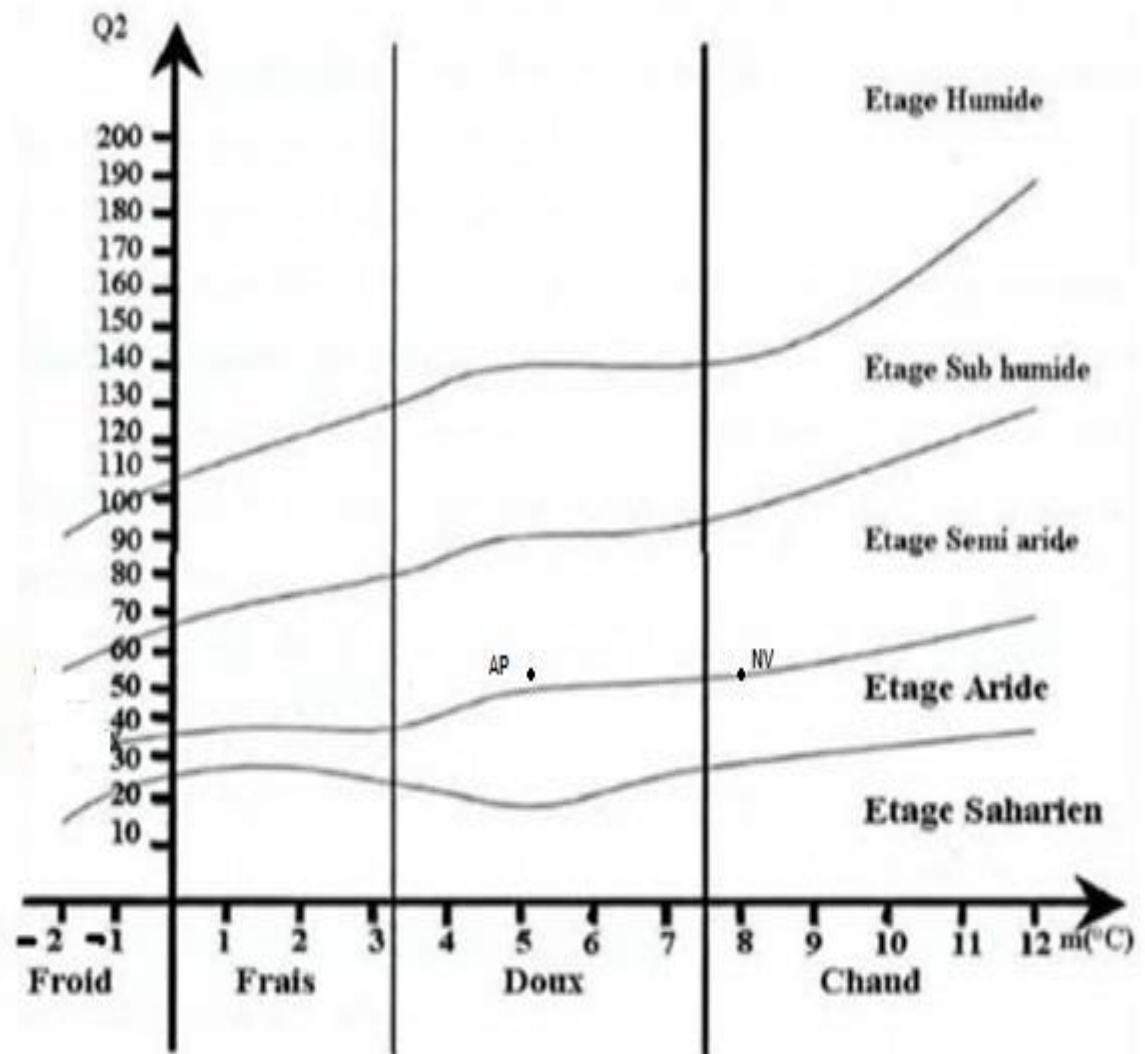


Figure 6 Climagramme pluviothermique d'Emberger

Conclusion

D'après cette analyse bioclimatique menée sur la zone de Douaïma :

La majorité des stations sont situées dans l'étage semi-aride, caractérisées par un hiver doux.

Le régime pluviométrique saisonnier, pour la nouvelle période, est de type HAPE et pour l'ancienne période est de type AHPE

-l'examen du régime mensuel des précipitations montre l'existence d'une période humide irrégulières et une autre sèche estivale ce qui reflète bien les caractéristiques du climat méditerranéen. Cependant le mois de Janvier est le mois le plus froid et Aout est le mois le plus chaud de l'année pour les deux périodes.

-Selon la classification thermique de Debrach (1953), on constate que le climat est de type semi-continental.

-En effet les résultats du calcul de l'indice de De Martonne montrent que le climat est de type semi-aride pour les deux périodes.

-Le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen prouve que la durée de la saison sèche environ 6 mois et 6 mois demi pour l'ancienne et la nouvelle période.

-D'après le climagramme d'Emberger, notre station appartient à l'étage bioclimatique semi-aride à hiver chaud .

-Cette aridité du climat, joue un rôle important dans l'augmentation de la salure du sol et de l'eau de la zone.

CHAPITRE IV

ANALYSE FLORISTIQUE

Introduction

Faisant partie des hotspots de biodiversité mondiale (Myers *et al.* 2000), la région méditerranéenne est considérée comme une région très importante sur le plan floristique (Véla & Benhouhou 2007). De même, la végétation de cette région se caractérise par une diversité paysagère et structurale unique (Quézel & Médail 2003).

C'est le cas de l'Algérie, pays méditerranéen dont la flore et la végétation naturelle sont parmi les plus riches et diversifiées de cette région. En effet, ce pays, notamment sa partie septentrionale, se caractérise par une hétérogénéité édaphique et bioclimatique permettant une multiplicité paysagère et floristique importante (Meddour 2010 ; Miara 2017).

Toutefois, et malgré les efforts des illustres botanistes et phytosociologues parcourant ce pays depuis l'époque coloniale, plusieurs régions demeurent peu connues sur le plan floristique (Quézel & Bounaga 1975). De plus, même au niveau des périmètres les mieux connus, certains écosystèmes particuliers (zones humides, pelouses sèches, falaises, etc.) restent mal explorés (Mansouri 2012 ; Véla 2018).

1. Méthodologie

Les méthodes d'étude de la végétation sont nombreuses. Le choix du type d'échantillonnage dépend de la nature de végétation, type du milieu et de l'objet d'étude.

1.1.Échantillonnage

Pour parvenir à un échantillonnage rigoureux de la végétation des pelouses, nous avons opté pour une méthode subjective au sens de Gounot (1969).

Le choix de localisation des relevés a été fait de manière exhaustive en recherchant les surfaces les plus homogènes et représentatives possibles. En effet, le choix de la station a été fait à l'échelle de la station écologique, les observations se basent sur l'homogénéité et la représentativité de la structure globale de la végétation ; une fois à l'intérieur de la formation, l'observation porte sur une surface floristiquement homogène. Pour réaliser nos relevés, nous avons suivi la méthode phytosociologique stigmatiste classique de Braun-Blanquet (1964, 1979). L'aire minimale calculée est de 64m².

❖ **L'Abondance-Dominance**

Cet indice évalue à la fois le nombre d'individus et l'espace qu'ils occupent (recouvrement) par rapport à la surface totale (Sv) :

5 : Recouvrement supérieur à 70 % de la surface.

4 : Recouvrement compris entre 50 % et 75 %.

3 : Recouvrement compris entre 25 % et 50 %.

2 : Recouvrement d'environ 25 % (élément assez abondant).

1 : Recouvrement entre 5 % et 25 % (souvent utilisé pour des individus abondants mais couvrant peu, ou peu abondants couvrant plus).

❖ **La Sociabilité**

Elle définit le mode de répartition spatiale des individus d'une même espèce (leur tendance à se grouper) :

5 : Formation d'un peuplement continu.

4 : Disposition en petites colonies.

3 : Disposition en troupes.

2 : Disposition en groupes.

1 : Individus isolés.

2. Calcul du Recouvrement

Le recouvrement représente la projection verticale des parties aériennes d'une espèce sur le sol, exprimée en pourcentage.

Méthode de calcul : Le recouvrement moyen d'une espèce est déduit des coefficients d'abondance-dominance relevés sur le terrain.

❖ **Formule appliquée :**

Le recouvrement = Σ des recouvrements dans le groupement $\times 100 /$ Nombre des relevés dans le groupement

Le recouvrement moyen de l'espèce est calculé à partir des coefficients d'abondance-dominance.

Analyse de la Fréquence

La fréquence est un paramètre analytique qui mesure la régularité de la répartition d'une espèce au sein de la communauté végétale. Elle est calculée selon le rapport suivant :

$$F(\%) = 100 \times n/N$$

Richesse Floristique

D'après Daget et Poissonet (1991), la richesse floristique désigne le nombre total de taxons (espèces, genres, familles) recensés sur une station d'étude. Cet indicateur reflète directement la diversité biologique du milieu.

Types Biologiques (Spectre Biologique)

Le type biologique traduit l'adaptation de la structure végétative d'une plante à son environnement. Selon Poulain (1967), il découle de l'interaction entre les processus biologiques de la plante et les contraintes du milieu.

Cette étude s'appuie sur la classification de Raunkier (1934), fondée sur la stratégie de survie de la plante durant la saison défavorable. Le critère principal est la position des bourgeons de rénovation (organes protégeant les méristèmes) par rapport au niveau du sol. Cette disposition assure la pérennité de l'espèce face aux conditions climatiques difficiles.

La classification repose sur la stratégie de survie adoptée pendant la saison critique (sécheresse ou froid). Les catégories retenues sont les suivantes :

- **Phanérophytes (Ph)** : Végétaux ligneux (arbres ou arbustes) dont les bourgeons de remplacement se situent à plus de 2 mètres du sol. Exemple : le Pin d'Alep (*Pinus halepensis*).
- **Chaméphytes (Ch)** : Plantes ligneuses basses ou herbacées vivaces. Leurs bourgeons de rénovation se trouvent à 50 cm ou moins au-dessus du sol. Exemple : le thym (*Thymus sp.*).
- **Hémicryptophytes (Hé)** : Plantes herbacées vivaces dont les bourgeons restent au ras du sol. Exemple : le lotier (*Lotus corniculatus*).

- **Géophytes ou Cryptophytes (Gé) :** Végétaux herbacés vivaces qui survivent à la mauvaise saison grâce à des organes souterrains (bulbes, rhizomes). Leurs bourgeons sont enfouis dans le sol. Exemple : l'ail rose (*Allium roseum*).
- **Thérophytes (Th) :** Plantes annuelles qui accomplissent leur cycle de vie en moins d'un an. Elles traversent la saison défavorable uniquement sous forme de graines. Exemple : le trèfle des champs (*Trifolium campestre*)

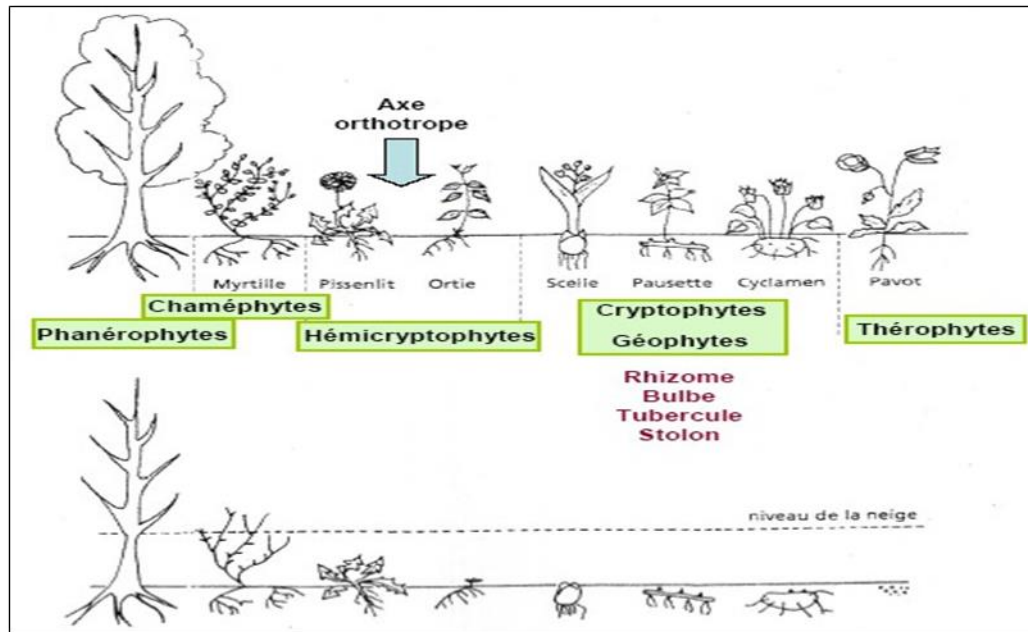


Figure 7 Classification des types biologiques de (Raunkier,1934) (SiteWeb1)

PH: Phanérophytes **CH:** Chamaephytes **HE:** Hémicryptophytes

GE:Géophytes **TH:**Thérophytes

L'inventaire et la classification des types biologiques de la flore étudiée s'appuient sur :

- Les ouvrages de référence de Quézel et Santa (1962-1963).
- Les travaux complémentaires de Lacoste et Salanon (2001), Aboura (2006) et Chennou (2014).

La structure floristique d'une station est définie par son spectre biologique, qui correspond à la proportion relative (pourcentage) de chaque type biologique de Raunkier au sein de l'ensemble des espèces recensées. Cette analyse permet de caractériser l'adaptation globale de la végétation aux conditions du milieu.

❖ Types Morphologiques

La classification morphologique distingue les espèces selon leur cycle de vie et leur structure. En s'appuyant sur les travaux de Quézel et Santa (1962-1963), Aboura (2006) et Chennou (2014), trois catégories ont été retenues :

- **HA (Herbacés Annuels)** : Plantes non ligneuses dont le cycle de vie s'achève en une seule année.
- **HV (Herbacés Vivaces)** : Plantes non ligneuses capables de vivre plusieurs années.
- **LV (Ligneux Vivaces)** : Plantes possédant des tissus ligneux (bois) et ayant une durée de vie de plusieurs années.

❖ Types Biogéographiques (Chorologie)

L'étude biogéographique vise à identifier la distribution mondiale des espèces afin de comprendre leur origine et leurs affinités géographiques. Selon Molinier (1934), cette connaissance est essentielle pour évaluer la capacité d'une espèce à coloniser des biotopes en dehors de sa région d'origine.

Comme le souligne Klein (1991), la définition des unités phytogéographiques repose sur une combinaison de plusieurs facteurs :

- La physionomie et l'histoire de la végétation.
- Les conditions climatiques.
- La chorologie (étude de la répartition spatiale) des taxons.
- L'identification des zones d'endémisme.

2. Résultats et discussion

2.1. Richesse spécifique

La richesse spécifique (S) constitue l'indicateur le plus élémentaire de la biodiversité. Elle correspond au décompte total des espèces recensées dans un espace défini (Ramade, 2008).

L'augmentation de la richesse floristique observée (50 espèces en 2021 contre 55 espèces actuellement) peut être attribuée aux variations interannuelles des conditions climatiques, notamment la pluviométrie et les températures saisonnières. Plusieurs auteurs ont montré que

dans les écosystèmes méditerranéens semi-arides, les années plus humides favorisent l'apparition d'espèces annuelles et augmentent significativement la richesse spécifique (Quézel & Médail, 2003 ; Ghezlaoui, S. M. B. E., & Benabadji, N. (2018).

Plusieurs travaux récents réalisés dans les écosystèmes méditerranéens algériens ont montré que les précipitations constituent le principal facteur expliquant les variations temporelles de la richesse floristique, particulièrement dans les milieux semi-arides et halophiles (Meddour et al., 2021 ; Hasnaoui et al., 2023).

Cette augmentation est particulièrement marquée chez les thérophytes dont le cycle biologique est étroitement dépendant des précipitations printanières. Selon Médail (2017), les fluctuations de la diversité végétale dans les zones méditerranéennes sont principalement contrôlées par la disponibilité en eau durant la saison de croissance.

Les deux analyses convergent quant aux espèces les plus constantes, notamment *Salicornia fruticosa*, *Juncus maritimus*, *Suaeda vera* et *Avena sterilis*, classées en présence V, confirmant leur rôle structurant au sein de cet écosystème halophile. Cette richesse accrue se reflète d'ailleurs dans la diversité des classes de Fréquence, avec un plus grand nombre d'espèces en classes II, III et IV dans notre étude (**Tableau 13**). À l'opposé, des espèces telles que *Cichorium intybus*, *Limbarda crithmoides* et *Inula crithmoides* demeurent sporadiques (classe I) dans les deux études.

L'accroissement de la fréquence de *Ziziphus lotus* (de 3 à 7 présences) reflète probablement la progression des conditions xériques et l'adaptation de cette espèce aux milieux soumis à un stress hydrique important.

Selon Kadi-Hanifi et al. (2021), l'expansion de *Ziziphus lotus* dans plusieurs régions algériennes témoigne d'une tendance à la xérisation des paysages végétaux.

Plusieurs études réalisées en Algérie et au Maroc montrent que *Ziziphus lotus* constitue une espèce indicatrice des processus d'aridification et de steppisation des paysages méditerranéens (Le Houérou, 2001 ; Bensaid et al., 2020). Cette espèce possède un système racinaire profond lui permettant d'exploiter les ressources hydriques souterraines et de résister aux longues périodes de sécheresse

Tableau 8 Répartition des espèces de la zone de Douaïma, Selon les Familles, les Types Biologiques, Morphologiques, et types Biogéographiques

Genres et Espèces	Familles	Types Biologiques	Types Morphologiques	Types Biogéographiques
<i>Salicornia fruticosa</i>	Amaranthaceae	CH	LV	Med
<i>Mesembryanthemum nodiflorum</i>	Aizoaceae	TH	HV	Méd-S.Afr
<i>Cressa cretica</i>	Convolvulaceae	CH	HV	Subtrop
<i>Spergularia diandra</i>	Caryophyllaceae	TH	HA	Méd-Méridio
<i>Hordeum murinum</i>	Poaceae	TH	HA	Circumbor
<i>Beta macrocarpa</i>	Amaranthaceae	TH	HV	Méd.
<i>Juncus maritimus</i>	Juncaceae	GE	HV	Subcosmo
<i>Avena sterilis</i>	Poaceae	TH	HA	Med
<i>Suaeda vera</i>	Amaranthaceae	CH	HV	Méd-atlanti
<i>Tamarix galica</i>	Tamaricaceae	PH	LV	Med/N.Trop
<i>Phragmites communis</i>	Poaceae	GE	HV	Cosmo
<i>Asparagus horridus</i>	Asparagaceae	GE	LV	Med
<i>Medicago lupulina</i>	Fabaceae	HE	HA	Eurasia
<i>Convolvulus Arvensis</i>	Convolvulaceae	HE	HA	Cosmo
<i>Cichorium intybus</i>	Astéracées	HE	HV	Med
<i>Limbaria crithmoides</i>	Asteraceae	Ch	HV	Méd-atlanti
<i>Limonium virgatum</i>	Plumbaginaceae	HE	HV	Med
<i>Atriplex prostrata</i>	Amaranthaceae	TH	HA	Circumbor

<i>Medicago truncatula</i>	Fabaceae	TH	HA	Med
<i>Malva sylvestris</i>	Malvaceae	HE	HA	Eurasia
<i>Triticum durum</i>	Poaceae	TH	HA	Asieocc.
<i>Spergularia segetalis</i>	Caryophyllaceae	TH	HA	Euro
<i>Torilis arvensis</i>	Apiaceae	TH	HA	Med
<i>Plantago coronopus</i>	Plantaginaceae	HE	HV	Eurasia
<i>Frankenia pulverulenta</i>	Frankeniaceae	TH	LV	Saharo-Méd.
<i>Cotula coronopifolia</i>	Asteraceae	TH	HA	Sud-Afr
<i>Sonchus mauritanicus</i>	Asteraceae	TH	HA	Cosmo
<i>Crepis vesicaria</i>	Asteraceae	HE	HA	Méd
<i>Carlina racemosa</i>	Asteraceae	HE	HA	Sud-Méd
<i>Ziziphus lotus</i>	Rhamnaceae	PH	LV	Med
<i>Caucalis platycarpos</i>	Apiaceae	TH	HA	Med
<i>Scolymus maculatus</i>	Asteraceae	TH	HV	Med
<i>Scolymus hispanicus</i>	Asteraceae	HE	HV	Méd
<i>Chamaerops humilis</i>	Arecaceae	PH	HV	W-Méd
<i>Silybum marianum</i>	Asteraceae	HE	HA	Med
<i>Rouya polygama</i>	Apiaceae	HE	HV	Med
<i>Agrostis capillaris</i>	Poaceae	HE	HA	Eurasia
<i>Phalaris aquatica</i>	Poaceae	GE	HA	Méd.
<i>Lagurus ovartus</i>	Poaceae	TH	HA	Med
<i>Lolium rigidum</i>	Poaceae	TH	HA	Eurasia

<i>Thapsia garganica</i>	Apiaceae	CH	HV	Med
<i>Mantisalca salmantica</i>	Asteraceae	HE	HA	Med
<i>Picnomon acarna</i>	Asteraceae	HE	HA	Med
<i>Bromus inermis</i>	Poaceae	HE	HA	Eurasia
<i>Atriplex halimus</i>	Amaranthaceae	CH	LV	Cosmo
<i>Anthemis arvensis</i>	Asteraceae	TH	HA	Eurasia
<i>Poa trivialis</i>	Poaceae	HE	HA	circumbor
<i>Anagallis foemina</i>	Primulaceae	TH	HA	Sub.Cosm
<i>Plantago lagopus</i>	Plantaginaceae	TH	HA	Med
<i>Hieracium pilosella</i>	Asteraceae	HE	HA	Euro-Meridio
<i>Inula crithmoides</i>	Primulaceae	CH	LV	Med- Atl
<i>Orobanche ramosa</i>	Orobanchaceae	TH	HA	Med-Eur
<i>Astragalus boeticus</i>	Fabaceae	TH	HA	Med
<i>Psilurus incurvus</i>	Poaceae	TH	HA	Med
<i>Silene colorata</i>	Caryophyllaceae	TH	HA	Med

2.2.L'analyse des types biologiques

Pour analyser en profondeur la structure de ce tapis végétal, il est essentiel de croiser les trois descripteurs fondamentaux de la synthèse écologique : le **Type Biologique**, le **Type Morphologique** et le **Type Biogéographique**. Ce croisement permet de comprendre comment la forme de la plante répond aux contraintes de son environnement.

Tableau 9 Répartition des types biologiques en 2026 et 2021

Types biologiques	2026		2021		Déférérence
	Nombre d'espèces	%	Nombre d'espèces	%	
Thérophytes	24	43,7	20	40	3,7%
Hémicryptophytes	17	31	17	34	3%
Chamaephytes	7	12,7	6	12	0,7%
Géophytes	4	7,2	4	8	0,8%
Phanérophytes	3	5,4	3	6	0,6%
Total	55	100	50	100	/

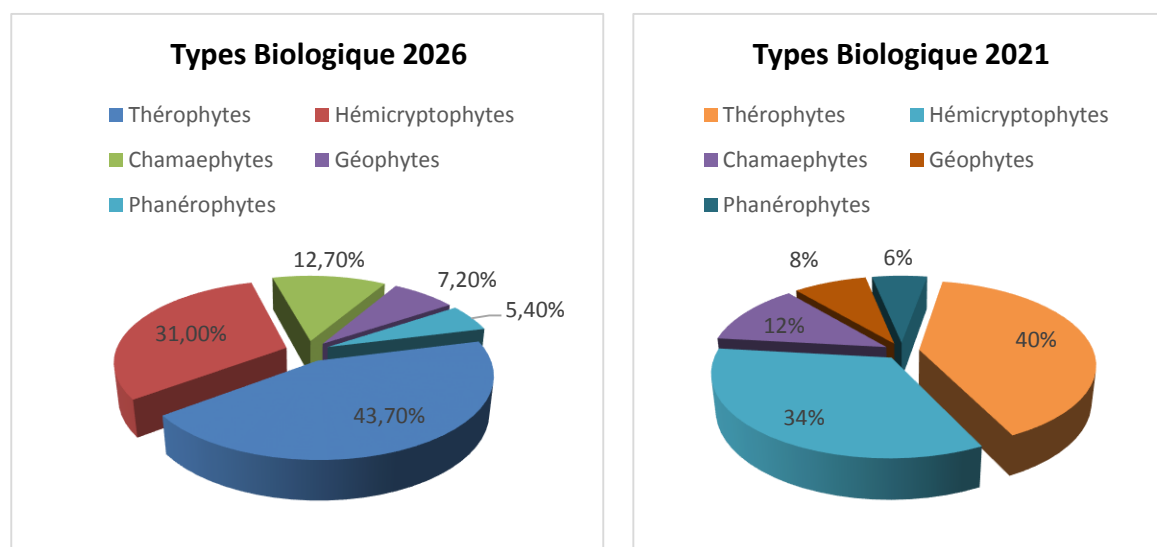


Figure 8 Spectres des Types Biologiques en 2026 et 2021

Le spectre biologique (Tableau 9, Figure 17,) met en évidence une prédominance des thérophytes (43,7 %), suivis des hémicryptophytes (31 %), des chaméphytes (12,7 %), des géophytes et des phanérophytes. Cette structure biologique est caractéristique des formations végétales soumises à des contraintes écologiques importantes.

La comparaison des spectres biologiques (Figure17) entre 2021 et 2026 montre une augmentation de la proportion des thérophytes (de 40 % à 43,7 %), accompagnée d'une

diminution des hémicryptophytes (de 34 % à 31 %). Les chaméphytes présentent une légère augmentation (de 12 % à 12,7 %), tandis que les géophytes et les phanérophytes enregistrent une faible régression. Cette évolution traduit une tendance vers la thérophytisation du milieu, phénomène généralement associé à l'aridité climatique et aux perturbations anthropiques (surpâturage, défrichement, incendies). La domination des thérophytes indique une adaptation de la végétation aux conditions environnementales contraignantes, caractérisées par des périodes sèches prolongées.

Indice de Therophytisation : $(\text{Nbr Th} + \text{Nbr Ch} / \text{Nbr TOTAL}) \times 100$

Le calcul de l'indice de thérophytisation le confirme car on a enregistré une augmentation du taux actuelle 56,36 % contre 52% en 2021.

L'augmentation des thérophytes entre 2021 et 2026 ainsi que la hausse de l'indice de thérophytisation (52 % à 56,36 %) traduisent une tendance à la thérophytisation du milieu. Ce phénomène est largement reconnu comme un indicateur de perturbation écologique résultant de l'effet combiné des sécheresses récurrentes, du surpâturage et des activités anthropiques .

Les thérophytes possèdent un cycle biologique court leur permettant d'échapper aux périodes défavorables sous forme de graines. Leur abondance croissante constitue généralement un signe d'instabilité écologique et de dégradation progressive des formations végétales naturelles

Cependant, malgré cette évolution, l'ordre des types biologiques demeure inchangé :

TH > HE > CH > GE > PH

Cette stabilité relative suggère que la structure générale du paysage végétal conserve encore ses caractéristiques fondamentales malgré les modifications observées au niveau des proportions relatives des groupes biologiques.

Selon Floret et Pontanier (1982), le maintien de la hiérarchie des formes biologiques traduit souvent une résilience partielle des écosystèmes méditerranéens malgré les fluctuations climatiques.

2.3.Le Spectre Morphologique :

L'analyse structurale et physionomique de la flore de la zone de Douaima met en évidence une nette prépondérance des structures herbacées éphémères au détriment des structures

ligneuses pérennes. La répartition des 55 taxons recensés s'organise selon trois catégories morphologiques majeures (Tableau10, Figure18) :

Sur le plan dynamique dans les deux cas, les Herbacées Annuelles (HA) dominent largement la flore avec 60 % des espèces recensées. Cette prédominance traduit l'adaptation de la végétation aux conditions climatiques méditerranéennes caractérisées par une période sèche prolongée.

Les Herbacées Vivaces (HV) occupent la deuxième position avec environ 27 %, indiquant une présence importante d'espèces pérennes capables de résister aux variations saisonnières.

Les Ligneuses Vivaces (LV) sont les moins représentées. Leur proportion passe de 12% (Boussaid 2021) à 13 %, ce qui suggère une légère augmentation des espèces arbustives ou arborées. (*Ziziphus lotus*, *Tamarix gallica*)

Tableau 10 Pourcentage des types morphologiques en 2026 et 2021

Types morphologiques	2026		2021	
	Nombre d'espèces	%	Nombre d'espèces	%
Herbacées Annuelles (HA)	33	60 %	29	58%
Herbacées Vivaces (HV)	15	27 %	15	30%
Ligneuses Vivaces (LV)	7	13 %	6	12%

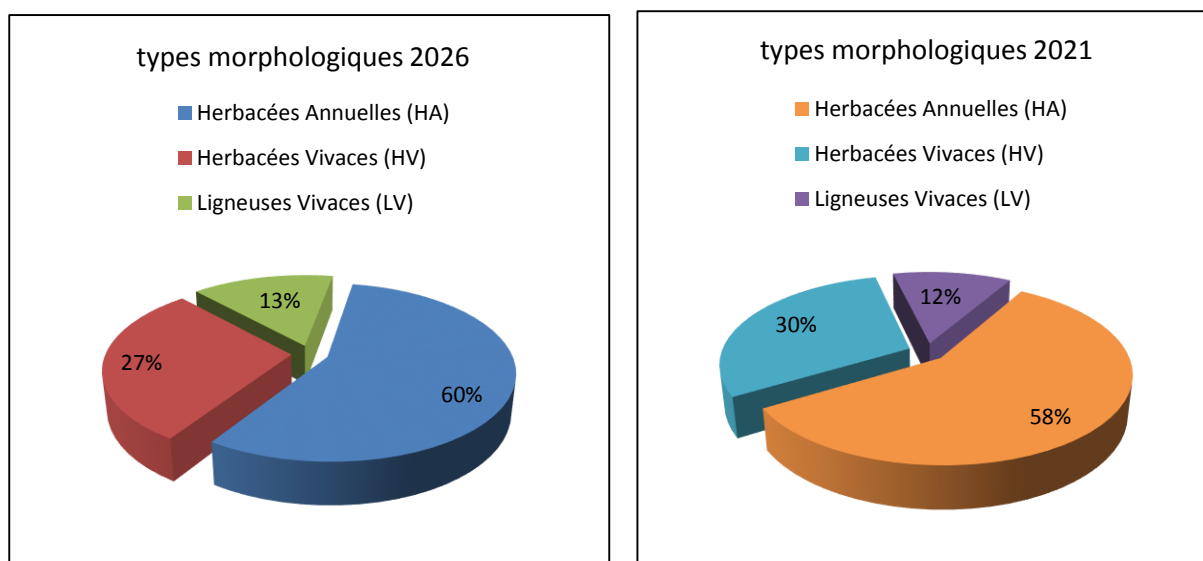


Figure 9 Spectre des Types Morphologiques en 2026 et 2021

La prédominance des herbacées annuelles (60 %) (figure 18) confirme l'adaptation de la flore locale aux conditions environnementales contraignantes. Cette stratégie écologique est fréquemment observée dans les milieux méditerranéens soumis à des périodes de sécheresse prolongées (Médail, 2021).

La dominance des herbacées annuelles (33 espèces) (Tableau 10) confirme l'adaptation du couvert végétal aux contraintes environnementales.

D'après Noy-Meir (1973), les communautés végétales des régions arides et semi-arides sont généralement dominées par les espèces annuelles capables de compléter rapidement leur cycle durant la courte période favorable.

Les herbacées vivaces représentent (27 %) (figure18) de l'effectif total et témoignent d'une certaine stabilité écologique du milieu. Quant aux ligneux vivaces, leur légère augmentation par rapport à l'étude de 2021 peut être liée à l'expansion d'espèces particulièrement résistantes à la sécheresse telles que *Ziziphus lotus* et *Tamarix gallica*.

La légère augmentation des ligneux vivaces (12 % à 13 %) (figure18) peut être interprétée par :

- l'installation progressive d'espèces arbustives résistantes ;
- la réduction locale des perturbations ;

- l'expansion d'espèces adaptées à la sécheresse telles que *Ziziphus lotus* et *Tamarix gallica*.

Des observations similaires ont été rapportées dans les zones steppiques du nord-ouest algérien par Bouazza et Benabadji (2004).

Des résultats similaires ont été observés dans plusieurs zones humides salées du Maghreb où les ligneux xérophiles et halophiles tendent à se maintenir malgré l'accentuation des contraintes climatiques (Bouldjedri et al., 2022).

3. Le Spectre Biogéographique :

La chorologie des espèces inventoriées permet de retracer l'histoire phytogéographique du milieu et d'évaluer ses affinités climatiques globales.

L'analyse biogéographique (Tableau 11, Figure 19) confirme, dans les deux études, la prédominance de l'élément méditerranéen. Toutefois, actuellement on enregistre un total de 24 espèces au lieu de 25 espèces. La domination des éléments méditerranéens (43,63 %) confirme clairement l'appartenance phytogéographique de la zone de Douaïma au domaine méditerranéen. Cette prédominance est cohérente avec les observations réalisées dans les écosystèmes littoraux et sublittoraux d'Algérie occidentale (Véla et Benhouhou, 2020).

L'élément eurasiatique occupe la deuxième position dans les deux cas, avec 14 % dans la première étude (boussaid 2021) et 12,72 % dans notre étude. Les espèces cosmopolites représentent actuellement un taux 7,27 % contre 12 % enregistré en 2021 .

L'importance des éléments eurasiatiques traduit une influence floristique diversifiée, tandis que la présence des espèces cosmopolites indique une certaine anthropisation du milieu. Selon Pyšek et al. (2020), les espèces cosmopolites sont souvent favorisées par les perturbations du couvert végétal et l'ouverture des habitats.

Notre analyse met également en évidence des types biogéographiques absents du premier inventaire, tels que les éléments méd-atlantiques, subcosmopolites, saharo-méditerranéens et euro-méridionaux

Tableau 11 Répartition des types biogéographique en 2026 et 2021

	2026		2021	
Type Biogéographique	Nb espèces	Pourcentage (%)	Nb espèces	Pourcentage (%)
Méditerranéen	24	43,63	25	50
Eurasiatique	7	12,72	7	14
Cosmopolite	4	7,27	6	12
Circumboréal	3	5,45	3	6
Méd-Atlantique	3	5,45	2	4
Subcosmopolite	2	3,63	0	0
Méd-Sud Africain	1	1,81	1	2
Subtropical	1	1,81	1	2
Méd-Méridional	1	1,81	0	0
Méd/Nord Tropical	1	1,81	1	2
Asie Occidentale	1	1,81	1	2
Européen	1	1,81	0	0
Saharo-Méditerranéen	1	1,81	0	0
Sud-Africain	1	1,81	1	2
Sud-Méditerranéen	1	1,81	0	0
Ouest-Méditerranéen	1	1,81	0	0
Euro-Méridional	1	1,81	2	4
Méd-Européen	1	1,81	0	0
Totale	55	100	50	100

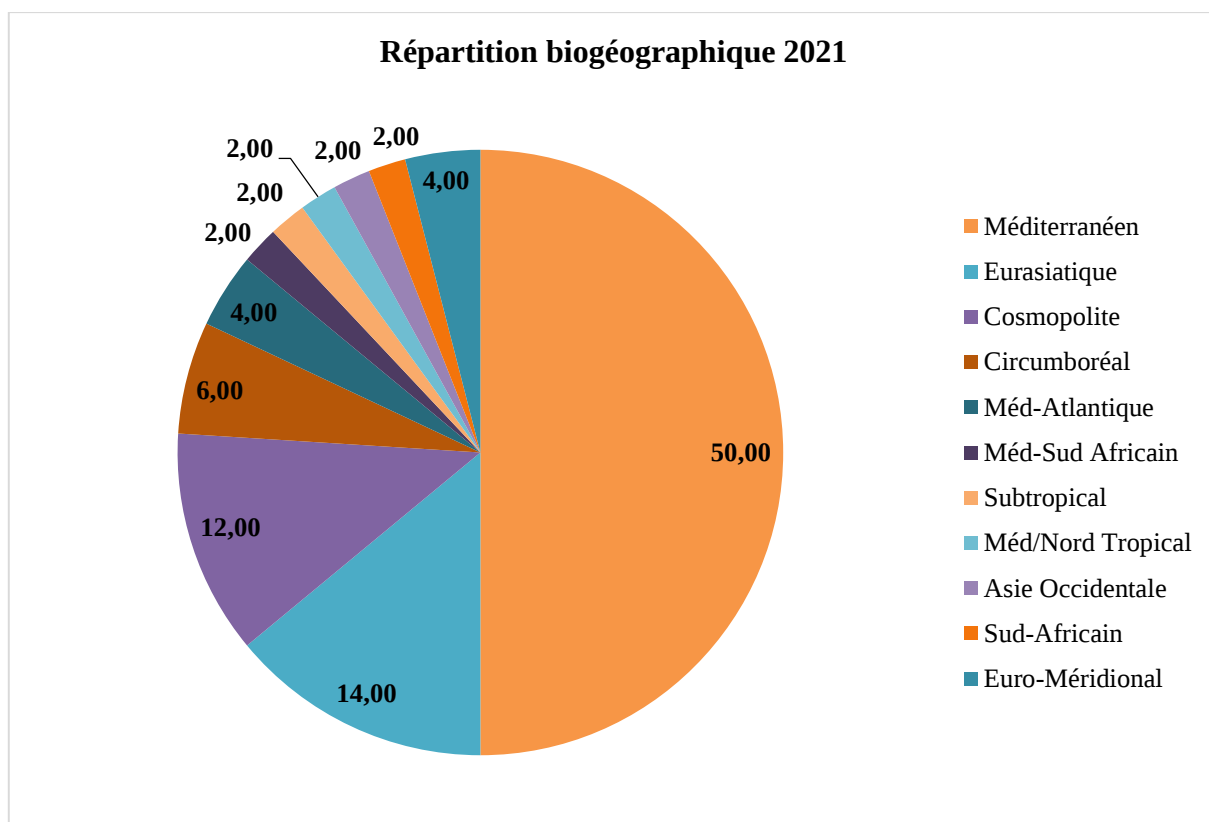
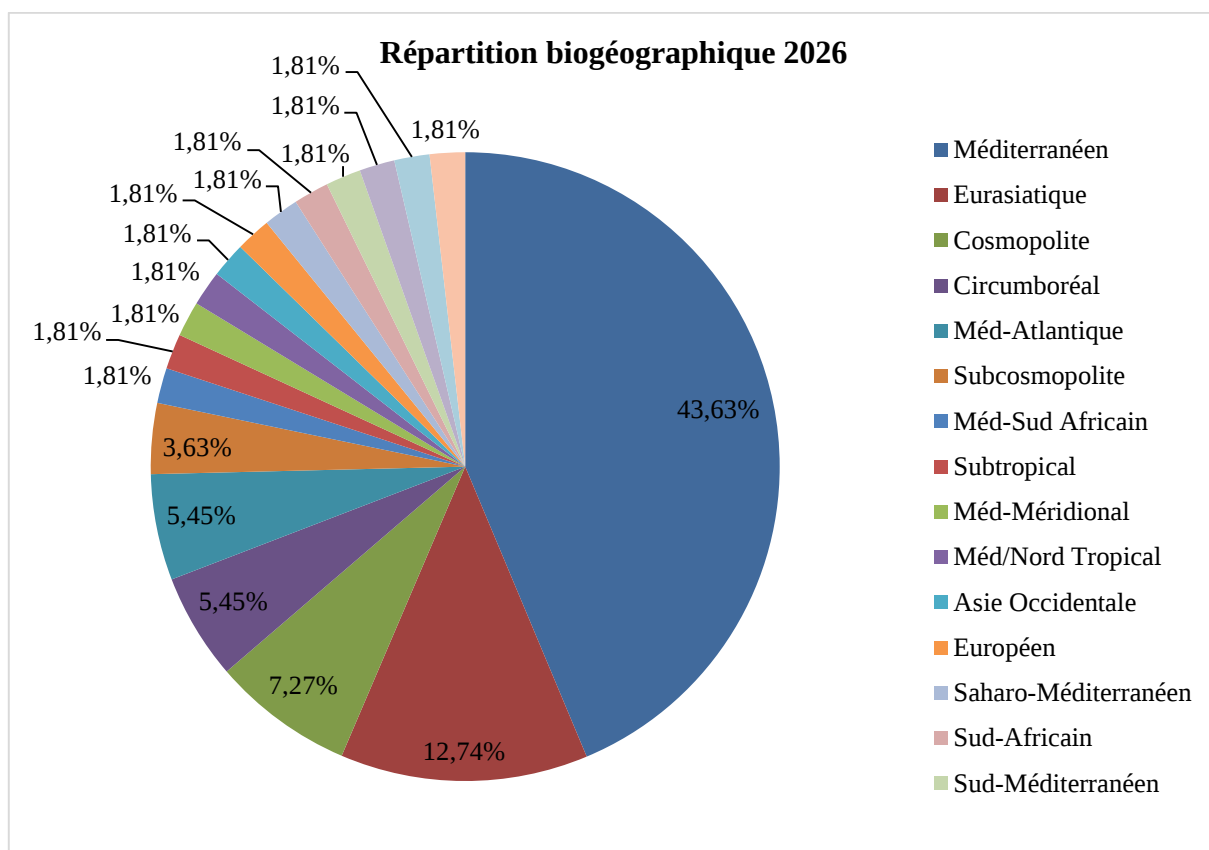


Figure 10 répartition des types biogéographique en 2026 et 2021

L'apparition d'éléments saharo-méditerranéens dans le cortège floristique constitue également un indicateur de l'influence croissante des conditions arides sur la végétation locale.

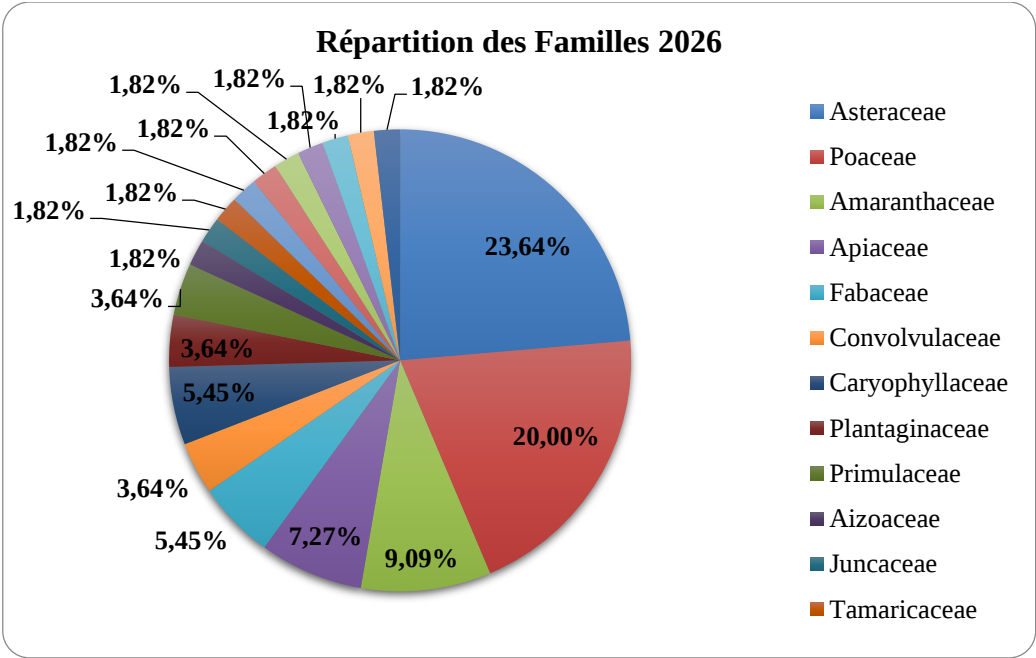
Répartition des familles :

Le cortège floristique est représenté par 19 familles dominées par la famille des Asteraceae avec un pourcentage de (23,63 %), suivie par les Poaceae avec (20 %), les Amaranthaceae avec (9,09 %) et les Apiaceae avec (7,27 %). Les Fabaceae représentent (5,45 %), tandis que les familles des Convolvulaceae, Caryophyllaceae, Plantaginaceae et Primulaceae présentent chacune un pourcentage de (3,63 %). Le reste des familles est faiblement représenté avec seulement (1,81 %) pour chacune.

Tableau 12 Répartition des familles en 2026 et 2021

	2026		2021	
Famille	Nombre	Pourcentage	Nombre	Pourcentage
Asteraceae	13	23,64	13	26
Poaceae	11	20	10	20
Amaranthaceae	5	9,09	5	10
Apiaceae	4	7,27	4	8
Fabaceae	3	5,45	2	4
Convolvulaceae	2	3,63	2	4
Caryophyllaceae	3	5,45	2	4
Plantaginaceae	2	3,63	2	4
Primulaceae	2	3,63	1	2
Aizoaceae	1	1,81	1	2
Juncaceae	1	1,81	1	2
Tamaricaceae	1	1,81	1	2
Asparagaceae	1	1,81	1	2

Plumbaginaceae	1	1,81	1	2
Malvaceae	1	1,81	1	2
Frankeniaceae	1	1,81	1	2
Rhamnaceae	1	1,81	1	2
Arecaceae	1	1,81	1	2
Orobanchaceae	1	1,81	-	-
Totale	55	100	18	100



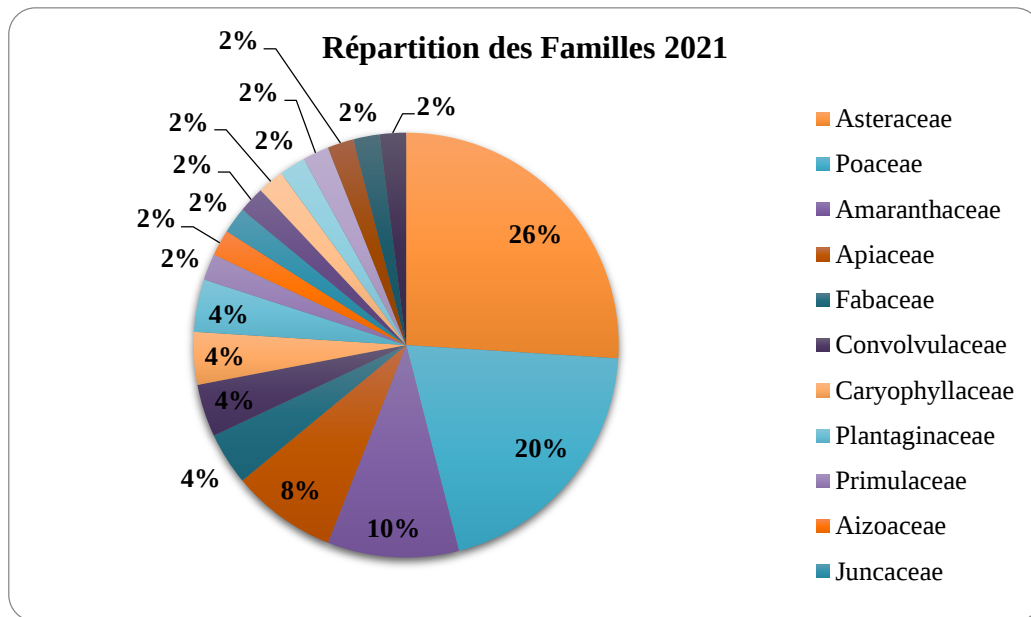


Figure 18 Spectre de Répartition des Familles en 2026 et 2021

Les deux analyses floristiques (2021 et 2026) réalisées sur la zone de douima mettent en évidence des différences quantitatives et qualitatives notables sur plusieurs niveaux : Sur la répartition des familles (boussaid 2021) a recensé 18 familles contre 19 familles pour nos résultats actuels.

Dans les deux cas, les Asteraceae et les Poaceae dominent le cortège floristique, occupant respectivement les deux premières positions, ce qui confirme leur prédominance au sein de cet écosystème. Les écarts observés dans les pourcentages : les Asteraceae passant de 26 % à 23,63%, les Amaranthaceae de 10 % à 9,09 % et les Apiaceae de 8 % à 7,27%.

La dominance des Asteraceae (23,63 %) et des Poaceae (20 %) constitue une caractéristique classique des écosystèmes méditerranéens perturbés. Ces deux familles possèdent une forte capacité d'adaptation aux contraintes climatiques et anthropiques grâce à leur plasticité écologique et à leurs mécanismes efficaces de dispersion (Médail, 2021 ; Hasnaoui et al., 2023).

Notre analyse actuelle se distingue également par l'intégration de la famille des Orobanchaceae, absente dans la première étude, de plus, les Fabaceae sont davantage représentées dans notre étude (5,45%) que dans la première (4 %). Les familles faiblement représentées, telles que les Aizoaceae, Juncaceae, Tamaricaceae, Plumbaginaceae, Malvaceae, Frankeniaceae et Rhamnaceae, présentent des pourcentages faibles dans les deux cas.

La fréquence élevée de *Salicornia fruticosa*, *Suaeda vera* et *Juncus maritimus* (Tableau 13) confirme le caractère halophile du milieu étudié. Ces espèces sont considérées comme des indicateurs écologiques des sols salés méditerranéens et jouent un rôle essentiel dans la structuration des communautés végétales halophiles (Flowers et Colmer, 2021).

Tableau 13 : relevés phytoécologiques

Station	Douaïma																							
Pente																								
Surface	11.42 Km ²																							
Numéros de relevés	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	P	F		
Genres et Espèces																								
Strate arbustive																								
<i>Ziziphus lotus</i>		.	1		1		.		.			1		2								7	II	
<i>Tamarix gallica</i>			1		1		.		.		2				1							6	II	
<i>chamaerops humilis</i>			.	.		.	1		.													5	II	
Strate herbacée																								
<i>Salicornia fruticosa</i>	1	4	4	3	3	2	3	3	3	3	3	3	1	2	3	3	1	3	1	3	20	V		
<i>Juncus maritimus</i>	1	3	4	3		1	1	1	3	1	4	4	5	2	4	4	3	4	3	3	19	V		
<i>Suaeda vera</i>	1	4	1	2	4	4	2	2	1		2	2	.	2	3	3	2	.	2	1	19	V		
<i>Avena sterilis</i>	1	1	2	1	2	2	.	2	1	1	.	1	1	1	.		1		1	1	18	V		
<i>Hordeum murinum</i>	3	1	1	1	1	2	2	2	1	.			1	1		1	1	1	1	1	16	V		
<i>Phragmites communis</i>	.			1	1	.	1	.	2	1	.		1		.		.		1	.	14	IV		
<i>Bromus inermis</i>	.	1	1	2	.			.	.	1		.	.	.		.	1				13	IV		
<i>Poa trivialis</i>			.	.	1	1		.			.	1	2		.	.				.	11	III		
<i>Cressa cretica</i>		1		2				.	.	.			.		.	1	.				9	III		
<i>Limonium virgatum</i>		1	2		1		.			1		2			1		.		1		9	III		
<i>Phalaris aquatic</i>			.	1	.	1		.	1	2	1		.								9	III		
<i>Lagurus ovatus</i>		.	1	.			.				.	1	.			.	1				8	III		
<i>Mantisalca salmantica</i>								1			1		.	1	.	.	.	1			8	III		
<i>Spergulariadiandra</i>		1	2					.	1	.						1	.				7	II		
<i>Malva sylvestris</i>		.	.		.	1			.	.		.									7	II		
<i>Sonchus mauritanicus</i>				.	1	2	.		.	1					.						7	II		
<i>Crepis vesicaria</i>			.	1			.	2		1			1				.				7	II		
<i>Carlina racemosa</i>		.		.	.		.		.		.						.				7	II		
<i>Agrostis capillaris</i>							.	.	.			1	2	1		.					7	II		
<i>Lolium rigidum</i>			.	.		.	1	1				.	1								7	II		
<i>Beta macrocarpa</i>	1	1		.	.	1	1														6	II		
<i>Asparagus horridus</i>		1		1	.		.		.			1			1						6	II		
<i>Medicago lupulina</i>		1	1	.	1	.	1			.											6	II		
<i>Cotula coronopifolia</i>		.	1	2			.	.					.								6	II		
<i>Scolymus maculatus</i>			.		1	.	1			.	1										6	II		
<i>Medicago truncatula</i>		1	2	1				1	2												5	II		

<i>Caucalis platycarpus</i>		.		.		.		.		.									5	II
<i>Rouya Polygama</i>		.		.		.				.		.							5	II
<i>Thapsia garganica</i>										.	.		.		.		.		5	II
<i>Hieracium pilosella</i>		.	1	.		.													5	II
<i>Mesembryanthemum nodiflorum</i>	1			.			1		.										4	II
<i>Torilis arvensis</i>			1		.				1		.								4	II
<i>Plantago coronopus</i>				.				1		.		.							4	II
<i>Scolymus hispanicus.</i>		.	.	1				.											4	II
<i>Picnemon acarna</i>															.	.	.	1	4	II
<i>Atriplex halimus</i>			.	1													.	.	4	II
<i>Anthemis arvensis</i>					.	1	1	.											4	II
<i>Plantago lagopus</i>				.	.			1	.										4	II
<i>Silene colorata</i>								.			+		1			+			4	II
<i>Convolvulus arvensis</i>		1			.	.													3	I
<i>Triticum durum</i>			.		.						.								3	I
<i>Silybum marianum</i>				.	.	.													3	I
<i>Anagallis foemina</i>			.		.			.											3	I
<i>Orobanche ramosa</i>				.		.		.											3	I
<i>Psilurus incurvus</i>			.	1				.											3	I
<i>Cichorium intybus</i>				.		.													2	I
<i>Limbarda crithmoides</i>				1		.													2	I
<i>Atriplex prostrata</i>		.			.														2	I
<i>Frankenia pulverulenta</i>		2		1															2	I
<i>Asparagus boeticus</i>			.		.														2	I
<i>Spergularia segetalis</i>						1													1	I
<i>Inula crithmoides</i>																	.		1	I

Quelques espèces identifiées dans la station de Douaima (Avril 2026)



Photo 1 *Chamaerops humilis* L.



Photo 2 *Salicornia fruticosa* (L.)



Photo 3 *Silene colorata* Poir.



Photo 4 *Tamarix gallica* L.

CONCLUSION

CONCLUSION

La présente étude, consacrée à la zone humide de Douaïma (wilaya d'Aïn Témouchent), s'inscrit dans une démarche de suivi et d'actualisation des connaissances acquises lors de l'étude réalisée par Boussaid en 2021. Elle avait pour objectif principal d'évaluer l'état actuel de la diversité végétale du site et d'apprécier son évolution dans un contexte marqué par des pressions environnementales croissantes.

L'analyse bioclimatique réalisée à partir des données météorologiques disponibles a mis en évidence la persistance d'un climat de type semi-aride. Les valeurs de l'indice de De Martonne classent la région dans le domaine semi-aride pour les deux périodes considérées. De même, le diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen met en évidence l'existence d'une longue période sèche de (6 mois) , tandis que le climagramme pluviothermique d'Emberger situe la région dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver chaud. Ces conditions climatiques constituent un facteur déterminant dans la structuration de la végétation et expliquent l'adaptation des espèces présentes aux contraintes hydriques et édaphiques du milieu.

L'inventaire floristique a permis de recenser 55 espèces végétales réparties en 19 familles botaniques. Les Asteraceae (23,63 %), les Poaceae (20 %) et les Amaranthaceae (9,09 %) représentent les familles les mieux représentées, témoignant de leur rôle prépondérant dans l'organisation du cortège végétal. L'analyse biologique révèle une dominance des thérophytes, dont la proportion est passée de 40 % en 2021 à 43,7 % en 2026, ainsi qu'une forte représentation des espèces herbacées annuelles (56,36 %). Cette structure biologique traduit l'influence des conditions écologiques contraignantes du milieu, notamment l'aridité, la salinité et les perturbations d'origine anthropique.

La comparaison des résultats obtenus avec ceux de l'étude de référence réalisée en 2021 met en évidence une relative stabilité de la composition floristique générale. La persistance de nombreuses espèces halophytiques caractéristiques suggère le maintien des principales conditions édaphiques du site, notamment en matière de salinité des sols et de disponibilité hydrique. Toutefois, certaines variations observées dans l'abondance relative de certains groupes biologiques peuvent être interprétées comme des signes de réponse de la végétation aux changements environnementaux et aux pressions exercées sur l'écosystème.

Dans l'ensemble, les résultats obtenus confirment que la zone humide de Douaïma constitue un habitat d'une valeur écologique notable, abritant une flore halophytique diversifiée et représentative des milieux salés méditerranéens. Néanmoins, cet écosystème demeure

CONCLUSION

vulnérable face à la progression des processus de dégradation liés aux aléas climatiques et aux activités humaines, notamment le surpâturage, le défrichement et les diverses formes de perturbation des habitats naturels.

Au regard de son intérêt écologique et de son rôle dans la conservation de la biodiversité locale, la zone humide de Douaima mérite une attention particulière en matière de gestion et de protection. Il apparaît nécessaire de mettre en œuvre des mesures de conservation adaptées, fondées sur un suivi écologique régulier, afin de préserver durablement ses ressources biologiques et les fonctions écosystémiques qu'elle assure. Une telle démarche contribuerait non seulement à la sauvegarde de ce patrimoine naturel, mais également à sa valorisation dans le cadre des stratégies nationales de conservation des zones humides.

Enfin, il serait souhaitable que de futures recherches intègrent une approche spatio-temporelle reposant sur les outils de télédétection et les systèmes d'information géographique, afin de mieux appréhender l'évolution des habitats et des paysages de cette zone humide et d'orienter efficacement les actions de gestion et de conservation.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aafi, A. (2007). Contribution à l'étude des écosystèmes forestiers méditerranéens. Rabat : Centre de Recherche Forestière.

Abdelkefi, A., Ben fadhel, N., Ben salah, A., Boussaid, M., Zaouali, Y., (2004). Plantes pastorales en milieux arides de l'Afrique du Nord. Options Méditerranéennes.

Achour, H. (1983). Étude écologique des formations végétales en région méditerranéenne. Université d'Alger.

Agence Nationale De Cartographie Et De Télédétection (ANDT), (2002). Carte administrative de la wilaya d'Aïn Témouchent au 1/50 000. Institut National de Cartographie, Alger.

Aimé, 1991 : Étude sur la formation des types de sols (rubéfiés, encroûtements calcaires et sols salins).

Aimé, S. (1991). Contribution à l'étude écologique et bioclimatique des écosystèmes steppiques de l'Ouest algérien. Thèse de Doctorat, Université d'Oran.

Alcaraz, C. (1969-1980). Étude phytosociologique et bioclimatique de la végétation de l'Ouest algérien. Université d'Oran.

Allout I., 2013- Etude de la biodiversité floristique de la zone humide de Boukhmira Sidi Salem– El Bouni–Annaba-thèse Magister en Biologie. Ecole Doctorale : Biologie Environnementale, Université Badji Mokhtar–Annaba.224 p

Amarouayache, M., Derbal, F., Kara, H., (2009) . Biological data on *Artemia salina* (Branchiopoda, Anostraca) from Chott Marouane (Northeast Algeria). Crustaceana, 82: 997-1005.

Annani F., 2013- Essai de biotypologie des zones humides du constantinois. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba.213 p

ANRH, 2009 : Agence Nationale des Ressources Hydrauliques.

Association Echourouk., 2021 : Référence pour la carte de localisation de la zone.

Azur C., 2014- Valorisation des services rendus par les zones humides et paiements des services environnementaux. Mémoire réalisé dans le cadre du stage de fin d'études à la

Chambre d'Agriculture du Finistère, Observatoire de la Gestion de l'Espace et de l'Environnement Sous la direction de Jean Luciani & Marie-Hélène Philippe/ Université Paris-Sud XI UFR Droit, Economie, Gestion. 50 p

Azur C., 2014- Valorisation des services rendus par les zones humides et paiements des services environnementaux. Mémoire réalisé dans le cadre du stage de fin d'études à la Chambre d'Agriculture du Finistère, Observatoire de la Gestion de l'Espace et de l'Environnement Sous la direction de Jean Luciani & Marie-Hélène Philippe/ Université Paris-Sud XI UFR Droit, Economie, Gestion. 50 p.

Bagnouls, F. & Gaussen, H. (1953). Saison sèche et indice xérothermique. Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse, 88, 193-239.

Bagnouls, F. & Gaussen, H. (1957). Les climats biologiques et leur classification. Annales de Géographie, 66, 193-220.

Barnaud G., 1991- Qu'est-ce qu'une zone humide ? Compte-rendu des avis d'experts, Définition scientifique et juridique. Muséum National d'Histoire Naturelle- Laboratoire d'Évolution des Systèmes Naturels et Modifiés. 10 p

Barnaud G., 2006- Programme National de Recherche sur les Zones Humides- PNRZH Cahier thématique "les zones humides et l'eau". 64 p.

Bellaredj, (2016) : Données sur la salinité des terres et l'impact sur l'agriculture dans la plaine de la M'leta.

Bellaredj, 2013 : Étude géologique des formations sédimentaires et fonctionnement hydrologique (crues et alimentation des nappes).

Benabadji, N. & Bouazza, M. (2000). Contribution à l'étude bioclimatique de l'Ouest algérien. Université de Tlemcen.

Bonnetb., Aulongs., Goyets., Lutzm. et Mathevetr., 2005- Gestion intégrée des zones humides méditerranéennes : Conservation des zones humides. Tours du Valat, Arles, 160 p

Boualla et al., 2012 : Recherche sur la configuration géographique, le système endoréique et l'infiltration des eaux.

Bouazza, M., Benabadji, N., Loisel, R., & Metge, G. (2004). Evolution de la végétation steppique dans le Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie). Ecologia mediterranea, 30(2), 219-231.

Bouldjedri, M., De Belair, G., Mayache, B., & Sebti, M. (2022). A new species for the vascular flora of Algeria: *Cyperus eragrostis* (Cyperaceae). *Hacquetia*, 21(1), 187-196.

Boutin, C., Boulal, M., Boulanouar, M., Coineau, N., Ghlala, A., Merzoug, D., Messouli, M., Yacoubi-khebiza, M., (2009). Importance, dans les zones arides et semi-arides, de la biodiversité des faunes aquatiques souterraines. Actes du Séminaire International sur la Biodiversité Faunistique en Zones Arides et Semiarides, 22-24 Novembre 2009, Université de Ouargla, Algérie.

Britton, R.H., Crivelli, A.J., (1993) - Wetlands of southern Europe and north Africa :Mediterranean wetlands. In : Wetlands of the world.

Caessteker, P., (2007) - Statut des Inventaires des Zones humides dans la Région Méditerranéenne. Version 2.0, sous la direction de Père Tomàs Vives. MedWet-Tour du Valat Publications, France, 145 p

Celles, J.C. (1975). Contribution à l'étude de la végétation et des séries de végétation du Sud-Oranais. Thèse de Doctorat, Université d'Aix-Marseille.

Chaib, M., Zaafouri, M., (2000). L'élevage extensif, facteur écologique primordial de la transformation physionomique du cortège floristique en milieu steppique tunisien. Options Méditerranéennes, A/39: 119-222.

Chehma, A., (2005). Etude floristique et nutritive des parcours camelins du Sahara septentrional algérien, Cas des régions et de Ouargla. Thèse de Doctorat, Université Badji Mokhtar, Annaba (Algerie).

Chekchaki, S., (2012). Caractérisation morpho-analytique des sols des aulnaies glutineuses du complexe lacustre (Parc National d'El Kala). Thèse de Magister. Université Badji-Mokhtar Annaba.

Corre, J.J. (1961). Influence des précipitations saisonnières sur la végétation méditerranéenne. Revue Forestière Française, 13, 561-572.

D.G.F., (2004). Atlas des zones humides algériennes d'importance internationales. Alger : D.G.F. édition.

Daget, P. (1977). Le bioclimat méditerranéen : caractères généraux et modes de classification. Vegetatio, 34, 1-20.

Dajoz, R. (1985). Précis d'écologie. Paris : Dunod.

De Martonne, E. (1926). Une nouvelle fonction climatologique : l'indice d'aridité. La Météorologie, 2, 449-458.

De smet, K., maziz, b., fellous, a., belbachir ,f., bazi-belbachir, a., comizzoli, p., wacher,t., (2007). Inventaires de la faune sauvage des zones désertiques en Algérie (Grand Reg Occidental). Rapport de mission 3-15 Mars. Sahara Conservation Fund.

Debrach, J. (1953). Notions de climatologie appliquée à l'Afrique du Nord. Alger : Gouvernement Général de l'Algérie.

Dehni A.(2018). Télédétections de la salinité des sols à l'aide des techniques de traitement d'images satellitaires. Application à la région d'Oran, Thèse de diplôme de doctorant en sciences.

Demmnati ,F., (2013). Biodiversité et Enjeux Socio-économiques des lacs salés (Chotts et Sebkhass) d'Algérie. Cas du Chott Merouane et Melghir. Thèse de doctorat, Université Mouhamed khider Biskra .

Direction De La Planification Et De L'aménagement Du Territoire (DPAT), (2020).*Carte administrative de la wilaya d'Aïn Témouchent.* Wilaya d'Aïn Témouchent, Algérie.

Djebaïli, S. (1978). Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des Hautes Plaines steppiques et de l'Atlas saharien algérien. Thèse de Doctorat, Université d'Aix-Marseille.

Djebaïli, S. (1984). Étude bioclimatique des régions steppiques algériennes. Alger : OPU.

DSA, 2016 : Direction des Services Agricoles (données économiques et carte d'occupation des sols de la wilaya d'Aïn Témouchent).

Dubief, J. (1950). La météorologie et le climat de l'Afrique du Nord. Alger : Service météorologique de l'Algérie.

Emberger, L. (1930). La végétation de la région méditerranéenne : essai d'une classification bioclimatique. Montpellier : Faculté des Sciences.

Emberger, L. (1942). Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographique. Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle de Toulouse, 77, 97-124.

Emberger, L. (1955). Une classification biogéographique des climats. Recueil des Travaux des Laboratoires de Botanique, Géologie et Zoologie de la Faculté des Sciences de Montpellier, Série Botanique, 7, 3-43.

Fustec E. Et Frochot B., 1996- Les fonctions des zones humides, synthèse bibliographique. Agence de l'Eau Seine-Normandie, Université P. & M. Curie et Université de Dijon. Mult. 134 p

Fustec E. Et Lefeuvre J.C., 2000- Fonctions et valeurs des zones humides. Ed. Dunod. Paris. 426 p

Gardnerrrc. Et finlaysonc.M., 2018-Perspectives mondiales des zones humides :état des zones humides à l'échelle mondiale et des services qu'elles fournissent à l'humanité. Secrétariat de la Convention de Ramsar sur les zones humides: 28 rue Mauverney, CH-1196 Gland Suisse. 88 p

Ghezlaoui, S. M. B. E., & Benabadji, N. (2018). La vegetation des monts de Tlemcen (Algerie). Aspect phytoecologique/The vegetation of the Tlemcen mounts (Algeria). Phytoecological aspect/La vegetación de las montañas de Tlemcen (Argelia). Apariencia fitoecológica. *Botanica Complutensis*, 101-125.

Guyot, G. (1999). Climatologie de l'environnement. Paris : Dunod.

Hadjadj Aoul, S. (1995). Contribution à l'étude bioclimatique des formations végétales de l'Ouest algérien. Thèse de Doctorat, Université de Tlemcen.

Hammada, S., Dakki, M., Ibntattou ,M., Ouyahya, A., Fennane, M., (2004). Analyse de la biodiversité floristique des zones humides du Maroc. Flore rare, menacée et halophile. *Acta Botanica Malacitana*, 29 : 43-66.

Hasnaoui, O., Bessaid, F., Bourouaha, M., Babali, B., Aouadj, S. A., & Khatir, H. (2023). *Post-fire dynamics of the forest formations in the mounts of Tlemcen (Western Algeria): Case of the forest of Zarifet.* Biodiversity Journal, 14(1), 185–194.

Hassani, M. I. (1987). *Hydrogéologie d'un bassin endoréique semi-aride: le bassin versant de la grande Sebkhha d'Oran (Algérie)* (Doctoral dissertation, Université Scientifique et Médicale de Grenoble).

Khaznadar , m., vogiatzakis, i.n., griffiths, g.h., (2009).Land degradation and vegetation distribution in Chott El Beida wetland, Algeria. *Journal of Arid Environments*, 73: 369-377.

Lakhdari et al., 2012 : Auteurs de la carte géologique du bassin de la grande Sebkhah d'Oran.

Le Houérou, H. N. (1995). *Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique*. Montpellier : CIHEAM.

Le Houérou, H.N. & Hoste, C.H. (1977). Rangeland production and annual rainfall relations in the Mediterranean Basin and in the African Sahelo-Sudanian Zone. *Journal of Range Management*, 30(3), 181-189.

Le Houérou, H.N. (1969). La végétation de la Tunisie steppique. *Annales de l'INRAT*, Tunis.

Le Houérou, H.N. (1989). Classification écoclimatique des zones arides. Montpellier : CIHEAM.

Le Houérou, H.N. (1995). *Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique*. Montpellier : CIHEAM.

Maman I. Et vienne I., 2010- Les zones humides, un patrimoine remarquable. Géosciences, BRGM, 2010, pp.68-77. hal-0066329. 11p

Médail, F. (2017). *The specific vulnerability of plant biodiversity and vegetation on Mediterranean islands in the face of global change*. *Regional Environmental Change*, 17(6), 1775–1790.

Médail, F. (2021). Plant biogeography and vegetation patterns of the Mediterranean islands. *The Botanical Review*, 88(1), 1–67. <https://doi.org/10.1007/s12229-021-09245-3>

Meddour, R., Sahar, O., & Médail, F. (2021). Checklist of the native tree flora of Algeria. *Plant Ecology and Evolution*, 154(3), 405-418.

Mitsch, w.j. And gosselink, j.g., 2000- The Value of Wetlands : Importance of Scale and Landscape Setting. *Ecological Economics*, 35, 25-33.

Moudjari, 2006 : Étude sur les caractéristiques physico-chimiques des sols (Solontchak calciques et pH).

Nedjimi,B., Daoud, Y., (2006).Effect of Na₂SO₄ on the growth, water relations, proline, total soluble sugars and ion content of *Atriplex halimus* subsp. *schweinfurthii* through in vitro culture. *Anales de Biología*, 28: 35-43.

Noy-Meir, I. (1973). Desert ecosystems: Environment and producers. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 4, 25–51.
Bouazza et Benabadji (2004).

Oudihat, 2011 : Référence concernant la naissance du réseau hydrographique lié aux phénomènes structuraux.

Papayannis t. Et salathe t., 1999- Les zones humides méditerranéennes à l'aube du 21ème siècle. Medwet Publication. Tour du Valat. le Sambuc, Arles.

Pearce f. Et crivelli A J., 1994- Caractéristiques générales des zones humides méditerranéennes. Bouklet Med Wet / Tour de Valat, N° 1, France. 88 p

Pearce, f. & crivelli, a.j., (1994) - Caractéristiques générales des zones humides méditerranéennes. Publication. MedWet / Tour du Valat, n°1, Arles, France, 88 p.

Pearce et Crivelli, 1994 : Étude sur le réseau hydrographique discontinu et la permanence des oueds

Quézel, P., & Médail, F. (2003). Ecology and biogeography of Mediterranean basin forests. Elsevier.

Quezel, P., & Médail, F. (2003). Que faut-il entendre par " forêts méditerranéennes"? *Forêt méditerranéenne*, 24(1), 11-31.

Ramade, F. (1984). Éléments d'écologie : écologie fondamentale. Paris : McGraw-Hill.

Ramade, F. (2005). Éléments d'écologie : écologie fondamentale (3e éd.). Paris : Dunod.

Ramsar., 2019 (1)- Convention de Ramsar sur les zones humides. Mise à jour sur l'état des sites inscrits sur la Liste des zones humides d'importance internationale. 57e Réunion du Comité permanent Gland, Suisse, 24 au 28 juin 2019. 45 p

Saifouni a. Et bellatreche m., 2020- etat des lieux des zones humides algeriennes:typologie et inventaire. Algerian Journal of Arid Environment. Université Kasdi Merbah-Ouargla (Algérie). Volume 10, numéro 2, Décembre 2020. PP : 13-32

Saifouni a., 2009- État des lieux des zones humides et des oiseaux d'eau en Algérie. Description et cartographie des habitats de l'avifaune aquatique nicheuse du lac Tonga (El-Kala). Thèse Magister, ENSA, El-Harrach, Alger, 272 p, annexes

Saifouni a., bellatreche m. Et chebouti-m n., 2020- Identification Et Cartographie Des Habitats Naturels Du Lac Tonga (El-Kala, Algérie). Revue Agrobiologia (2020) 10(1).Université de Blida. 12 p

Sauvage, C. (1961). Recherches géobotaniques sur les suberaies marocaines. Rabat : Service de la Recherche Forestière.

Skinner j. Et zalewski S., 1995- Fonctions et valeurs des zones humides méditerranéennes. Conservation des zones humides méditerranéennes, vol. 2, Ed. MedWet/Station Biologique Tour du Valat, Arles, France, 78 p

UNESCO-FAO. (1963). Bioclimatic Map of the Mediterranean Zone. Paris : UNESCO.

ANNEXES



Photo 1 : la végétation dans la station de Douaima



Photo 4 : lac de Douaima



**Photo 5 : le pâturage dans la station de
Douaima**



Photo 6 :Le lâcher des décombres urbains dans la station



Photo 7 : L'œuf des échassiers



Photo 8 : plaque indiquant la nécessité de protection de la zone humide de Douaima

RESUME

Notre étude porte sur l'analyse floristique et bioclimatique de la zone humide saline de Douaïma, wilaya d'Aïn Témouchent. L'objectif principal est de reconnaissance de la biodiversité végétale halophytique de ce site avec une meilleure connaissance de cet écosystème en vue de sa conservation.

L'analyse bioclimatique, basée sur les indices de De Martonne, de Bagnouls et Gaussen et le climagramme d'Emberger, révèle un climat de type semi-aride à hiver chaud, caractérisé par une saison sèche d'environ six mois et demi, imposant à la végétation un stress hydrique prononcé.

Alors que l'analyse floristique a permis de recenser 55 espèces végétales réparties en 19 familles. Les familles dominantes sont les Asteraceae (23,63 %), les Poaceae (20 %) et les Amaranthaceae (9,09 %). L'analyse des types biologiques révèle une dominance des thérophytes (43,7 %) et des herbacées annuelles (56,36 %), traduisant une adaptation de la végétation aux conditions contraignantes du milieu. Le cortège floristique présente une affinité biogéographique majoritairement méditerranéenne (61,1 %).

La zone de Douaïma constitue un patrimoine halophytique d'une réelle valeur écologique, dont la protection et la gestion durable s'imposent comme une nécessité face aux pressions climatiques qui menacent son équilibre.

Mots-clés : zone humide, halophytes, flore, bioclimat, thérophytisation, Douaïma, Aïn Témouchent, Algérie.

Abstract

This study focuses on the floristic and bioclimatic analysis of the saline wetland of Douaïma, in the wilaya of Aïn Témouchent. The main objective is to identify the halophytic plant biodiversity of this site and to contribute to a better understanding of this ecosystem for conservation purposes.

The bioclimatic analysis, based on the De Martonne index, the Bagnouls and Gaussen ombrothermic method, and Emberger's climagram, reveals a semi-arid climate with a hot winter, characterized by a dry season lasting approximately six and a half months, imposing significant water stress on the vegetation.

The floristic analysis identified 55 plant species belonging to 19 families. The dominant families are Asteraceae (23.63%), Poaceae (20%), and Amaranthaceae (9.09%). The analysis of biological types shows a dominance of therophytes (43.7%) and annual herbaceous plants (56.36%), reflecting the adaptation of vegetation to the harsh environmental conditions. The floristic assemblage shows a predominantly Mediterranean biogeographical affinity (61.1%).

The Douaïma wetland represents a halophytic heritage of significant ecological value, whose protection and sustainable management are essential priorities in the face of climatic pressures threatening its balance.

Keywords: wetland, halophytes, flora, bioclimate, therophytization, Douaïma, Aïn Témouchent, Algeria.

ملخص

تتناول هذه الدراسة التحليل الفلوري والمناخي الحيوي للمنطقة الرطبة المالحة لدوايمة، ولاية عين تموشنت. يتمثل الهدف الرئيسي في التعرف على التنوع النباتي الهالوفيتي لهذا الموقع والمساهمة في تحسين معرفة هذا النظام البيئي بغرض الحفاظ عليه.

كشف التحليل المناخي الحيوي، المستند إلى مؤشر دي مارتون، والرسم البياني الأمطاري الحراري لباينولز وغوسن، ومخطط إمبرجييه، عن مناخ شبه جاف ذي شتاء حار، يتميز بموسم جاف يمتد لنحو ستة أشهر ونصف، مما يفرض على النباتات ضغطاً مائياً حاداً.

أما التحليل الفلوري فقد أتاح تسجيل 55 نوعاً نباتياً موزعة على 19 فصيلة. وتُهيمن على المشهد النباتي فصيلة النجمية بنسبة (23,63 %)، تليها النجيليات (20 %)، ثم الرمرامية (9,09 %). ويكشف تحليل الأشكال البيولوجية عن هيمنة الثيروفيتات (43,7 %) والأعشاب الحولية (56,36 %)، مما يعكس تكيف الغطاء النباتي مع الظروف البيئية القاسية. كما يُظهر التركيب الجغرافي النباتي غلبة واضحة للعنصر المتوسطي. (61,1 %)

تُمثل منطقة دوايمة إرثاً نباتياً هالوفيتياً ذا قيمة إيكولوجية حقيقية، تستوجب حمايته وإدارته المستدامة في مواجهة الضغوط المناخية التي تهدد توازنه.

الكلمات المفتاحية: منطقة رطبة، هالوفيتات، فلورا، مناخ حيوي، تحوّل حولي، دوايمة، عين تموشنت،

الجزائر.