



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEURE ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
جامعة باجي مختار - عنابة
UNIVERSITE BADJI MOKHTAR - ANNABA

FACULTE DES SCIENCES
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

THESE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE DOCTORAT ES SCIENCES

Spécialité:
Biologie animale

Intitulée

Ecologie et statut phénologique des oiseaux d'eau des zones humides de la wilaya de Naama (Ouest de l'Algérie)

Présentée par:
M. BENARADJ Abdelkrim

Membres de Jury:

M. BENSOUILAH Mourad Abdelkrim	Pr.	Président	Université d'Annaba
M. HOUHAMDI Moussa	Pr.	Directeur de thèse	Université de Guelma
M. OUAKID Mohamed-Laid	Pr.	Co-Directeur de thèse	Université d'Annaba
M. CHAGRA Ali	Pr.	Examinateur	UFC - Centre Annaba
Mme. ADJAMI Yasmine	MCA	Examinatrice	Université d'Annaba
Mme. RIZI Hadia	MCA	Examinatrice	Université d'El-Tarf

Remerciements

Louange à Dieu, Seigneur tout puissant de m'avoir aidé pour venir au terme de ce travail et de surmonter toutes les difficultés et de m'avoir accordé ce privilège pour suivre le chemin de la science et du savoir.

*J'adresse mes sincères remerciements à Mr **HOUHAMDI Moussa**, Professeur à l'Université de Guelma, pour la confiance qu'il m'a témoignée en acceptant la direction scientifique de mon travail doctoral, ainsi que pour la grande autonomie qu'il m'a accordé. Sa rigueur intellectuelle, son enthousiasme et ses suggestions pertinentes dans la recherche et surtout sa disponibilité. Qu'il trouve ici l'expression de ma profonde gratitude pour sa passion à la recherche qu'il a su me transmettre.*

*Je profite de remercier pour la même occasion, mon co-directeur de thèse, Mr **OUAKID Mohamed-Laid** Professeur à l'Université de Annaba, qui m'a soutenu tout au long de ce travail. Soyez assuré monsieur de ma profonde gratitude*

*Je suis particulièrement reconnaissant à Prof. **BENSOUILAH Mourad Abdelkrim**, pour l'honneur qu'il m'a fait d'avoir accepté la présidence du jury de ma thèse. Qu'il soit assuré de ma respectueuse considération.*

*Je remercie également Mme **ADJAMI Yasmine**, Mme **RIZI Hadia** et le Prof. **CHAGRA Ali**, en acceptant d'être les examinateurs de ce travail. Très heureux de bénéficier de leurs recommandations et je tiens à leur exprimer ma sincère reconnaissance pour le temps accordé à l'évaluation de cette thèse.*

Je tiens aussi à remercier toutes les personnes de la direction des services agricoles, de la direction de l'hydraulique, de la conservation des forêts et de l'environnement de la wilaya de Naâma pour leur appui,

La thèse est loin d'être un travail solitaire, Merci à tous ceux qui m'ont aidé de près et de loin durant ces années de recherche et d'études.

Liste des Abréviations

A.N.A.T	Agences National de l'Aménagement Territoire
APG	Angiosperms Phylogeny Group.
A.S.G.A.	Agence du Service Géologique de l'Algérie.
A.N.R.H.	Agence Nationale des Ressources Hydriques.
AS1	Sous secteur de l'Atlas Saharien Oranais.
B.N.E.D.E.R.	Bureau National d'Etudes pour le Développement Rural.
CAR/PAP	Centre d'activités régionales du programme d'actions prioritaire
COP	Conférence des Parties contractantes ()
C.R.S.T.R.A.	Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides.
C.F.	Conservation des Forêts.
D.E :	Direction de l'Environnement.
D.G.F.	Direction Générale des Forêts.
D.P.S.B.	Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires de la wilaya de Naâma.
D.S.A	Direction des Services Agricoles.
F.A.O	Food and Agriculture Organization
F.N.R.D.A.	Fonds National de Régulation et Développement Agricole
HPO	Hautes Plaines Oranaises.
I.G.N.	Institut Géologique National.
IGM	Institute Géographique Militaire.
I.N.S.I.D.	Institut National des Sols, Irrigation et Drainage.
J.O.R.A.	Journal Officiel de la République Algérienne Démocratique et Populaire.
M.A.T.E.	Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement.
MEA	Millennium Ecosystem Assessment
O.N.M.	Office National de la Météorologie.
O.R.S.T.O.M.	Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer.
PNDA	Plan National de Développement Agricole.
PNUD	Programme des Nations Unies pour le Développement.
RGPH	Recensement Général de la Population et de l'Habitat.
SCR	Secrétariat de la Convention de Ramsar,
T.A.D.	Agence Territoire- Aménagement- Développement.
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization.

Liste des figures

Figure 1.	Carte de situation géographique de la région d'étude	006
Figure 2.	Carte des grands ensembles biogéographiques de la région d'étude.	011
Figure 3.	Carte géologique de la région d'étude	005
Figure 4.	Carte de répartition des zones humides mondiales figurant sur la liste Ramsar (Ramsar, 2011 in Chekchaki, 2012).	034
Figure 5.	Carte de répartition des 50 sites classés sur la liste Ramsar des zones humides en Algérie (DGF, 2007 modifié par Sarri, 2017)	039
Figure 6.	Carte de répartition des Zones humides dans la wilaya de Naama	042
Figure 7.	Photos des Zones humides classées (a-Oasis (Moghrar & Tiout) ; b- Le cirque de Aïn Ouarka (Asla) ; lac de Oglat Eddaira (Ain Ben Khellil)	043
Figure 8.	Zones humides non classées (a-Roudassa (Mécheria) ; b- Brazia (Kasdir) ; Messakhskha (Kasdir)	044
Figure 9.	Localisation géographique de la zone humide « Les oasis de Moghrar et Tiout »	046
Figure 10.	Cartes thématiques de la zone humide des « oasis de Moghrar et Tiout » (a-Géologique, b-Hydrologique, c-Géomorphologique)	050
Figure 11.	Situation géographique de Cirque d'Ain Ouarka (Asla, Nâama)	052
Figure 12.	Cartes thématiques de la zone humide de « Cirque d'Ain Ouarka » (a-Géologique, b-Hydrologique, c-Géomorphologique)	057
Figure 13.	Localisation géographique de la zone humide « Oglat Ed-daira »	058
Figure 14.	Cartes thématiques de la zone humide d' « Oglat Ed-daïra » (a-Géologique, b-Hydrologique, c-Géomorphologique)	062
Figure 15.	Localisation des stations d'étude (Zone humides a- Oasis de Moghrar & Tiout b- Cirque d'Ain Ouarka c- Oglat Ed-daira)	065
Figure 16.	Organigramme de Différentes étapes chronologiques du Protocole expérimental	067
Figure 17.	Pluviométrie dans la région de Naama	085
Figure 18.	Précipitation saisonnière des stations (Mécheria, Naâma & Ain Sefra) pour les 2 périodes (1918-1938 & 1992-2021)	087
Figure 19.	Variation des températures Max et Min des stations (1992-2021)	089
Figure 20.	Variation des Climagramme pluviothermique d'Emberger des stations de Mécheria, Naâma et Ain Séfra	091
Figure 21.	Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) des stations (Mécheria, Naama & Ain Séfra)	093
Figure 22.	Exploitation de la végétation par l'avifaune (a- Nid sur <i>Tamarxi gallica</i> , b-Nid avec des oisillons sur une touffe de <i>Hammada scoparia</i>)	095
Figure 23.	Groupements végétaux dans la zone humide « Oglat Ed-daira »	097
Figure 24.	Groupements végétaux dans la zone humide « Cirque d'Ain Ouarka »	097
Figure 25.	Groupements végétaux dans la zone humide « Oasis de Moghrar & Tiout »	098
Figure 26.	État de recouvrement de la végétation dans la zone humide d'Oglat Ed-daira	100
Figure 27.	Plan d'eau dans les stations d'étude (a-Moghrat & Tiout ; b- Ouarka ; c- Oglat Ed-daira)	101
Figure 28.	Répartition des espèces par types biologiques dans la région d'étude	102
Figure 29.	Exemples des espèces phanérophyles (a- <i>Tamarix gallica</i> ; b- <i>Pistacia atlantica</i> ; c- <i>Ceratonia siliqua</i>)	107

Figure 30.	Exemples des espèces végétales dans les endroits très humides (a-Oglat Ed-daira ; b-Oasis de Tiout)	110
Figure 31.	Typologie de système de culture oasien à trois étages dans l'oasis de Naama	115
Figure 32.	Agrodiversité des espèces cultivées dans les oasis de Moghrar et Tiout (Palmier dattier, Arboriculture, Cultures Maraichères et Fourragère)	117
Figure 33.	Distribution des espèces d'oiseaux d'eau recensées dans la zone d'étude par catégories fauniques (Selon Voous, 1960)	122
Figure 34.	Régime alimentaire des espèces observées dans les zones humides	125
Figure 35.	Type d'alimentation dans l'eau du lac Oglat Ed-daira pour les oiseaux d'eau	126
Figure 36.	Statut phénologique de l'avifaune aquatique recensée dans la zone d'étude	129
Figure 37.	Le tadorne casarca (<i>Tadorna ferruginea</i>) dans la zone humide d'Oglat Eddaira	131
Figure 38.	Évolution de l'abondance du Tadorne casarca <i>Tadorna ferruginea</i> à Oglat Eddaira (Ain Ben Khilil) en 2017/2018 (bleu), 2018/2019 (rouge) et 2019/2020 (vert)	134
Figure 39.	Bilan des activités à rythme diurne du Tadorne casarca (<i>Tadorna ferruginea</i>) à Oglat Eddaira (Ain Ben Khilil) en 2017/2018, 2018/2019 et 2019/2020.	134
Figure 40.	Évolution des schémas d'activité diurne du Tadorne casarca (<i>Tadorna ferruginea</i>) dans la zone humide d'Oglat Eddaira (Ain Ben Khilil) en 2017/2018, 2018/2019 et 2019/2020. A : alimentations sur les berges ; B : alimentation dans l'eau ; C : toilettage ; D : nage ; E : sommeil ; F : vol.	137
Figure 41.	Analyse (CA) plan factoriel 1×2 des rythmes diurnes des activités du Tadorne casarca (<i>Tadorna ferruginea</i>) dans la zone humide d'Oglat Eddaira (Ain Ben Khilil) durant les années 2017/2018, 2018/2019 et 2019/2020.	139
Figure 42.	Facteurs menaçants de la zone humide « Oasis de Moghrar & Tiout	143
Figure 43.	Facteurs menaçants de la zone humide « Cirque d'Ain Ouarka	145
Figure 44.	Facteurs menaçants de la zone humide d'Oglat Ed-daira	146

Liste des tableaux

Tableau 1.	Répartition des daïrate et des communes de la wilaya de Naama	005
Tableau 2.	Évolution de la population de la wilaya de Naama entre 1977 et 2020	027
Tableau 3.	Répartition de la superficie agricole (Ha) dans la wilaya de Naama entre 2005 et 2020	029
Tableau 4.	Répartition du cheptel dans la wilaya de Naâma (1985-2020)	029
Tableau 5.	Critères de classification des zones humides selon la convention Ramsar	033
Tableau 6.	Répartition des zones humides mondiales selon la zone climatique	036
Tableau 7.	Principales régions prises en compte, pour la distribution des zones humides et les oiseaux d'eau en Algérie	040
Tableau 8.	Zones humides de la wilaya de Naâma	044
Tableau 9.	Coordonnées géographiques des deux oasis (Moghrar & Tiout)	045
Tableau 10.	Caractérisation de la zone humide	046
Tableau 11.	Évolution de la population (nombre d'habitants) dans les 2 communes (Moghrar et Tiout) entre 1977 et 2022 dans les deux communes (Tiout & Moghrar)	047
Tableau 12.	Coordonnées géographiques d'Oglat Ed दौरا	052
Tableau 13.	Caractérisation de la zone humide de « Cirque d'Ain Ouarka »	052
Tableau 14.	Évolution de la population de la commune d'Asla et le district d'Ouarka entre 1977 et 2022.	053
Tableau 15.	Répartition du cheptel dans la commune d'Asla (BNEDR, 1987, DPSB, 2016,	053
Tableau 16.	Coordonnées géographiques de la zone humide « d'Oglat Ed दौरا »	057
Tableau 17.	Caractérisation de la zone humide « Oglat Ed दौरا »	058
Tableau 18.	Évolution de la population dans la commune d'Ain Ben Khellil entre 1977 et 2022 dans les deux communes (Tiout & Moghrar)	059
Tableau 19.	Évolution du cheptel dans la région d'Ain Ben Khelil	059
Tableau 20.	Trois zones humides de la wilaya de Naama (Sud-Ouest d'Algérie)	064
Tableau 21.	Stations météorologiques de référence	068
Tableau 22.	Répartition des précipitations moyenne mensuelles en mm & des températures moyennes mensuelles en degré Celsius (°C) pour les stations de Mécheria, Ain Sefra, et Naâma P1 (1913-1938), P2 (1992-2021)	069
Tableau 23.	Valeurs des températures et pluviométrie moyennes P1 (1913-1938), P2 (1992-2021)	070
Tableau 24.	Valeurs de la continentalité thermique selon la méthode de Debrach (1953)	070
Tableau 25.	Régime saisonnier des trois stations	086
Tableau 26.	Nombre moyen annuel de jours d'enneigement des stations	087
Tableau 27.	La Continentalité Thermique des stations	089
Tableau 28.	L'Indice d'Aridité de Martonne	090
Tableau 29.	Valeurs du quotient pluviométrique	091
Tableau 30.	Formations végétales dans les trois zones humides	095
Tableau 31.	Recouvrement Moyen et la Richesse floristique dans les stations d'étude	099
Tableau 32.	Spectre biologique brut des stations d'étude	102
Tableau 33.	Liste des familles avec le nombre de genres et espèces dans la zone d'étude.	108
Tableau 34.	Proportion des types phytogéographiques de la flore de la zone d'étude	112
Tableau 35.	Liste des Espèces cultivées dans les oasis de Moghrar et Tiout	116
Tableau 36.	Comparaison de l'avifaune aquatique observée dans les zones humides classées de Naama entre la date de classement et la présente étude	118
Tableau 37.	Nombre d'espèces recensées par catégorie ornithologique dans la zone d'étude	120
Tableau 38.	Statuts juridique de conservation de l'avifaune aquatique	127

Résumé

La wilaya de Naâma (Sud-Ouest de l'Algérie) comporte plus de 27 plans d'eau, dont trois sont classées sites Ramsar. La première est composée des Oasis de Moghrrar et Tiout qui sont reliées par un important cours d'eau, l'Oued Namous. Elles se localisent sur le revers Sud des Monts des Ksour avec leurs regs, hamadas et oueds plus ou moins sec dans l'étage bioclimatique saharien caractérisé par de faibles précipitations (130 mm/an environ). La deuxième est le Cirque d'Ain Ouarka qui est situé au cœur des Monts des Ksours dans l'Atlas Saharien occidental. Le site fait partie de la commune d'Asla. La troisième zone humide est représentée par le lac d'Oglat Ed-daïra. Il est situé en pleine zone steppique aride à Aïn Ben Khelil. Il est à eau saumâtre et il est alimenté par les eaux de ruissellement des oueds temporaires.

L'objectif de cette étude est d'aboutir à une description qui vise à montrer l'importance de la richesse floristique et avifaunistique aquatique (oiseaux d'eau) dans les 3 zones humides classées dans la région de Naama. Ainsi pour Étudier l'écologie de l'hivernage et la biologie de reproduction des espèces aviennes fréquentant ces milieux de la wilaya de Naama et d'établir une check-list avec les statuts phénologiques des oiseaux d'eau.

La démarche adoptée est basée dans cette étude est basée sur une approche écologique classique, intégrant les facteurs abiotiques (climatique) et l'inventaire de la composante biotique constituée par la végétation et l'avifaune aquatique durant quatre années consécutives (2018-2021) au niveau de ces trois zones humides. L'analyse de la végétation consiste de réaliser un inventaire floristique à partir de relevés phytocécologiques selon la méthode de Braun-Blanquet. L'étude de l'avifaune aquatique a été établie suite à un suivi régulier des effectifs de cette avifaune, ce qui nous permis de définir leur statut phénologique, biogéographique, trophique et leur protection.

Les trois sites présentent une diversité floristique remarquable, avec 210 espèces végétales de spermaphytes répertoriées en 44 familles et 145 genres. La diversité floristique est très particulière du fait de sa caractérisation biologique, systématique. Cet examen fait ressortir l'importance des espèces endémiques grâce à une adaptation et une résistance favorables à ce bioclimat typiquement aride. D'un autre coté, ces zones humides ont abritées une diversité avienne aquatique très riche et compte 28 espèces appartenant 9 ordres et 11 familles. La famille des Anatidés domine largement en matière de richesse spécifique avec 11 espèces soit 39,28% où les Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*) sont les plus abondants. Les espèces d'oiseaux observés sont représentées en 3 catégories trophiques différentes. Les Consommateur d'invertébrés sont les plus représentées avec 15 espèces, soit 53,57 % plus de la moitié des espèces recensées. Le statut biogéographique montre que beaucoup d'oiseaux recensées ont une origine du Paléarctique (28,75%) et plus de la moitié sont protégées par la loi algérienne. Les 28 espèces appartiennent à 3 statuts phénologiques, 15 espèces Hivernantes sont soit 53,57% de l'ensemble de l'avifaune recensée, 11 espèces migratrices (39,29) et 2 espèces sédentaire soit 4,76%. Ainsi, ces zones humides constituent un patrimoine naturel remarquable en raison de leur richesse biologique (floristique et faunistique) et touristique très particuliers du fait de leur position géographique et climatique entre l'Atlas saharien et les plaines steppiques.

Mots clés : Naama, Zones humides, Oiseau d'eau, monitoring, phénologie, végétation, Ramsar.

Abstract

The wilaya of Naâma (south-west of Algeria) has more than 27 bodies of water, three of which are classified as Ramsar sites. The first is composed of the Oasis of Moghrar and Tiout which are connected by an important river, the Oued Namous. They are located on the southern side of the Ksour Mountains with their more or less dry regs, hamadas and wadis in the Saharan bioclimatic stage characterized by low rainfall (about 130 mm/year). The second is the Cirque d'Ain Ouarka which is located in the heart of the Monts des Ksours in the Western Saharan Atlas. The site is part of the municipality of Asla. The third wetland is represented by Lake Oglat Ed-daïra. It is located in the middle of the arid steppe zone in Aïn Ben Khelil. It is brackish water and is fed by runoff from temporary wadis.

The objective of this study is to lead to a description which aims to show the importance of the richness of flora and aquatic avifaunistic (water birds) in the 3 classified wetlands in the Naama region. Thus to study the ecology of wintering and the biology of reproduction of avian species frequenting these environments of the wilaya of Naama and to establish a checklist with the phenological status of waterbirds.

The approach adopted in this study is based on a classic ecological approach, integrating abiotic factors (climate) and the inventory of the biotic component constituted by vegetation and aquatic avifauna for four consecutive years (2018-2021) in level of these three wetlands. The analysis of the vegetation consists of carrying out a floristic inventory from phytocological records according to the Braun-Blanquet method. The study of the aquatic avifauna was established following a regular monitoring of the numbers of this avifauna, which allowed us to define their phenological, biogeographical, trophic status and their protection.

The three sites present a remarkable floristic diversity, with 210 plant species of spermatophytes listed in 44 families and 145 genera. The floristic diversity is very particular because of its biological, systematic characterization. This review highlights the importance of endemic species through favorable adaptation and resistance to this typically arid bioclimate.

On the other hand, these wetlands sheltered a very rich aquatic avian diversity and included 28 species belonging to 9 orders and 11 families. The Anatidae family largely dominates in terms of specific richness with 11 species or 39.28% where the Shelduck (*Tadorna ferruginea*) are the most abundant. The bird species observed are represented in 3 different trophic categories. Consumers of invertebrates are the most represented with 15 species, or 53.57%, more than half of the species recorded. The biogeographic status shows that many birds recorded have a Palearctic origin (28.75%) and more than half are protected by Algerian law. The 28 species belong to 3 phenological statuses, 15 wintering species representing 53.57% of the total avifauna recorded, 11 migratory species (39.29%) and 2 sedentary species representing 4.76%. Thus, these wetlands constitute a remarkable natural heritage due to their very particular biological (floristic and fauna) and tourist wealth due to their geographical and climatic position between the Saharan Atlas and the steppe plains.

Keywords: Naama, Waterbird Wetlands, monitoring, phenology, vegetation, Ramsar.

الملخص

تتوفر ولاية النعامة (جنوب غرب الجزائر) على أكثر من 27 مسطحا مائيا، ثلاثة منها مصنفة ضمن مواقع رامسار. الأولى تتألف من واحة المغرار وتيوت التي يرتبطان بواد مهم هو وادي الناموس. وهي تقع على الجانب الجنوبي من جبال القصور، وتتميز بمناطقتها الجافة والحمادات والأودية في المرحلة المناخية الحيوية الصحراوية التي تتميز بانخفاض هطول الأمطار حوالي 130 ملم في السنة. و المنطقة الثانية هو سيرك عين ورقة الذي يقع في قلب جبال القصور في أطلس الصحراوي الغربي، حيث. هذا الموقع جزء من بلدية عسلة. أما المنطقة الرطبة الثالثة فتمثلها بحيرة عقلة الدايرة و التي. تقع وسط منطقة السهبية جافة بعين بن خليل. والتي تتوفر على مياه قليلة الملوحة وتتغذى بالجريان السطحي من الأودية المؤقتة.

إن الهدف من هذه الدراسة هو الوصول إلى وصف يهدف إلى إظهار أهمية ثراء النباتات والطيور المائية في المناطق الرطبة الثلاثة المصنفة عالميا في منطقة النعامة. وبالتالي دراسة بيئة الشتاء وبيولوجيا تكاثر أنواع الطيور المترددة على هذه البيئات لولاية النعامة ووضع قائمة مرجعية للحالة الفينولوجية للطيور المائية. يعتمد المنهج المتبع في هذه الدراسة على المنهج البيئي الكلاسيكي، الذي يجمع بين العوامل المناخية وحصر المكون الحيوي المكون من الغطاء النباتي والطيور المائية لمدة أربع سنوات متتالية (2018-2021) على مستوى هذه المناطق الرطبة الثلاثة. يتكون تحليل الغطاء النباتي من إجراء جرد النباتات من السجلات البيئية النباتية وفقًا لطرق البحث تقييم النباتات. تم إنشاء دراسة الحيوانات المائية بعد الرصد المنتظم لأعداد هذه الطيور، مما سمح لنا بتحديد حالتها الفينولوجية والجغرافية الحيوية والتغذية وحمايتها.

تمثل هذه المناطق الثلاثة بتواجد تنوعًا نباتيًا ملحوظًا، حيث تضم 210 نوعًا نباتيًا من النباتات المنيوية المدرجة في 44 عائلة و145 جنسًا. يعد التنوع الزهري خاصًا جدًا بسبب خصائصه البيولوجية والمنهجية. تسلط هذه الدراسة الضوء على أهمية الأنواع المستوطنة من خلال التكيف والمقاومة الملانمة لهذا المناخ الحيوي الجاف عادةً.

من ناحية أخرى، كانت هذه الأراضي الرطبة تؤوي تنوعًا غنيًا جدًا من الطيور المائية وتضمنت 28 نوعًا تنتمي إلى 9 رتب و11 عائلة. تهيمن عائلة البطية إلى حد كبير من حيث الثراء النوعي مع 11 نوعًا أو 39.28% حيث يكون بط أبو فرة هو الأكثر وفرة. يتم تمثيل أنواع الطيور التي تمت ملاحظتها في 3 فئات غذائية مختلفة. مستهلكو اللافقاريات هم الأكثر تمثيلًا بـ 15 نوعًا، أو 53.57%، أي أكثر من نصف الأنواع المسجلة. يظهر الوضع الجغرافي الحيوي أن العديد من الطيور المسجلة لها أصل قطبي قديم (28.75%) وأكثر من نصفها محمي بموجب القانون الجزائري. تنتمي الأنواع الـ 28 إلى 3 حالات فينولوجية، 15 نوعًا شتويًا تمثل 53.57% من إجمالي الطيور المسجلة، و11 نوعًا مهاجرًا (39.29) ونوعين مستقرين يمثلان 4.76% وبالتالي، تشكل هذه الأراضي الرطبة تراثًا طبيعيًا رائعًا بسبب ثروتها البيولوجية (الزهرية والحيوانية) والسياحية الخاصة جدًا بسبب موقعها الجغرافي والمناخي بين الأطلس الصحراوي وسهول السهوب.

الكلمات المفتاحية: النعامة، المناطق الرطبة، الطيور المائية، الرصد، الفينولوجيا، الغطاء النباتي، رامسار.

Table des Matières

Introduction générale	001
-----------------------------	-----

Première partie :**Analyse bibliographique****Chapitre I:****Étude et analyse du milieu physique de la wilaya de Naama**

Introduction	004
I.1- Présentation générale de zone d'étude (wilaya de Naâma)	005
I.1.1- Organisation administrative	005
1. Localisation géographique de la zone d'étude.....	005
I.1.3- Spécificité de la wilaya de Naâma	006
I.2. Cadre géomorphologique	007
3. Cadre géologique	012
4. Cadre pédologique	017
5. Cadre hydrogéologique	022
6. Cadre socioéconomique	026
Conclusion	030

Chapitre II:**Aperçu général sur les zones humides en Algérie et présentation des zones humides classées dans la région de Naama (Sud-ouest d'Algérie)**

II.1. Aperçu général sur les zones humides en Algérie	031
II.1.1. Zones humides, Convention et Critères de classification Ramsar	031
II.1.2. Fonctions et valeurs des zones humides	034
II.1.3. Répartition géographique des zones humide	036
II.1.3.1- Dans le monde	036
II.1.3.1- En Méditerranée	037
II.2. Les zones humides En Algérie	038
II.2.1. Distribution des zones humides algériennes par région écologiques	040
II.2.2. Typologie des habitats de zones humides d'Algérie	040
II.3. Les zones humides de la région de Naama (Sud-ouest d'Algérie)	041
II.2. Présentation des zones humides classées dans la région de Naama	045
I.2.1. Zone humide des Oasis de Moghrar et de Tiout	045
II.2.2. Zone humide de Cirque d'Ain Ouarka (Asla)	051
II.2.3. Zone humide « d'Oglat ed-daira » (Ain Ben Khelil)	057

Deuxième partie:**Étude Expérimentale****Chapitre I:****Matériels & Méthodes**

Introduction	063
I.1. Présentation des stations d'étude « trois zones humides classées »	064
I.2. Approche Méthodologique	066
I.3. Étude bioclimatique	068
I.3.1. Présentation de la station météorologique de référence	068
I.3.2. Présentation des données climatiques	069
I.3.2.1. La pluviométrie & Températures	069
I.3.3. Calcul des différents paramètres climatiques	070
3.1. Calcul de l'indice d'aridité de Martonne	070
I.3.2. Régime saisonnier	070
I.3.3. Synthèse climatique	070
I.3.3.1- Le quotient pluviothermique	071
I.3.2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen	071

I.4. Étude floristique	072
I.4.1. Réalisation des relevés floristiques	072
I.4.2. Structure de l'échantillonnage	073
I.4.3. Méthodes d'étude	073
I.4.3.1- Détermination floristique	073
I.4.3.1.1- Les flores et catalogues utilisés	073
I.4.3.1.2- Nomenclature	074
I.4.3.2- Étude quantitative	074
I.4.3.2.1- Mesure du recouvrement de la végétation	074
I.4.3.2.2 - Richesse floristique	075
I.4.3.3- Étude qualitative par l'analyse de la composition floristique	076
I.4.3.3.1 - Caractérisation biologique	076
I.4.3.3.2- Caractérisation systématique	076
I.4.3.3.3- Caractérisation phytogéographique (phytochories)	076
I.5. Étude faunistique (avifaune aquatique)	078
I.5.1. Matériels utilisés	078
I.5.2. Méthode d'étude	078
I.5.3.1. Périodes d'observation	078
I.5.3.2. Identification taxonomique faunistique	079
I.5.3.3. Statut phénologique	079
I.5.3.4. Statut de protection	079
I.5.3.5. Le dénombrement des oiseaux d'eau	079
I.5.3.5.1. Techniques de dénombrement des oiseaux d'eau	080
I.5.3.5.2. Occupation spatio-temporelle	081
I.5.3.5.3. Techniques d'étude des rythmes d'activités diurnes ou budget temps	082
I.5.3.5.4. Traitement statistique	083

Résultats & Discussion

Chapitre I:		
	Étude climatique	084
Introduction		084
II.1. Paramètres climatiques de la zone d'étude		084
I.1.1. La pluviométrie		085
I.1.2. Régime saisonnier		086
I.1.3. La neige		087
II.1.2. Températures		088
II.2.3. Les vents		089
II.2. Les indices bioclimatiques		089
II.2.1. La Continentalité Thermique		089
II.2.2. L'Indice d'Aridité de Martonne		090
II.3. Synthèse climatique		090
II.3.1. Le quotient pluviothermique		090
II.3.3. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1955)		092
Conclusion		093
Chapitre II:		
	Étude Floristique	095
Introduction		095
II.1. Analyse quantitative de la végétation (recouvrement et Richesse floristique)		099
II. 2. Analyse qualitative de la composition floristique		102
II.2.1- Caractérisation biologique		102
II.2.2- Caractérisation systématique		107
II.2.3- Caractérisation biogéographique		111
II.2.4- Caractérisation de l'agrosystème dans les oasis de Moghrar et Tiout		114

Chapitre III :**Étude faunistique**

Introduction	117
III.1. Richesse spécifique et évolution de l'abondance des oiseaux d'eau	119
III.2. Systématique	120
III. 3. Caractérisation biogéographique (Types fauniques) de l'avifaune aquatique observée	122
III.4. Statut Trophique des oiseaux d'eau observés	124
III.5. Statut de protection	127
III.6. Statut phénologique des oiseaux d'eau observés	129
III.7. Etude de cas des oiseaux d'eau : « Etude la phénologie et comportement diurne du tadorne casarca (<i>Tadorna ferruginea</i>) dans la zone humide d'Oglat Eddaira (Ain Ben Khelil) ».....	131
III.7.1. Évolution de la population (nombre d'oiseaux)	133
III.7.2. Étude du comportement diurne	134
III.7.3. Traitement statistique multivarié des rythmes d'activité diurnes	138

Chapitre IV :**Menaces et perspectives de développement des zones humides dans la région de Naama**

Introduction	140
VI.1. Identification des menaces et les Facteurs défavorables affectant les caractéristiques écologiques des zones humides de la région de Naama	140
VI.1.1. Cas de la zone Humide « Oasis de Moghrar et Tiout »	141
VI.1.2. Cas de la zone Humide de « Cirque d'Ain Ouarka »	144
VI.1.3. Cas de la zone Humide d' « Oglat Ed-daira »/Ain Ben Khelil	145
VI.2. Mesures de Conservation et de gestion	147
VI.2.1. Cas de la zone Humide « Oasis de Moghrar et Tiout »	148
VI.2.2. Cas de la zone Humide de « Cirque d'Ain Ouarka »	149
VI.2.3. Cas de la zone Humide d' « Oglat Ed-daira »/Ain Ben Khelil	150
Conclusion	150

Conclusion générale	151
---------------------------	-----

Introduction Générale

Introduction générale

Lorsque l'Homme a pris conscience de la valeur de son environnement, son attitude envers la nature a complètement changé. Il a préoccupé de la disparition ou de la quasi-disparition des espèces, mais au cours des dernières décennies ce ne sont plus des espèces isolées qui disparaissent mais des écosystèmes entiers qui sont modifiés avec leur flore et leur faune (**Lévêque et Mounolou, 2001**).

Aujourd'hui, à l'échelle mondiale les différents écosystèmes bénéficient d'une véritable protection à travers l'élaboration des programmes de conservation de la nature (**Lévêque et Mounolou, 2001**). Les zones humides occupent environ 05% des terres émergées. Ils font parties des écosystèmes qui ont besoin d'être gérés de façon à conserver leurs grandes variétés de valeurs et de fonctions (**Fustec et al., 2000**). Le monde admet l'importance et la fragilité de ces zones spéciales, dont beaucoup font partie du réseau international de zones humides de la Convention de Ramsar, ou d'une pléthore de désignations nationales ou locales (**CAR/PAP, 2019**). Elles sont définies selon la convention du Ramsar comme toute zone caractérisée par la présence d'eau, qu'elle soit naturelle ou artificielle, permanente ou temporaire, douce ou salée ou saumâtre, y compris les milieux tels que les marécages, les étangs, les prairies et les vallées (**SCR, 2016**).

Dans la région méditerranéenne, les étendues humides les plus communes sont les marais temporaires, les deltas et les lagunes. La plupart des zones humides du bassin méditerranéen sont situées à basse altitude et sont principalement côtières. Les zones humides couvrent environ 20 millions d'hectares dans les 27 pays méditerranéens. Près de 19 % de cette zone est constituée de zones humides marines (zones maritimes de moins de 6 m de profondeur à marée basse - à l'exception des estuaires et des battures). La majorité (81 %), y compris les estuaires et les zones de marées (mais pas les oasis), sont définies comme des zones humides terrestres (**CAR/PAP, 2019**). Ces zones humides figurent parmi les écosystèmes les plus productifs. Elles fournissent des services essentiels, depuis la régulation des inondations à l'approvisionnement en eau. Elles constituent des réservoirs de biodiversité et présentent un intérêt touristique certain (**Alessio, 2022**).

L'Algérie par sa position géographique dans le méditerrané, sa configuration physique et la diversité de son climat lui confèrent une importante richesse des zones humides. Elle se caractérise par la présence d'un écosystème riche et diversifié, composé de zones humides, de zones d'eau douce et de vallées. L'Algérie a adhéré à la Convention de Ramsar en 1982, compte actuellement plus de 2.300 zones humides (naturelles et artificielles) dont 50 sites couvrent une superficie totale de près de 3 millions d'hectares ; classées, comme sites d'importance internationale sur la liste Ramsar (**Boumezbeur, 2001 ; DGF, 2004 ; DGF, 2010 ; SCA, 2018**).

Les zones humides algériennes se distinguent par une étonnante diversité dont certaines sont d'une indéniable originalité. Avec ces classements, la communauté internationale a pu découvrir des zones humides d'un genre exceptionnel comme les oasis ou encore les «gueltas», ces résurgences miraculeuses d'eaux souterraines, blotties dans le sein des massifs sahariens, dans la région la plus aride de la planète.

L'Algérie a pris conscience de l'exceptionnel patrimoine que constituent les zones humides algériennes. Leur diversité est remarquable et unique en Afrique du Nord. Elle a ratifié la Convention Ramsar en 1982, pour la protection des zones humides, en adoptant la politique du renouveau rural, qui prône le développement rural sur la base d'une meilleure appréciation de l'espace d'intervention et de l'utilisation rationnelle des ressources naturelles (**Amara, 2010**). Elle inscrit les deux premiers sites : le Lac Oubeïra et le Lac Tonga qui sont également des zones intégrales du Parc national d'El Kala, dans la wilaya d'El-Tarf à l'extrême nord-est du pays.

Le territoire de Naama objet de l'étude, est situé entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien dans sa partie occidentale de l'Algérie. Il s'étend sur un vaste territoire de 3 millions d'hectares (29.514,10 km²) à climat de plus en plus aride. Naama recèle d'importantes potentialités hydriques superficielles et souterraines, tout particulièrement autour des chotts El Chergui et El Gharbi, dans le synclinal de Naâma et dans la vallée d'Ain Sefra-Tiout ; couvre, ainsi, d'importantes bio-ressources (végétales, animales) réparties sur les plaines steppiques, les montagnes, les chotts et l'espace présaharien et saharien. Le territoire présente un fort intérêt au niveau de la biodiversité, mis en évidence les grandes unités écologiques suivantes : parcours steppiques inter-montagneuses encore bon état de conservation, les zones humides : oasis/palmeraies, chotts, dayas, lacs, barrages avec pour certain des classements Ramsar comme le cas d'Ain Ourka. Oasis de Tiout et Moghrar, Les Djebels boisés tel que Djebel Aissa, Les massifs boisés par les forêts de pins d'Alep héritage du Barrage vert, La diversité paysagère lorsqu'il y a alternance de milieux riches en végétation, D'oasis, de zones humides et désertiques, Les gravures rupestres et les Ksour témoins d'une biodiversité du passé (**MATE, 2013**).

La wilaya de Naama est nantie de trois zones humides d'importance internationale, inscrites par leurs critères dans la liste de la Convention de Ramsar : « Le cirque d'Aïn Ouarka », « Les palmeraies de Tiout et de Moghrar » ainsi que « Le lac de Oglat Ed दौरa », dans la commune d'Aïn Ben Khelil.

Les trois zones humides, but de notre thèse, semblent contenir, en raison de la complexité des écosystèmes qu'elles renferment une biodiversité de valeur patrimoniale particulière dans le Sud-ouest. Elles accueillent périodiquement des oiseaux aquatiques, migrateurs et hivernants. Hormis ces merveilleux sites qui constituent un patrimoine naturel assez significatif, en raison de leur richesse biologique, de leur avifaune sauvage et de leur attrait touristique.

Ce travail porte sur l'étude des milieux insulaires représente des zones humides d'une très grande importance car c'est le premier pied à terre pour l'avifaune nicheuse quand elle effectue sa migration annuelle du nord (pays froids) vers le sud (pays chauds).

L'objectif de cette étude est d'aboutir à une description qui vise à :

- Montrer l'importance de la richesse avienne et floristique dans les zones humides classées dans la région de Naama ;
- Étudier l'écologie de l'hivernage et la biologie de reproduction des espèces aviennes fréquentant ces milieux de la wilaya de Naama, établir une check-list et le statut phénologique des oiseaux d'eau avec évaluation de la biologie de reproduction des espèces phares et les espèces clés nicheuses dans cette région afin de caractériser son biotope ;
- Réaliser des recherches sur l'écologie de l'avifaune nicheuse dans les milieux insulaires de le Sud-Ouest de l'Algérie (Naama) nous permet de :
- Connaître la biodiversité de ces zones, l'évaluer afin de l'améliorer ou de la protéger ;
- Évaluer l'état de ces écosystèmes afin d'apporter ou de préserver leurs équilibres ;

Toutes ces approches vont nous permettre de mieux maîtriser la caractérisation écologique des zones humides de la région de Naama. C'est pour répondre à un certain nombre de ces préoccupations qu'a été initiée cette étude qui intègre une vision contribuent un tant soit peu à la reconnaissance de l'investigation écologique en milieu aride à anthropique significatif, comme outil de préservation de la biodiversité.

Notre travail est structuré en deux parties bien distinctes :

- ✓ La première partie met en relief une synthèse bibliographique, s'articule en deux chapitres, dont le premier est consacré à la présentation générale du milieu d'étude; avec une approche socio-économique et dynamique de la population et de ses activités de la région de Naama. Le second chapitre présentera un aperçu sur les zones humides d'une part et caractéristiques des zones humides de la région de Naama d'autre part.
- ✓ La deuxième partie est consacrée sur une étude expérimentale décrit premièrement la méthodologie suivie à l'étude de l'occupation spatio-temporelle de la végétation et l'avifaune aquatique dans les zone humide durant la période d'étude (2018-2020).

Elle est associée par plusieurs approches dont bioclimatique, floristique, faunistique décrivant la biologie de l'avifaune aquatique rencontrée dans la zone d'étude.

Enfin, une conclusion générale synthétisera les points essentiels de ce travail ainsi que les perspectives de recherches futures.

Synthèse Bibliographique

Chapitre I:

Étude et analyse du milieu physique de la wilaya de Naama

Introduction

La connaissance des données du milieu physique sous ses différentes formes est essentielle dans la compréhension des phénomènes liés aux différents aspects du milieu et de ses composants.

L'analyse du milieu naturel doit nous permettre d'identifier et de caractériser les potentialités et les contraintes physiques ainsi que leur interaction et variation géographiques.

Elle permettra d'apprécier l'utilisation actuelle des ressources et des potentialités du milieu physique.

Elle a pour finalité de disposer de tous les éléments de base permettant l'élaboration d'un nouvel aménagement de l'espace, orienté vers une utilisation optimale et équilibre des ressources naturelles.

Pour cela l'approche méthodologique suivie pour la collecte des données était axée sur deux principales sources d'informations:

- données bibliographiques explicatives des informations existantes à savoir:
- statistiques (agricoles, démographiques, cheptel)
- Etudes et thèses
- Cartographie
- Imagerie satellitaires

Ceci nous permet d'établir un diagnostic de la zone, en dégagant les contraintes et les potentialités en vue de faire des propositions d'aménagement et de développement.

L'approche du milieu naturel se fera sur la base de l'analyse des facteurs suivants:

- Présentation générale de zone d'étude (wilaya de Naâma)
- Cadre géomorphologique
- Cadre géologique
- Cadre pédologique
- Cadre hydrographique et hydrogéologique

I.1- Présentation générale de zone d'étude (wilaya de Naâma)

I.1.1- Organisation administrative

La wilaya de Naâma est issue du dernier découpage administratif institué par la loi 84-09 du 04 avril 1984. Elle se compose de sept (07) daïras regroupant douze (12) communes, Elle se situe entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien et s'étend sur une superficie de 29.514,14 Km² ce qui représente 1,14% du territoire national, pour une population estimée au Décembre 2006 à 197040 habitants, soit une densité de 6,68 hab/Km².

Administrativement de la wilaya de Naâma est s'organisée en 12 communes et 7 dairates :

Tableau 1. Répartition des daïrate et des communes de la wilaya (DPSB, 2022)

Dairates	Communes	Superficie (Km ²)
Naâma	Naâma	2 482,50
Mecheria	Mecheria	736,25
	Ain-Ben-Khelil	3 790
	El-Biodh	3 663
Ain-Sefra	Ain-Sefra	1 023,13
	Tiout	789,25
Sfissifa	Sfissifa	2 347,50
Moghrar	Moghrar	1 792,50
	Djenien-Bourezg	1 170,63
	Asla	2 071,25
Mekmen-Ben-Amar	Mekmen-Ben-Amar	3270
	Kasdir	6 378,13
TOTAL		29 514,14

I.1.2- Situation géographique

La wilaya de Naâma dispose d'un grand ensemble d'écosystèmes et de diversité biologique. Elle est située entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien dans sa partie occidentale. Elle est limitée :

- Au nord par les wilayas de Tlemcen et de Sidi Bel Abbès,
- A l'est par la wilaya d'El-Bayadh,
- Au sud par la wilaya de Béchar,
- A l'ouest par la frontière Algéro- Marocaine le royaume du Maroc par une bande frontalière longue de 275 Km.

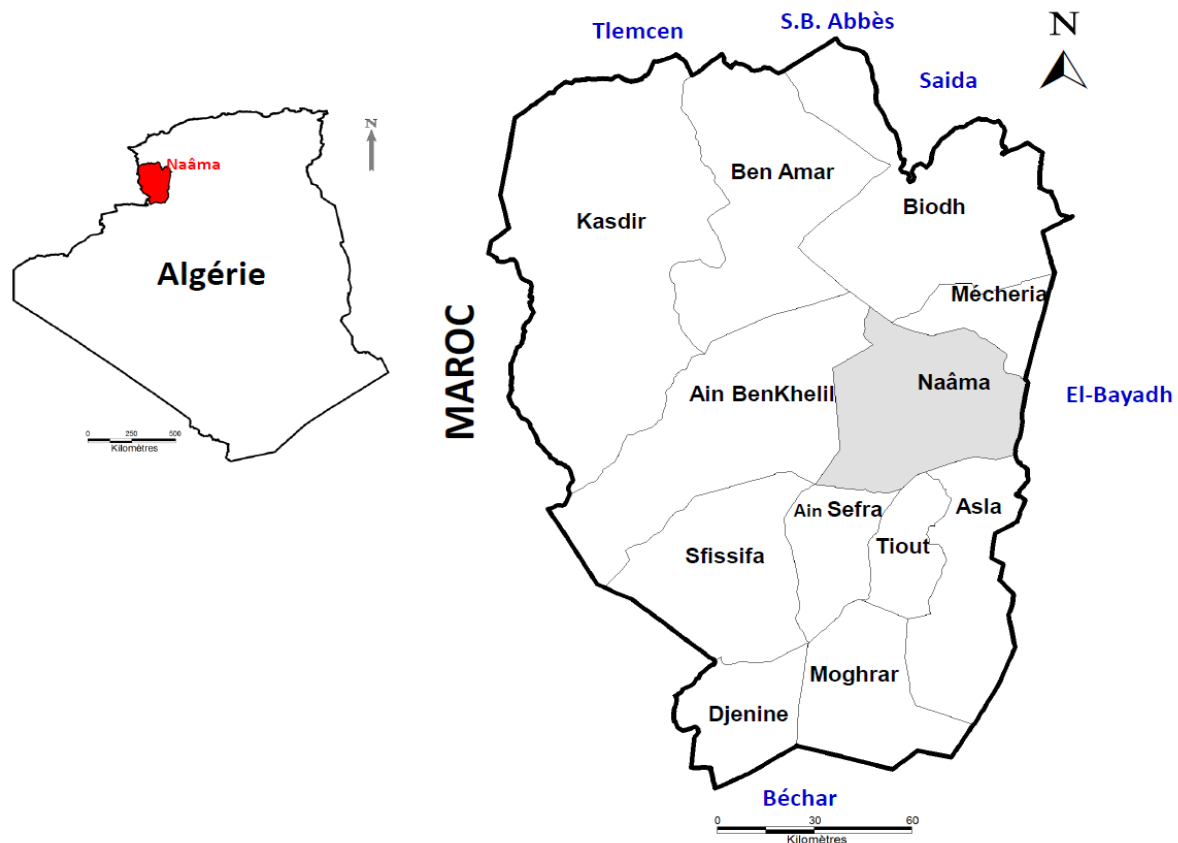


Figure 1. Situation géographique de la région d'étude (Wilaya de Naâma) (Boucherit, 2018)

I.1.3- Spécificité de la wilaya de Naâma

La zone d'étude fait partie des hautes plaines sud –oranaïses, elle s'étend entre 32° 08'45" et 34°22'13" de latitude nord, et de 0°36'45" est à 0°46'05" de longitude ouest.

La wilaya de Naâma sur une superficie de 3 millions d'hectares située sur la partie sud ouest des hauts plateaux est occupée par une population est localisé le long de l'axe routier Oran — Béchar sur un espace de plus de un million d'Ha soit 37 % de la superficie totale, ce qui traduit une mauvaise occupation de l'espace.

La wilaya de Naâma s'individualise nettement par certains aspects :

1. Un territoire assez vaste (29514,14 Km²) subdivisé en trois espaces distincts,
2. Une population mal répartie dans l'espace: Sur 197 542 habitants occupant le territoire de la wilaya, un tiers (1/3) est concentré dans les communes de Mécheria et Ain-sefra dont la superficie ne dépasse pas 6% de la superficie totale.
3. Une wilaya frontalière avec le Maroc sur une distance de 250 Km, elle comporte quatre communes frontalières avec le Maroc en l'occurrence: Kasdir, Ain-Ben-Khelil, Sfisifa et Djeniene-Bourezg. Ces communes sont faiblement occupées.

I.2- Cadre géomorphologique

La géomorphologie est considérée comme le résultat de l'interaction entre différents facteurs abiotiques : climatiques, géologiques et lithologiques. Dans cette partie, nous présentons les différentes unités géomorphologiques qui se trouvent dans la steppe algérienne. Nous pouvons distinguer selon les travaux de Tricart (1969) et Pouget (1971,1980) les unités suivantes : les reliefs, les surfaces plus ou moins planes, les dépressions et les formes d'accumulations éoliennes.

Il est bien évident que toute modification de ces formes par le biais des facteurs climatiques implique des flux de matière, si la distribution des sols se fait en étroite relation avec la géomorphologie, la végétation est fidèle en plus à certains aspects de la morphologie en relation directe avec la lithologie (Le Houérou., 1969 ; Djebaili., 1978)

I.2.1- Analyse géomorphologique de la zone d'étude

Pour appréhender le relief actuel de la wilaya de Naâma (formes et formations superficielles), il faudrait nécessairement replacer son évolution sur les ères qui ont précédé l'ère actuelle, notamment à celle du quaternaire où la dynamique des processus morphologiques a été des plus édifiantes.

En effet, parallèlement aux périodes de glaciations qui sévirent en Europe, le Mghreb connu au quaternaire des phases de grandes variations climatiques et des fluctuations dont la portée sur l'instabilité du modèle a été manifeste. La fréquence des accidents dans le secteur sud et la multitude des ravinements sur le relief ne sont que la traduction illustre.

L'intérêt de la carte géomorphologique dans le cadre de cette étude est grand, à plus d'un titre :

- Elle s'assigne, d'une part, pour objectif de donner une vision exhaustive, la plus synthétique qui soit, sur la typologie des formes de relief et de formations superficielles qui s'y développent, et ce dans leur rapport avec les conditions de leur édification (structure, géologie, climat et bioclimat) qui ont concouru au quaternaire dans la limite de son champ d'action.
- Elle laisse, d'autre part, entrevoir les différentes interventions qui pourraient être préconisées en tenant compte de toutes les potentialités naturelles et les contraintes qui entravent leur mise en valeur.

I.2.1.1- Dispositif morphologique

A l'instar de bon nombre des zones arides, la wilaya de Naâma se présente sous une large cuvette de remblaiement détritique, surplombée au Nord par les monts de l'Atlas Tellien (monts de Tlemcen, dayat Saida et ceux de l'atlas saharien au sud), et dont l'essentiel des matériaux provient de la désagrégation de la roche mère. Désagrégation essentiellement favorisée par la nature lithologique de la majorité des roches en place, notamment celle de la zone sud (massif du djebel Araar, djebel Aissa et djebel Bou-Amoud) où prédominent les grès.

Les roches de calcaire de la zone nord djebel Antar, par exemple sont responsables des efflorescences répandues un peu partout dans la zone (croûte et encroûtement calcaire).

À côté de ces caractères généraux, il est des originalités plus perceptibles dans une analyse détaillée propre à chacune des zones et ce, en fonction de l'originalité de chaque type d'érosion et chaque processus dans son individualité d'une part, d'autre part, dans son rapport d'interdépendance avec les autres processus agissant dans l'ensemble de la zone.

On peut distinguer de ce fait, cinq grandes unités morphologiques :

I.2.1.1.1- les massifs

C'est au sud de la wilaya qu'ils se répandent (Ain sefra). Ils occupent qu'une faible superficie par rapport à l'immensité de la zone d'étude (environ 15% de la superficie totale) mais leur contribution est grande quant au apport colluviaux et alluviaux qui s'accumulent dans la cuvette.

Les fortes dénivelées et les fréquents accidents enregistrés dans ces zones de massifs (djebel Araar, djebel Aissa, djebel Bou Amoud et djebel El Mekter) rendent compte d'une agressivité du climat des plus insoupçonnée.

I.2.1.1.2- les glacis

Ils prolongent en aval les massifs en pente régulière, le raccord se faisant par un adoucissement progressif des pentes jusqu'à leur annulation général des glacis d'érosion (glacis de piémont) en contras des massifs.

En aval, leur prolongement constitue des glacis d'accumulation (glacis de plaine).

I.2.1.1.3-les zones d'épandages :

Ce sont des dépressions occasionnellement inondables et riches en alluvions. Elles recèlent de ce fait un grand intérêt pour toute opération de mise en valeur.

I.2.1.1.4 - les dépressions fermées :

I.2.1.1.4.1- les dayates : ce sont des dépressions fermées aux bords, faiblement inclinés. Leur profondeur est faible, leur forme grossièrement circulaire avec un diamètre variant de 2 à 3 m jusqu'à 1 km.

Les dayas les plus vastes sont profondément enfoncées (Mekmen Ben Amar, Mekmen El-Mrir, Mekmen Abiodh). Elles sont parfois anastomosées et forment des cordons de dayate comme le fait apparaître la carte géomorphologique dans des zones sus-citées.

Elles sont tapissées de matériaux détritiques d'apport colluvial du au ruissellement sur le talus, à texture fine, et peuvent être submergées après les pluies.

I.2.1.1.4.2- les sebkhat : les plus importantes : Naâma, El-Fekarine et Oum El Ledjoum, elles occupent une superficie de 21 329 ha. Ce sont des dépressions fermées très salées, fort différentes par leur revêtement, leur hydrologie et leur dynamique, par rapport au dayate.

Remarquablement planes, aussi, leur trait la plus spécifique tient à la présence d'efflorescences salines (chlorures et sulfates) à leur surface (sebkhat El Fekarine et Naâma).

Ces sols holomorphes suppriment toute végétation. Les coussinets, les touffes de végétation halophiles et pessamophile se cantonnent dans les franges qui constituent les chotts.

I.2.2.1.4.3- les chotts : les principaux chotts : El-Gharbi et chott Ech-Chergui constituent le niveau de base de tout le réseau hydrographique. La majorité des cours d'eau y convergent.

A la différence des sebkhat, ces dépressions sont moins salées beaucoup plus étendues, et leur rebords plus abrupts.

I.2.2.1.4.4- les formations éoliennes : les plus répandues sont les nebkas, petites accumulations dunaires piégées dans de petites touffes de végétation. Elles se répandent sur majeure partie de la zone. Aussi, à l'exception de quelques grandes dunes (quatre massifs dunaires, cas de la dune au pied du djebel El Mekter qui est la plus illustre). L'essentiel de la zone est couvert par des voiles sableux et des accumulations spasmodiques dont la mise en place est l'œuvre de l'activité et la dynamique du vent qui joue un rôle prépondérant dans ces zones arides.

I.2.3- principales entités de l'espace géographique de la wilaya de Naâma

D'un point de vue physiographique, les $\frac{3}{4}$ de la surface de la wilaya de Naâma se présentent en une bande de terres déprimées coincées entre l'atlas tellien et l'atlas saharien au sud. Toutefois, quelques alignements de reliefs épousant une direction sud-ouest/Nord-Est rompent la monotonie de l'immensité de ces hautes plaines : c'est le cas de l'alignement du djebel Gaâloul (1612 m d'altitude) qui se prolonge au nord par les djebels ElAraar (1801m) et Kerrouch dont la continuité au Nord –Est s'effectue avec le djebel Bou Rhenissa (1594m) pour se terminer plus au nord par le djebel Antar qui culmine à 1721m d'altitude.

Les grands ensembles physiques qui caractérisent la wilaya de Naâma et qui ressortent d'un zoning géographique cohérent sont les Monts des Ksours au sud de la wilaya et les hautes plaines steppiques qui s'étendent sur plus de la moitié nord de la wilaya.

De par sa physiographie, cet espace régional se subdivise en trois grandes unités géographiques et qui sont comme suit :

I.2.3.1- un espace steppique :

Cet espace steppique a une topographie monotone constituant l'essentiel des zones de parcours, destinée essentiellement au pastoralisme occupe environ 74% de la superficie totale soit 20081km². Ce vaste espace soumis à un climat rude très contrasté avec un hiver froid peu pluvieux et un été chaud et sec est le domaine de prédilection des dépressions fermées.

Les hautes plaines sont de vastes étendues, elles sont parfois couvertes de pierres et de rocaillles ; c'est le domaine de la steppe et du pastoralisme. Ces espaces, par leur latitude, leur continentalité, et leur altitude, sont soumis à un climat rude, bien que l'altitude soit élevée, ces régions n'ont pas les avantages climatiques des milieux montagnards. Leur platitude les soumet uniformément aux rigueurs de l'hiver.

En effet, dans la partie septentrionale de la wilaya de Naâma le chott El Gharbi ainsi que le chott El-Chergui constitue l'exutoire naturel pour une bonne partie des écoulements superficiels qui finissent leur parcours dans l'aire de ces deux dépressions.

I.2.3.2- une partie montagneuse

Cette zone est formée par l'extrémité ouest de l'Atlas saharien dénommé Monts des Ksour qui s'étendent vers l'est jusqu'aux environs d'El Bayadh. Cette chaîne montagneuse se présente globalement orienté nord-est sud-ouest.

Ces massifs montagneux dominent les hauts plateaux au nord et la zone saharienne au sud. D'ouest en est, nous distinguons un ensemble principal de massifs composés du Djebel Amour (2169 m), du Djebel Mzi (2187 m), du Mir El Djebel (2109 m) et du Djebel Mekter (2062 m) relayé au Djebel Aïssa (2236 m) par une dépression où se développe la ville d'Ain sefra.

C'est avec un aspect assez massif faisant partie intégrante de la chaîne atlasique s saharienne que l'on désigne communément par la dénomination de monts de ksour.

Cette partie de l'atlas saharien s'étend sur près de 12% du territoire de la wilaya, soit 3257 km², elle est traduite sur le terrain par toute la zone montagneuse située au nord d'un axe s'étirant de Djeniene Bou Rezg au SSW passant par Moghrar pour ce prolonger en direction du NNE.

Cet espace se caractérise par une agriculture intensive de montagne occupant des espaces très réduits en raison des caractéristiques morphologiques de l'espace concerné par la mise en valeur (Tiout, Moghrar).

I.2.3.3- une zone sud pré-saharienne

Elle s'étend sur les 14% restant de la wilaya, soit 3799km² et qui n'est en réalité q'un sous espace des monts des ksour matérialisé par son piémont méridional. En effet, c'est l'espace méridional délimité par la ligne de fait allant du djebel Bou Amoud en s'étirant en direction du djebel Bou Lerhfad.

La partie septentrionale de la zone montagneuse est occupée par le Djebel Morhad culminant à Ras Touil à 2136 m d'altitude et dans sa partie méridionale (sud) culminent d'ouest en est le Djebel Bou Amoud à plus de 1600 m et le Djebel Bou Lerhfad à 1690 m dominant la zone saharienne au sud.

L'essentiel de l'activité marquant cet espace géographique se limite à une agriculture oasisienne avec une phoeniciculture localisée en plus d'une activité de transhumance d'hiver.

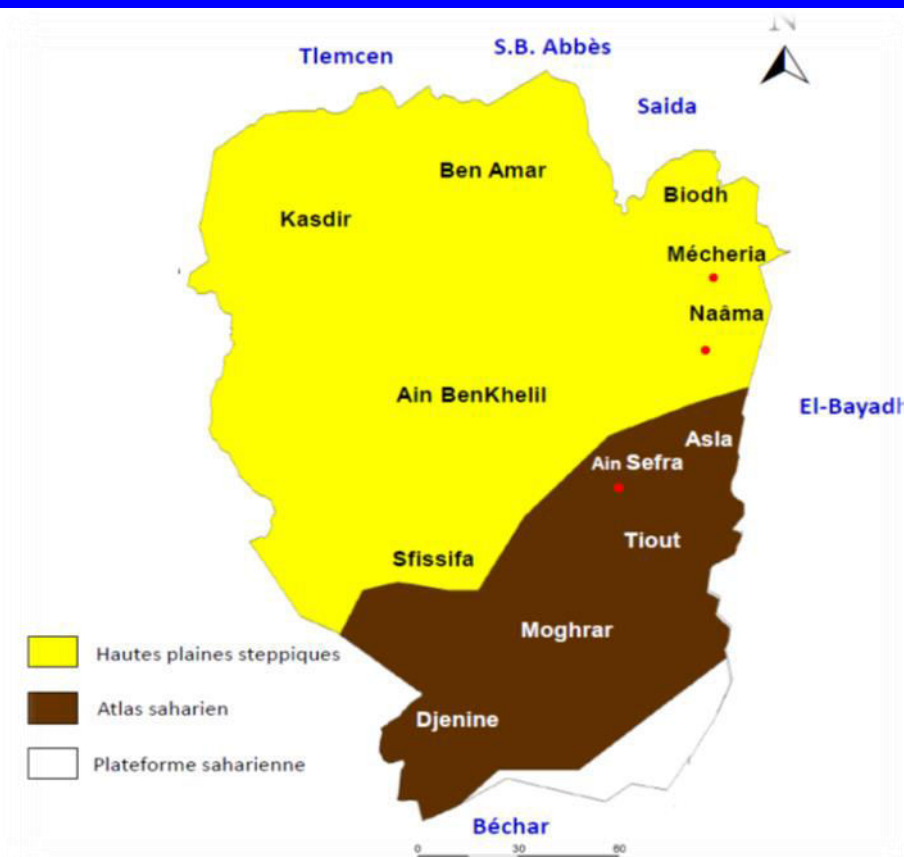


Figure 2. Grands ensembles géographiques de la région de la wilaya de Naâma (O.R.G.M, 2001 ; Boucherit, 2018)

On conclut que :

Notre région d'étude est constituée essentiellement par une zone de glacis de nature gréseuse et calcaire et au Sud par l'Atlas Saharien grésocalcaire mais aussi parfois marneux. Les glacis ou versants concaves à pente variable sont parcourus par un réseau hydrographique tantôt hiérarchisé, tantôt anastomosé. Ces versants sont parfois coupés par des micro-dépressions avec ou sans rupture de pente. Localement les glacis sont incisés linéairement en bordure de «Chotts» ou macro-dépressions salées.

- Les versants sont extrêmement variés on distingue, les versants convexes, les versants convexo-concaves et les versants plano-concaves
- Les glacis d'érosion occupent une très grande surface dans l'ensemble de la région. Ils sont parcourus par un réseau hydrographique anastomosé associé à un système de dayas. Tandis que Les glacis de dénudation sont alignés N.E-S.W.
- Les dépressions représentent par les Dayas qui sont des dépressions nombreuses dans la région, sont utilisées pour la céréaliculture, les Mekmens qui constituent un passage des petites dépressions à bords abrupts à la Sebka. Ils sont souvent salés et localisés principalement à l'Ouest du Chott Chergui.
- La Sebka est une dépression fermée, très peu profonde, recouverte d'eau en saison de pluie, sèche et souvent à croûte de sel en saison sèche.

- Les formations sableuses représentaient soit par des lunettes qui sont des dunes situées à proximité des chotts soit par des placages sont accolés aux djebels (djebel Antar, djebel Aissa) situés au sud des chotts.
- Les sables peuvent être fixés par la végétation ou s'accumuler sous forme de dunes libres ; dans ce cas, des dunes de types barkanes se recoupent en essaims et en chaînes.

I.3- Cadre géologique

La géologie a une action indirecte sur la répartition et le développement des végétaux. D'une part, elle conditionne la réserve minérale du sol par la nature chimique du substratum géologique (effet sur la lithologie) et d'autre part, elle intervient dans la formation des reliefs (effet sur la géomorphologie). Cette action devient prépondérante en zones aride du fait du faible recouvrement de la végétation (Achour et al, 1983).

I.3.1- Géologie de la steppe sud-oranaise de Naâma

Les hauts plateaux de l'Oranie, présentent une évolution homogène au cours des périodes géologiques (BNEDR, 1986).

I.3.1.a1)- à l'ère secondaire :

- le Trias :

Ses dépôts se sont formés en mer profonde. Leurs affleurements sont représentés par les marnes et argiles du Keuper. Cette période est suivie d'un volcanisme intense dans la région.

Le jurassique est très bien représenté dans toute la zone d'étude.

- le Lias :

Il est caractérisé par la fosse d'atlas Saharien en mer profonde. Après s'être établie sur l'érosion des plis de couverture de l'orogénèse hercynienne, elle reçoit des apports marins successifs.

-au Lias inférieur, les dépôts sont constitués par différents calcaires et calcaires dolomitiques de l'Hettangien.

-au Lias moyen et supérieur, des déplacements entre les deux grands rameaux de socle, saharien d'une part, tellien d'autre part, provoquent un approfondissement modéré au fond marin entraînant le dépôt de calcaires argileux au Domérien et au Toarcien.

Le Dogger : Il correspond à une répression généralisée marquant le jurassique moyen. Ses formations sont constituées par des dépôts dolomitiques épars, des grès verdâtres au Bathonien.

Le jurassique supérieur : Marque par la période d'émergence de la partie occidentale, des monts des ksour, se produisent au Callovien et à l'Oxfordien.

Des retraits et avancés successifs de la mer caractérisent les dépôts de la cuvette d'Ain Sefra, avec la formation de calcaires dolomitiques, des grès et d'argiles au Lusitanien et au Kimmeridgien.

Le crétacé constitue des horizons massifs apparaissant en affleurement dans toute la partie Sud de la zone d'étude.

Le crétacé inférieur : Constitue le premier épisode continental de la région. Ses sédiments sont d'épaisseur considérable, et marque le passage au sud, du Néocomien à l'Albien inclus.

Le crétacé supérieur : Débute par un envahissement marin au cénomanien, qui se termine à la fin du turonien.

I.3.1.a2) A l'ère tertiaire

La région évolue progressivement, aboutissant un bassin fermé dont les formations sont continentales. Elle est complètement isolée au Miocène.

Ce tertiaire continental se termine par une sédimentation tout à fait particulière de croûtes et carapaces calcaires qui s'établissent sur la topographie du Pliocène et se poursuivent au-delà de cette période.

I.3.1.a3) A l'ère du quaternaire

La carapace est entaillée par des falaises basses entourant le chott El-Gharbi. Les alluvions en fond des vallées, sont peu importantes et localisées sur des tracés actuels de certains oueds.

Pour une grande partie de sa surface, cette vaste région intermédiaire et les massifs montagneux du sud présentent des structures extrêmement complexes.

I.3.1.b) Stratigraphie :

Les variations des conditions de sédimentation ont entraîné, du point de vue lithographique, des changements de faciès considérables.

Les dépôts de mers profondes, calcaires et dolomies au Nord, passent au sud à des sédimentations de fosses littorales qui sont à l'origine de produits des grès, en bancs très épais.

Les listes indiquées ci-après, constituent des repères pour les affleurements caractéristiques de la région.

I.3.2.b1- à l'ère secondaire :

-le Trias :

- Keuper : Marnes et argiles appariassent le long de l'axe faillé des Djebels Souiga, Er-Zagat et Melah.

- Lias :

Hettangien : calcaires, grès et marnes des djebels Antar et Melah.

Bajocien : calcaires domolitiques de forte puissance du djebel Antar, passant à un faciès gréseux en bancs épais dans la partie Sud, qui se retrouve, discontinue et faillé, entre les djebels Es-Zrigat et Talbouna.

-jurassique supérieur :

Callovien oxfordien : des grès séparés par des assises marneuses forment les série puissantes assez imperméables, affleurant au djebels Morhad et Afzouz.

Lusitanien : ces grès en gros bancs avec des intercalations de lits argileux et marneux, atteignent plusieurs centaines de mètres qui sont à l'origine des reliefs situés au sud de Ain-sefra, notamment dans la masse supérieure du djebel Mekter.

Kimmeridgien : la partie terminale du jurassique se trouve en séries gréseuses de transition infracrétacée au pied des djebels M'zi et Mir El-djebel.

-crétacé inférieur : l'épisode continental se généralise. Les dépôts marins de faible profondeur donnent des épaisseurs considérables.

Néocomien : marnes et calcaires de cette formation se retrouvent en bordure des grands massifs jurassiques. Les affleurements en sont importants dans la région de Sfisifa.

Aptien : grès en gros bancs avec des intercalations marneuses ou gréseuses plus tendre en bordure de Koudiat Tiourtel.

Albien : grès gris ou rosés affleurant en bancs épais qui sont représentatifs du paysage dans la région de Tiout.

- crétacé supérieur :

Cénomaniens : marnes et argiles qui sont encore des formations marines.

Tunonien : calcaires et dolomies en gros bancs, manquant la dernière manifestation des dépôts marins.

Ces deux séries sont associées sur le terrain et donnent des reliefs clairs sur fond gris, présents notamment à l'est de Tiout au voisinage de Teniet El-R'mel.

I.3.1.b2- à l'ère tertiaire :

Le début des sédimentations continentales correspond à des brèches dont la pente générale est orientée vers le nord et qui se trouvent en discordance sur les formations du secondaire.

Miocène : les érosions reprennent dans cette région, mais dans des conditions nouvelles de bassins fermés. Elles produisent des marnes et marno-calcaires avec des passages détritiques à éléments calcaires ou siliceux.

Les épisodes lacustres se remarquent à des calcaires et marnes plus impacts. Les accumulations sont considérables et elles recouvrent la plus grande partie de la zone d'étude.

Pliocène : les dépôts se poursuivent. Le tertiaire continental comporte une phase terminale correspondant à la carapace calcaire. Elle est constituée par des calcaires d'eau douce, des cailloutis, des grès et des travertins.

I.3.1.b3- à l'ère quaternaire :

Les sédimentations continentales sont encore conséquentes dans la région, formations tufacées qui sont des alluvions du quaternaire ancien et colluvions de bas s'étendant jusqu'au quaternaire récent. Les formations actuelles sont essentiellement dunaires.

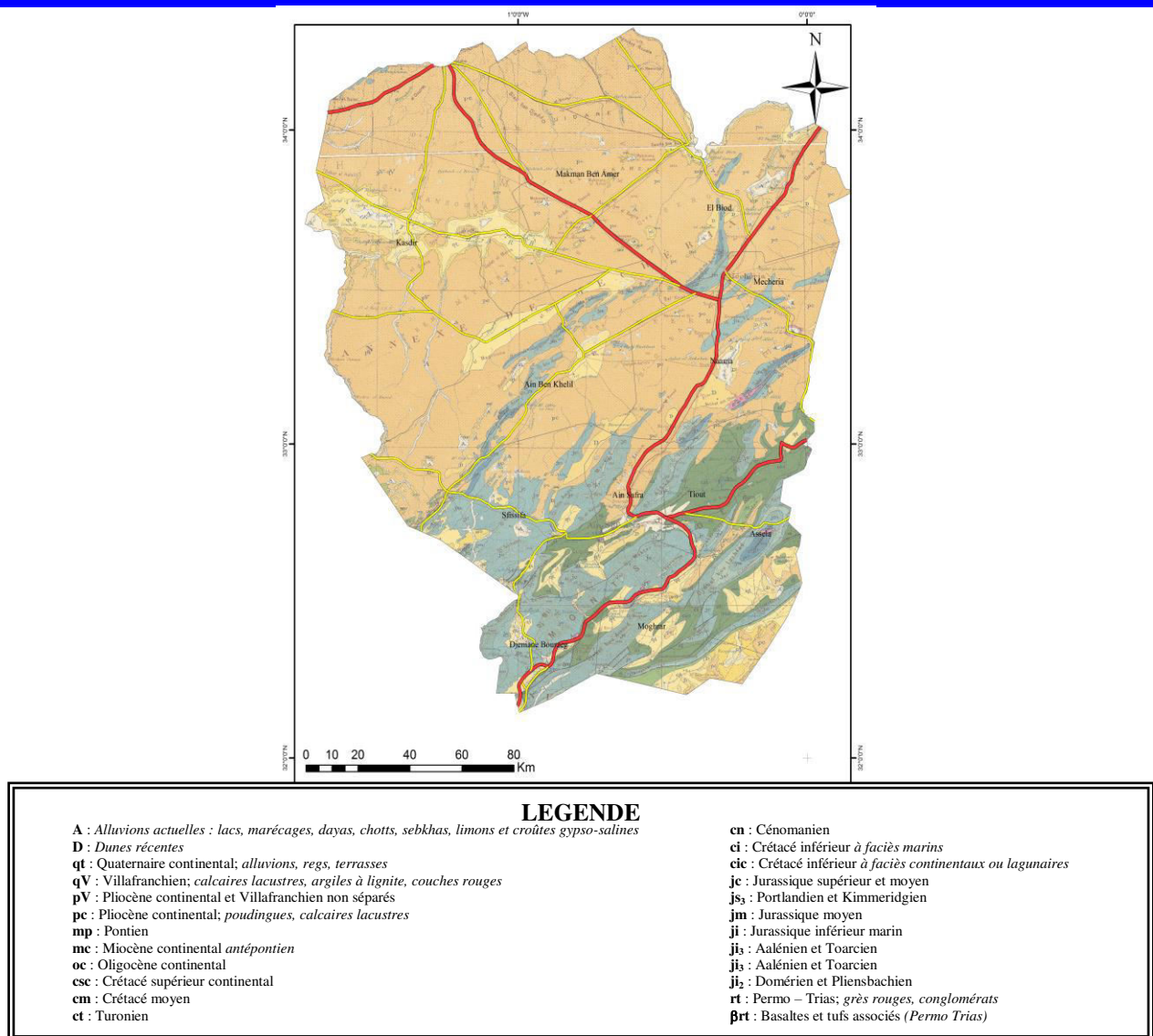


Figure 3. Carte Géologique de la région de Naama (Cornet et Deleau, 1951)

On conclut que :

La zone d'étude constitue dans son ensemble une zone de transition des formations géologiques de l'atlas tellien et celle de l'atlas saharien. Elle est caractérisée par la juxtaposition de deux série sédimentaires, marines et continentale et ce, suivant les phases de régression et transgression de la mer. La base des dépôts est constituée par des séries marines du jurassique où prédominent les grès. Viennent ensuite, les séries continentales du crétacé constituées de grès et quelques passées dolomitiques et calcaires au crétacé supérieur. Au tertiaire, la sédimentation se termine par une formation continentale, cimenté par une croûte calcaire.

Enfin, les dépôts quaternaires tous continentaux y succèdent pour border la fin de la sédimentation. Les changements de faciès, notamment dans la partie sud où prédominent les massifs et où l'on passe d'une série marine à une série continentale ne sont que la traduction de la complexité » du paysage dont l'évolution a été profondément entravée et affectée par l'agressivité des mouvements tectoniques qui suivrent chaque phase de sédimentation et les phases de plissement. Phénomènes qui ont largement imprégné l'évolution morphologique de la zone.

I.4- Cadre pédologique

Face à un climat rude marqué par l'irrégularité des pluies, les conditions pédologiques ne sont guères favorables pour le développement du secteur agricole dans la région. Quant il n'est pas stérilisé par la salinité le sol steppique est souvent menacé par la violence des grandes crues des oueds ou appauvri par l'effet de l'érosion notamment l'érosion éolienne.

Les sols se répartissent tous suivant les caractéristiques géomorphologiques que renferment les formations superficielles sur lesquelles ils se développent. Ils se constituent de calcaire ou de grès des matériaux résultant de l'altération de la roche mère. Ils sont en majorité peu épais et renferment une teneur faible en matière organique.

Les sols calcaires et calciques dominant caractérisés par une faible profondeur, une croûte calcaire, une teneur en matière organique très faible (inférieur à 1%) et décroissante selon la profondeur alors que le taux de calcaire croit et constitue une entrave au développement des plantes. La texture est à dominance sableuse imposant une faible stabilité structurale et une faible capacité de rétention en eau ne permettant le développement que d'une végétation xérique adaptée aux conditions du milieu.

D'après nos observations de terrain, nous pouvons confirmer la présence de la majorité des sols précédemment décrits pour la steppe algérienne dans notre région d'étude. Mais nous signalerons surtout qu'il y a une érosion des sols fersialitiques, des rendzines et des sols calcimagnésiques. Ce phénomène s'accompagne de l'apparition des régosols et lithosols à cause de la disparition de la végétation forestière et de son remplacement par la végétation steppique dans les niveaux bioclimatiques semi-aride et aride supérieur.

Dans le cas de la steppe potentielle, nous constatons le changement rapide des types de sols à cause de l'érosion et de l'ensablement. Pour cela Pouget (1980) a différencié plusieurs sierozems. En effet, il distingue sierozems à amas et nodules calcaires, sierozems sur alluvions-colluvions et les sierozems sur argiles. Néanmoins, la présence de plusieurs horizons d'apport et celle des croûtes et encroûtements nous pose le problème de l'interprétation de la phytodynamique que nous développerons plus loin.

I.4.1- Types de sols caractérisant la région d'étude :

Plusieurs types de sols caractérisent la région d'étude qui se répartir en général en fonction des unités géomorphologiques. Plusieurs types de sols caractérisent la région d'étude qui se répartir en général en fonction des unités géomorphologiques.

Selon Kadi Hanifi (1991), le sol est un milieu en équilibre souvent fragile qui ne peut être mise en valeur de façon efficace et durable qu'après une connaissance approfondie. Entre la plante et le sol existent des rapports, des lois biologiques que l'on transgresser sans risque.

Conformément aux caractéristiques géomorphologiques, on retrouve sur la classification française des sols quatre types de sols dans la wilaya de Naâma :

I.4.1.1- les sols minéraux bruts :

Ils occupent les sommets de djebels tel que djebel Antar et les monts des Ksours former essentiellement de lithosol

Occupent les mi-versants des djebels (Djebel Antar) et les glacis de dénudation sur grès et sur calcaires formé essentiellement de lithosol. Les types physionomiques de végétation rencontrée sur ces sols sont des matorrals ou des steppes arborées.

Ce sont des sols squelettiques développés sur les formations superficielles minces et clairsemées le plus souvent très peu évoluées du point de vue pédologique. Ils présentent sous forme de :

- lithosols développés sur roche dure, sur calcaire et dolomie en complexe avec les sols peu évolués et les sols calcimagnésique.

On les rencontre au niveau des crêtes, sur les sommets des djebels tels : Antar, M'zi, Kerrouch, Bou-Daoud etc.. Ainsi que les régions de Mécheria, Asla, Tiout, Mograr et Sfisifa ou les grès prédominant et comportent une végétation limitée à un matorral très dégradé.

- régosols développés en roche tendre, ils sont soit d'apport éolien (dunes, microdunes vives) ou alluvial, ils occupent les lits d'oueds (dans les entailles d'érosion) et sur les glacis d'érosion, ils comportent une végétation psammophile (*Tamarix africana*).

Les régosols, sur roche tendre, se localisent sur les formations sablo- argileuses. Le type physionomique de végétation est une steppe à *Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum* et *Artemisia herba alba*.

Au niveau des dayas, la décantation de ces eaux permet le dépôt d'un matériau très fin. Ces sols présentent alors un caractère vertique. Ces sols sont colonisés par des psammohytes telles que *Tamarix africana* – *Thymelaea microphylla* – *Retama retam* – *Malcolmia aegyptiaca* – *Aristida pungens*. Ces dépôts de sable sont constamment repris par l'érosion éolienne. Ces zones constituent des parcours de faible valeur qu'on peut utiliser avec précaution pour éviter une dégradation rapide du couvert végétale et par conséquent une érosion.

Les sols colluviaux et alluviaux colluviaux constituent la majorité des sols peu évolués. Sur les piedmonts des djebels, ces sols sont peuplés par des matorrals arborés à *Juniperus phoenicea*, *Rosmarinus tournefortii*, *Launea acanthoclada* et *Stipa tenacissima*.

Sur les glacis de couverture colluviale c'est une steppe à végétation très variable où *Stipa tenacissima* est dominante.

Les sols alluviaux colluviaux des daïas ont une vocation culturale. Ceux des replats de pente de glacis formant une zone d'accumulation de matériaux érodés et d'eau conviennent aux cultures fourragères. Ils bénéficient des eaux de ruissellement des parties situées en amont et renferment donc une réserve appréciable pour les cultures.

Les sols colluviaux des raccords piedmonts–glacis récupèrent les eaux des versants. Leur reboisement est souhaitable car il évitera l'action décapante de l'eau sur les glacis situés en contrebas

I.4.1.2- les sols peu évolués

Présentent un profil AC, un faible degré d'évolution et d'altération .pauvre en matière organique est dépourvu de complexe argilo humique ils se localisent au bords des oueds et ils entourent les sols minéraux brute ils couvrent les glacis de la plaine nord Sud-est de la wilaya.

Les Sols d'apport colluvial et alluvial se localisent sur les piedmonts des djebels, cônes de déjection Glacis de couverture colluviales (monts des Ksours et djebel Antar)

Les Sols d'apport éolien se localisent dans les formations sableuses fixées, présentes sur chott chergui et près de sebkhat en Nâama et Ain Sefra.

Cette classe comporte plusieurs catégories :

I.4.1.2.1- les sols d'érosion : situés sur les mi-versants des djebels Antar, Amrag, El-Mekter localement et ce sont des sols très peu épais, marqué par une faible différenciation des niveaux et de texture très grossière. Leur faible évolution tient aux facteurs érosifs intenses qu'ils subissent.

I.4.1.2.2- les sols d'apport alluvial : ils occupent généralement les zones basses. On les retrouve dans les dépressions fermées (dayas), les zones d'épandages et les chenaux d'oueds. Ils sont de profondeur variable et les matériaux hétérométriques dont ils se composent permettent de distinguer des sols de texture différents :

I.4.2.2.2.1- sols à texture grossière : ils reposent sur un matériau calcaire ou gypso-calcaire, ils sont assez profonds et faible en matière organique.

I.4.1.2.2.2-Sols à texture fine : Ce sont des régosols développés sur des marnes, calcaires marneux et argiles. On retrouve sur les entailles d'oueds et les glacis avoisinant le chott El-Gharbi notamment, ils sont de texture sablo-limoneuse à limono-sableuse, de profondeur variable de 50 cm à 1 m, par endroit (dans les dayate notamment).

I.4.1.2.2.3- Sols développés sur sol noirci : Ils occupent surtout les cheveux d'oueds alluvionnés. Leur profondeur avoisine 40 cm, leur texture est moyenne et la couleur foncée du sol sur lequel ils reposent tient aux facteurs d'hydromorphie. On retrouve ces sols dans Mécheria et Asla (Ain-Ouarka).

I.4.1.2.3- Les sols d'apport alluvial-colluvial

Ils occupent les dayate où convergent la majeure partie des petits oueds et les replats de pente de glaci. De part leur faible pédogenèse, ces sols constituent en majorité les sols peu évolués. Ils sont peu profonds, de texture moyenne à grossière ; ils renferment une teneur faible en matière organique. Selon qu'ils se développent en amont (replats dente des glaci) ou en aval (en plaines, dayate), ces sols sont colonisés par un matorral arboré, ou une steppe à *Stippa tenacissima*.

I.4.1.2.4- Les sols d'apport éolien

Ces sols sont développés sur des formations éoliennes fixées (nebkate, dunes, microdunes) en bordure de sebkhat. Ils sont pauvres en matière organique. Autour des sebkhat, ils sont gypseux et renferment des accumulations de sel. Ils sont colonisés par une végétation psammophile (*Retam retam* et *Tamarix africana*). Du fait de leur salinité, ces sols constituent des parcours de valeur médiocre.

I.4.1.3- Les sols calcimagnésiques :

Les sols calcimorphes appelés rendzines localisés sur les versants des djebels. Ces rendzines sont colonisées par un matorral arboré à base de *Quercus ilex*, *Juniperus phoenicea*, *Rosmarinus tournefortii*, *Launaea arborescens*, *Launaea acanthoclada*, *Stippa tenacissima* et localement de *Pistacia atlantica*. Les sols calcimorphes appelés aussi bruns calcaires répandus sur les piedmonts et les glaci du quaternaire récent. C'est le type de sol le plus répandu dans la wilaya. Ils occupent des vastes étendus. Les sols bruns à accumulation calcaire se localisent dans les glaci polygénique du quaternaire ancien et moyen. Les Sols à encroûtement gypseux et halophiles se trouvent dans de petite plage dans les zones des grés alternant marne et argile versicolores Les sols halomorphes Se localisent dans Chott Chergui et Gharbi dans les sebkhas et certains Mekmènes.

Ils s'étendent sur la plus grande partie de la wilaya. Ils sont regroupés en deux grandes classes, suivant les caractéristiques géomorphologiques qui déterminent leur teneur en calcaire.

I.4.1.3.1- Les sols calcimorphes : Ils comprennent :

I.4.1.3.1.1- les rendzines : localisés sur les versants de djebels, ils sont peu épais et renferment un faible taux de matière organique. Ils présentent une structure grumeleuse, finement granulaire et fortement colonisée par les racines. Ils renferment une végétation de matorral arboré à dominance de *Stippa tenacissima*.

I.4.1.3.1.2- Les sols bruns calcaires :

I.4.1.3.1.2.1- Les sols bruns calcaires sans encroûtement : ils se présentent sous un horizon peu profond (entre 10 et 30 cm). Ils sont de texture limono-sableuse à sablo-limoneuse, contiennent peu de matière organique. Ils sont, par endroits, affectés de salure (cas du glaci ouest de djebel Antar).

I.4.1.3.1.2.2- Les sols bruns à encroûtement calcaire: ils sont répandus sur une grande partie de la wilaya, notamment Ain-sefra. On les retrouve sur les glacis colluviaux (d'accumulation). Leur profondeur avoisine 40 cm et ils sont de texture limon-argilo-sableuse, ils présentent une structure polyédrique fortement colonisés par les racines.

I.4.1.3.1.2.3- Les sols bruns à croute calcaire : on les retrouve largement répandus aux régions de Mécheria et El-Biodh et Naâma. Ils occupent les glacis de piémonts à djebel Antar notamment. La profondeur varie entre 15 et 30 cm. Ils sont de texture moyenne à grossière par endroits, ils présentent une structure polyédrique et contiennent un faible taux de matière organique.

I.4.1.3.1.2.4- Les sols bruns à dalle calcaire : ils se répandus au niveau des rupture de pente (bas de glacis) dans la commune d'Ain sefra et Mécheria. Ils sont peu profonds 10 à 30 cm (niveau d'affleurement de la dalle), leur texture est moyenne à grossière. Leur structure polyédrique subangulaire fine. Ils renferment une végétation d'alfa et *Lygeum spartum*.

I.4.1.3.1.3- Les sols bruns sur calcaire lacustre: on les retrouve sur les glacis d'érosion en bordure de chott El-Gharbi notamment et dans toute la région d'El-Biodh et Mécheria. Leur épaisseur est variable, elle va de quelques centimètres de 30 à 40 cm. Elle dépend de différentes formes de contact avec le calcaire lacustre.

Le sol peu reposer directement sur le calcaire lacustre qui est une dalle dure. Il peu aussi reposer sur les fragments de la dalle qui forme une zone de transition.

Le couvert végétal qui s'y développe constitue une steppe à *Lygeum spartum* avec de l'*Artemisia* localement dans les zones d'accumulation d'eau (à l'est de djebel Amrag).

I.4.1.4- Les sols halomorphes :

Ils sont localisés dans le Chott Chergui, les sebkhas et les Mekmens. Ces sols portent une végétation d'halophytes à base d'*Atriplex halimus*, *Atriplex glauca*, *Frankenia thymifolia*, *Salsola sieberi var zygophylla*. La végétation halophile de ces sols offre un complément fourrager important notamment en fin d'été et en début d'automne.

Ces sols reposent sur les dépressions, ils se développent dans les chotts El-Garbi, sebkhat El-Fekarine, Naâma et Oum Ledjam, et certaines zones basses des Mekmen. Ils sont généralement profonds, de texture grossière à moyenne sablo-limoneuse à limono sableuse, de structure particulière ou polyédrique subangulaire. Ils sont pauvres en matière organique et présentent en majorité des accumulations gypseuses.

Ils renferment une végétation d'Halophile, du fait de leur salinité, ces sols présentent des parcours de valeur médiocre. Cette végétation halophile présente toutefois un complément fourrager notamment en période de pluie.

On conclut que :

Il ressort de ces différents types de sols, les faits suivants :

- ils se répartissent tous suivant les caractéristiques géomorphologiques que renferment les formations superficielles sur lesquelles, ils se développent.
- ils se constituent de calcaire ou grès des matériaux résultant de l'altération de la roche mère. Ils sont en majorité peu épais et renferment une teneur faible en matière organique.

On note par ailleurs, les sols qui offrent de bonnes potentialités occupent des superficies réduites et ils se localisent essentiellement dans les zones d'accumulation dont les zones d'épandage avec quelques terrasses (lits d'oueds) offrant les meilleures possibilités pour toute mise en valeur (profondeur et texture de sol).

I.5- Cadre hydrographique et hydrogéologique

L'hydrologie de la wilaya de Naâma obéit strictement à la topographie et à la nature du sol caractérisée par une forte dissymétrie entre la partie nord et sud de la wilaya.

La présence d'eau dans le sol est liée à la nature des formations lithologiques du sous sol.

Toutes les formations de couvertures marines ou continentales sont susceptibles d'emmagasiner des nappes d'eau à l'exception des faciès argileux et marneux. Encore que les argiles et les marnes altèrent très fréquemment avec des formations sableuses ou gréseuses aquifères. Seules les formations constituées de quartzites, de schistes, de grès durs et de roches éruptives non fissuré, ne contiennent pas de nappe d'eau.

Dans ce contexte, les cartes géologiques fourniront par une simple lecture des formations de couverture, l'étendue des horizons aquifères.

La zone d'étude peut être représenté schématiquement comme une grande cuvette de sédiments jurassiques et crétacés dont les épaisseurs sont considérables et que recouvrent les dépôts continentaux du miocène et du pliocène, eux-mêmes de fortes puissances.

Les reliefs intermédiaires et les monts des ksour sont constitués par des anticlinaux des mêmes formations jurassiques et crétacés délimitant des dépressions synclinales à sédimentations profondes.

I.5.1- Hydrographie

Les hauts plateaux de l'Oranie forment un vaste pays dont la pluviométrie, réduite à une moyenne annuelle de 200 à 300 mm, alimente des bassins fermés à faibles pentes. Des orages violents caractérisent les précipitations se répartissant sur neuf mois de l'année, mais principalement en Mai et Juin.

Les eaux circulent en grand nombre de petits oueds et quelques talwegs principaux entaillent la surface plane générale par des lits étroits et des dénivelées en bordures de terrasses.

Les eaux superficielles totalement temporaires, circulent principalement en direction de deux bassins fermés,

- le chott El-Gharbi à l'ouest,
- la sebkha de Naâma au sud –est.

L'écoulement des eaux de surfaces comporte un axe intermédiaire correspondant à une orientation générale du sud-ouest au nord-est qui est celle de l'oued El-Korima, aboutissant nord-zone, à la dépression du chott Ech-Chergui.

Entre les limites qui lui sont fixées par les premiers reliefs de la bordure sud, son tracé se différencie nettement des convergences de ruissellement constatées dans la plus grande partie.

La partie ouest des hauts plateaux possède des caractéristiques communes. Il en résulte une hydrographie dont les traits s'identifient aux conditions de concentration des eaux superficielles quasiment planes.

Ces particularités sont par ordre relatif d'importance :

- les Haouds, petites cuvettes où se concentrent des eaux de pluies, utilisées à des mise en culture.
- les Dayates, dépressions qui permettent des infiltrations privilégiées d'eau alimentant les nappes souterraines.
- les Oglats, qui réunissent les sols et pentes favorables à la présence d'eau constituant des aquifères peu profond.
- les chotts et les sebkhas, ce sont des points bas d'aboutissement définitif des eaux et d'évaporation intenses, marqués pour les premiers par des eaux saumâtres et des efflorescences salines, pour les secondes, par des eaux et des sols très fortement salés.

Dans la zone sud, l'existence des reliefs donne lieu à un écoulement plus important et un réseau hydrographique plus hiérarchisé. Ceci donne naissance à quelques oueds : oued El-Breidj qui a écoulement sud-ouest, nord-est, Ed-Dous, Tirkount et Tiouretelt Nord-Est, Sud-Ouest.

L'hydrographie caractérise au sud des chotts, par un réseaux a écoulement intermittent diffus, peut développe, au nord des reliefs de l'atlas saharien et qui finissent pour certains d'entre-deux leurs parcours dans des dépressions fermées (dayas, sebkhas et chotts).

Les pluies précipitant sur ce vaste domaine sont estimées en moyenne a 270 a 290 mm/an soit un apport d'environ 200 a 210Hm³/an.

- Un écoulement assez dense, hiérarchisé, sur les versant des massifs de l'atlas saharien est oriente entièrement en direction du sud vers le grand erg occidental traversant ainsi l'ensemble de la barrière montagneuse.

Le bassin versant des mont des ksour d'une superficie de 8492 km² reçoit en moyenne 190 mm de précipitations par année engendrant a un apport moyen ruisselé de 30 a 36 Hm³/an.

I.5.2- Hydrogéologique

La wilaya de Naâma recèle d'importantes potentialités hydriques souterraines, tout particulièrement autours des chotts El Chergui et El Rharbi, dans le synclinal de Naâma et dans la vallée de Ain Sefra-Tiout.

L'exploitation de cette ressource n'est cependant pas bien maîtrisée en raison de la méconnaissance des caractéristiques intrinsèques et de la géométrie des différents aquifères.

Les seules données existantes se rapportent aux informations fournies par les forages et par les puits de faibles profondeurs Naâma, El Biodh, Toudjeur, Harchaia, Ain Sefra et Asla...

Dans l'ensemble, la région couvrant le champ d'extension du synclinal de Naâma renferme des formations susceptibles d'être aquifères

- Remplissage Tertiaire; 20 et 120 mètres de profondeurs, propriétés intrinsèques favorables du développement d'horizons aquifères peu importants.
- Les grès du jurassique supérieur callo-oxfordien, kimméridgien... contiennent d'importants niveaux aquifères situés à des profondeurs entre 50 et 450 m.
- Les calcaires dolomitiques fracturés du jurassique moyen (Bajo-Bathonien) dont la position stratigraphique au sein des synclinaux les place très profondément. un second synclinal (limite sud du synclinal de Naâma) ayant une direction NNE/SSW prend le relais et qui n'est autre que celui de Tirkount:
- les formations Mio-Pliocène et Mésozoïque de ce synclinal renferment une nappe cylindrique à profil parabolique dont l'écoulement général a lieu du NE au SW.
- Cette nappe Mio-Pliocène est alimentée à partir des formations jurassiques et crétacées du flanc NW du djebel Aissa et du flanc NE du djebel Morhad.

Au Sud de la dépression de Tirkount. Une autre nappe de moindre importance est contenue dans les alluvions de l'oued Breidi.

- elle est développée dans une scène d'alluvions sablo-argileuses d'une dizaine de mètres d'épaisseur exploitée par des puits et dont l'écoulement général a une direction SSE/NNW.

I.5.3- composantes hydriques :**I.5.3.1- eaux de surface**

Un écoulement assez dense, hiérarchisé, prenant naissance sur les versants des massifs de l'Atlas saharien est orienté entièrement en direction du sud vers le grand erg occidental traversant ainsi l'ensemble de la barrière montagneuse. C'est le cas des eaux de l'oued Breidj qui prend en charge les eaux de drainage des oueds Tirkount et Sfissifa en traversant toute la dépression de Ain Sefra pour ensuite se diriger vers le sud en traversant un point bas situé entre les Djebels Cheracher et Djara pour ensuite s'orienter vers l'Ouest et enfin vers le sud tout en changeant de dénomination (oued Rhouiba puis oued Namous) pour finir dans le grand erg occidental.

Le bassin versant des monts des Ksours d'une superficie de 8492km² reçoit en moyenne 190mm de précipitations par année engendrant à un apport moyen ruisselé de 30 à 36 Hm³/an.

Un réseau à écoulement intermittent diffus, très peu développé est situé au nord des reliefs de l'atlas saharien et qui finissant pour certains d'entre-eux leur parcours dans des dépressions fermées (dayas, sebkhas, et chotts).

C'est le cas de l'ensemble des écoulements superficiels drainant les plaines situées au nord-ouest et au nord de l'arrête montagneuses s'étendant du djebel Oust jusqu'au djebel Hafid. En effet, les ruissellent qui prennent naissance sur les versants de cette arrête et dans la plaine (oued El Atrech, oued El Ateuch, oued Er Remad, oued Er Remaid...) finissent leur parcours dans la dépression fermée du chott El-Gharbi lorsque les apports liquides sont suffisants.

Il en est de même pour d'autres écoulements qui terminent leur trajet dans de petites dépressions fermées qui leur servent de niveau de base : c'est le cas des eaux de l'oued El Adjedar qui aboutit dans le mekmen Abiod ou bien des eaux de ruissellement du versant nord-ouest du djebel Mellah qui finissent leur parcours dans la sebkha Naâma.

En d'autres termes, la zone steppique est une entité spatiale à topographie pratiquement plate parsemée de dépressions fermées de tailles diverse allant de plus de 120 km² (chott El-Ghabi) à quelques centaines de m². Les pluies précipitent sur ce vaste domaine sont estimées en moyenne à 270 à 209 mm/an soit un apport d'environ 200 à 210 Hm³/an.

I.5.3.2- eaux souterraines :

Bien que la wilaya de Naâma recèle d'importantes potentialités hydriques souterraines, tout particulièrement autour des chotts (El Chergui et El-Gharbi), dans le synclinal de Naâma et dans la vallée de Ain Sefra –Tiout, l'exploitation de la méconnaissance des caractéristiques intrinsèques et de la géométrie des différents aquifères.

Actuellement, les seules données existantes se rapportent aux informations fournies par les forages et par les puis de faibles profondeurs.

On peut dire dans l'ensemble de ma région couvrant le champ d'extension du synclinal de Naâma renferme des formations susceptibles d'être aquifères et qui sont comme suit :

- les formations de remplissage Tertiaire situées entre 20 et 120 mètres de profondeurs présentent des propriétés intrinsèques favorables au développement d'horizons aquifères peu importants.
- les grès du jurassique supérieur (Collo-oxfordien, Kimméridgien...) contiennent d'importants niveaux aquifères situés à des profondeurs oscillant entre 50 et 450 m.
- les calcaires dolomitiques fracturés du jurassique moyen (Bajo- Bathonien) dont la position stratigraphique au sein des synclinaux les place très profondément.

A la limite méridionale du synclinal de Naâma, un second synclinal ayant une direction NNE/SSW prend le relais et qui n'est autre que celui de Tirkount. Cette dépression est insérée entre le djebel Aissa à l'Est/Sud-Est et le djebel Morhad à l'ouest-nord-ouest. Les formations Mio-pliocène et mésozoïque de ce synclinal renferment une nappe cylindrique à profil parabolique dont l'écoulement général a lieu de NE au SW avec toutefois une dépression de la surface piézométrique selon un axe NNE-SSW. Cette situation trouve son explication suite à un drainage au niveau des formations du crétacé de Tirkount (accident de Ras-Touil) qui constitue dans cette partie sud l'axe de drainage principal selon la direction de l'accident Ras-Touil /Ain Sefra. Cette nappe Mio-pliocène est alimentée à partir des formations jurassiques et crétacées du flanc NW du djebel Aissa et du flanc NE du djebel Morghad. Son gradient hydraulique est assez constant dans sa partie NE avec des valeurs de $0,5.10^{-2}$ à $0,6.10^{-2}$ et qui diminue dans la partie centrale de la nappe suite à un changement de faciès dans les terrains Mio-pliocène et à une alimentation plus faible sur les parties latérales de la nappe.

En revanche, la partie méridionale se caractérise par des valeurs élevées du gradient hydraulique qui est essentiellement dû à une diminution de la section à travers de laquelle s'effectue l'écoulement des eaux et une alimentation à partir des formations du crétacé et du jurassique.

Au sud de la dépression de Tirkount, une autre nappe de moindre importance est contenue dans les alluvions de l'oued Breidj qui est limitée au NE par la ville de Ain Sefra, au sud par le djebel Mekter et au NW par l'oued Breidj. Cette nappe est développée dans une série d'alluvions sblo-argileuses d'une dizaine de mètre d'épaisseurs exploités par des puits et dont l'écoulement général a une direction SSE/NNW. L'ensemble de cette nappe est drainé par l'oued Breidj selon deux axes principaux dont celui du NE qui reste le plus marqué avec toutefois une protubérance de la surface piézométrique dans sa partie centrale suite à une alimentation sous-jacente des alluvions par les grès Portandiens-Hauteriviens. De plus, les alluvions, dans la partie SE de la nappe sont alimentées par les grès Portandiens-Hauteriviens et par le système dunaire entraînant ainsi, un léger accroissement du gradient hydraulique.

On conclut que :

Le réseau hydrographique est peu développé au nord, alors qu'au sud, il est plus dense avec un inféoflux important traversant l'Atlas par biefs et cluses successives.

Les eaux superficielles sont temporaires, elles circulent en direction de trois bassins fermés. Le Chott El Rharbi à l'ouest, le Chott Ech Chergui au nord-est et la Sebkha de Naâma au sud-est.

Dans le sud, l'existence de reliefs donne lieu à un écoulement plus dense et à un réseau hydrographique plus hiérarchisé, formant ainsi quelques oueds dont l'écoulement prend une direction parallèle aux structures. L'oued El Breidj a un écoulement sud-ouest nord-est alors que les oueds Ed Douis et El Rhouiba ont un écoulement de direction nord-est sud-ouest.

Le contexte litho stratigraphique et structural régnant dans l'espace de la wilaya de Naâma a favorisé la formation d'unités ou systèmes aquifères de divers horizons captés par forages. Cependant si ces systèmes aquifères existent, leurs identifications et leurs connaissances restent aléatoires. Actuellement, les seules données existantes se rapportent aux renseignements fournis par les forages et par les puits de faibles profondeurs.

La plupart de ces forages sont exploités à partir des formations du jurassique supérieur, en particulier le callovo-oxfordien qui semble contenir des horizons aquifères importants dont les profondeurs varient de 50 m à 450 m.

Dans les structures synclinales de la région d'Ain Sefra, Tiout, Haoud El Botma et de Bousemghoun les formations du crétacé (albien) offrent des potentialités appréciables en eaux souterraines à des profondeurs de 150 à 200 m avec des débits variant selon l'endroit de 10 à 84 l/s.

Pour les faibles et moyennes profondeurs, les niveaux plus ou moins grossiers de la base de remplissage tertiaire peuvent contenir des horizons aquifères peu importants. Aussi, les formations fracturées du bajo-bathonien peuvent être susceptibles d'accumuler des eaux souterraines.

I.6- Cadre socio-économique

L'étude et l'analyse du milieu socio-économique sont abordées sur deux plans :

- Le premier s'articule autour d'une analyse globale du milieu humain et des activités économiques. Il se propose de fournir une vision générale sur la situation du milieu socio-économique analysé quantitativement.
- Le second s'articule autour d'une analyse qualitative plus détaillée du milieu socio-économique.

Cette analyse s'appuie sur les résultats de l'enquête socio-économique menée auprès des services de DPSB de la wilaya de Naâma.

I.6.1- Caractérisation économique de la wilaya de Naâma:

La wilaya de Naâma est caractérisée par un territoire vaste aux reliefs stratifiés. Les trois zones naturellement identifiées ont chacune leurs particularités économiques, sociologiques et même écologiques. Ces caractéristiques serviront à mieux appréhender l'état actuel et les perspectives de développement écologique ou tout au moins à décrire le contexte dans lequel se sont déroulées les mutations. L'espace rural occupe une superficie très importante de la wilaya de Naâma. Les populations sont surtout concentrées dans les trois grands pôles (Mécheria, Ain sefra, Naâma) ainsi que d'autres agglomérations situées le long de la route nationale numéro 06 (DPSB, 2022).

I.6.1.1. Éléments d'aménagement du territoire

De par sa position, la wilaya de Naâma se situe successivement dans trois axes de la politique d'aménagement du territoire :

- Elle fait partie de la région « Hauts-Plateaux Ouest », tel que défini par le SNAT. Elle est concernée par le programme « Hauts-Plateaux ». L'axe Est-Ouest des monts des Ksour est l'axe le plus indiqué pour un développement urbain et industriel. La zone Nord steppique et la zone Sud (piémont Sud de l'Atlas) doivent être sauvegardées et préservées contre cette urbanisation.
- Elle fait également partie des régions steppiques. Elle est concernée par le programme de développement de la steppe qui intègre des activités de mise en valeur de terres pour la promotion de l'élevage et la lutte contre la désertification.
- Nombre de ses communes sont frontalières au Maroc. Elle est aussi concernée par le programme des zones frontalières.

Ce qui lui confère des possibilités d'investissement importantes. Il est évident que la coordination entre tous ces programmes doit être assurée. La cohérence de l'ensemble des programmes devra intégrer les objectifs environnementaux et de développement durable.

I.6.2. Évolution de la population

La répartition de la population dans la wilaya se singularise par une tendance à l'agglomération dans les deux centres de Mécheria et Ain-Sefra : Près de 58% de la population totale y réside dans une superficie n'excédant pas 7% de la superficie totale de la wilaya (DPSB, 2021).

En terme de volume de population sédentaire, les autres communes se répartissent en deux (02) groupes.

- Le premier composé des communes de Naâma, Elbiodh et Ain-Benkhelil où la population varie entre 10.000 et 16.000 Habitants.
- Le deuxième groupe composé de Tiout, Sfissifa, Moghrar, Asla, Djenien-Bourezg, Mekmen-Ben-Amar et Kasdir où la population est au-dessous de 10.000 Habitants.

D'après le recensement général de la population et de l'habitat de 1977 la population de la wilaya de Naâma était de 82.555 habitants pour atteindre le nombre de **165.578** habitants au 2020 avec un taux d'accroissement annuel moyen de 3.37 %.

Tableau 2. Évolution de la population de la wilaya entre 1977 et 2022 (DPSB-Naama 2023)

Année	Population	Densité (hab/km ²)
1977	82 555	
1987	113 700	
1998	165 578	
2008	209 470	
2018	281 168	9,43
2022	313 445	10,51

I.6.3. L'agriculture

L'activité économique repose en général sur trois axes : l'agriculture, l'élevage.

A l'échelle nationale, depuis 1996, l'agriculture conserve approximativement la troisième place en matière de contribution au produit intérieur brut derrière les secteurs des hydrocarbures et des services, toujours avant l'industrie.

À l'échelle locale, le premier secteur économique important dans la wilaya de Naâma est l'agriculture; précisément le pastoralisme (DPSB, 2021).

Elle reste un moyen de production secondaire, un palliatif permettant de répondre en partie aux besoins des troupeaux. La production agricole reste très dépendante des conditions climatiques pour lesquelles l'agriculteur (ou plutôt l'éleveur) sait qu'il ne peut rien faire si ce n'est espéré utiliser cet espace comme terrain de parcours épisodiquement.

La vocation reste essentiellement agro-pastorale traditionnelle : les productions céréalières dominant. La configuration morphologique de la wilaya de Naâma permet de dégager plusieurs espaces pour le développement de l'agriculture particulièrement dans la région du sud. Le réseau hydrographique dégradé à travers les formations ksouriennes permet l'individualisation sur plaines et les plaines et les lits des oueds présentant des bonnes terres pour le développement de l'agriculture. A cela s'ajoutent les barrières naturelles constituées des principales montagnes pouvant protéger les exploitations agricoles contre l'assèchement des sols et la perte des productions précisément pendant les périodes de vents violents de sable.

Des conditions particulières dans la partie nord de la wilaya ont permis le développement d'une agriculture à petite échelle dans les poches (dépressions et dayats) disposant de ressources hydriques facilement mobilisables. En plus, le climat particulier dans ces régions est très favorable pour le développement de la phoeniciculture, des cultures arboricoles et vivrières précoces.

I.6.3.1. Production végétale

De par ses capacités et sa vocation, la wilaya dispose d'une importante superficie agricole utile et qui tend à se développer. Les hypothèses de développement de la wilaya insistent sur la place de choix que prendra le secteur agricole comme premier secteur économique, vecteur de relance et de développement des autres secteurs. Le tableau suivant indique la répartition des terres et donne la S.A.U. de la wilaya.

L'ensemble des terres figurant dans les quatre rubriques citées ci-dessus représente la superficie totale des terres utilisées par l'agriculture soit, donc la répartition de ces terres :

Les données du secteur de l'agriculture sont détaillées par commune plus bas, comme suit :

Tableau 3. Répartition de la superficie agricole (Ha) dans la wilaya de Naama (2005-2020) (DPSB-Naama, 2005, 2010, 2015 et 2020)

Année	S . A . U					Terres improduc- tives	Pacage et parcours	Total
	Cultures herbacées	Terres au repos	Arboricu- lture	Total SAU				
				Total	Dont irriguée			
2005	3 804	12 895	3 696	20 395	6539	60	2 183 005	2 203 460
2010	10 539	7 018	5 778	23 335	11 160	60	2 180 065	2 203 460
2015	12 713	8 574	6 678	28 283	15 897	60	2 175 118	2 203 460
2020	7 904	15 877	2 715	28 283	9 184	60	2 175 117	2 203 460

1.6.3.2. Production animale (Élevage)

Le cheptel déclaré varie d'une année à l'autre en raison des variations climatiques mais aussi de considérations sociales liées aux déclarations des éleveurs. A titre d'illustration, il était estimé en 1985 déjà à plus d'un million de têtes. Actuellement ce chiffre avoisinerait les 900000 têtes entre ovins, bovins, caprins, équins, camélins, ...

Tableau 4. Répartition du cheptel dans la wilaya de Naâma (1985-2020) (Agence TAD (1985 et 1990), BNEDR, 1987MADR (1996 et 1997), DPSB Nâama (1991 et 2001 à 2020).

Cheptel	1985	1990	2000	2005	2010	2015	2020
Ovins	1285900	1922720	817 570	831440	1 116500	1331 000	1620 497
Caprins	25340	8944	32 820	55965	63440	77 926	35 575
Bovins	21340	14970	40 580	36870	37500	37 605	98 390
Camélins	510	615	780	791	953	2 325	2 545
Total	1 333 090	1 947 249	891 750	925 066	1 218 393	1 448 856	1 757 007

L'élevage dans la région d'étude, est représenté par les ovins (1620 497 têtes), les caprins (35 575 têtes), les bovins (98 390 têtes) et camelin (2 545 têtes). Ces chiffres font ressortir l'importance qu'occupe le cheptel ovin au niveau de la région qui se positionne sur le premier plan (92%). L'élevage bovin occupe une place non négligeable comparativement à l'élevage caprin.

Les effectifs des ruminants varient d'une année à l'autre en raison principalement des transactions commerciales non contrôlées et la transhumance pratiquée par les éleveurs. Ces effectifs sont détenus en grande partie par les petits éleveurs.

On conclut que:

Le facteur humain constitue l'élément dynamique dans toute formulation de projet d'aménagement et de développement. La population de la wilaya de Naâma qui a longtemps été délaissée vu l'absence d'une politique rigoureuse de développement des zones steppiques à conserver en général un mode de vie traditionnel.

Le pastoralisme vocation des zones steppiques a connu durant la dernière décennie une régression due en grande partie à l'état de dégradation avancé de la majorité des parcours et aux années de sécheresse successives.

I.7- Conclusion du chapitre

Au terme de l'analyse du milieu naturel, on constate que la wilaya de Naâma ne renferme que de faibles potentialités par rapport aux contraintes qui constituent un handicap certain pour toute mise en valeur ou développement.

L'espace steppique occupe plus de 74% de la superficie totale de la wilaya et impose des activités spécifiques tant dans l'occupation des espaces que dans leur utilisation. Les autres espaces, forestier et agricole sont considérés par leurs utilisateurs au même titre que l'espace steppique. L'objectif principal et primordial étant de répondre aux besoins des troupeaux qui constituent un capital encore irremplaçable par les autres activités qu'elles soient commerciales, sylvicoles ou agricoles.

A la lumière des analyses quantitatives et qualitatives des différentes composantes du milieu socio-économique de la wilaya de Naâma, certaines caractéristiques, contraintes et facteurs favorables apparaissent déterminantes quant à la conception, le choix, la préconisation, et la faisabilité des actions d'aménagement, et de développement constituant le schéma directeur d'aménagement et de développement.

L'agriculture et le pastoralisme sont les deux activités qui sont toujours constituant la vocation économique principale de la wilaya de Naâma ce secteur a connu par le passé plusieurs crises surtout celles liées aux facteurs climatiques et d'ensablement de la Zone. Néanmoins des initiatives ont été prises par les autorités locales pour redynamiser ce secteur afin de stabiliser la population locale.

Cette région steppique a vocation pastorale avec une superficie de 2 951 410 Ha, dont la surface agricole utile (SAU) a connu une croissance non négligeable entre 1983 et 2006 puisqu'elle est passée de 855 à 20395 ha. Alors qu'elle constituait 0,65% de la surface totale de la wilaya en 1987, elle atteint 1% en 2006.

Cette évolution est due à l'ascension de la propriété foncière et à la promotion de l'investissement dans le secteur.

Chapitre II:**Aperçu général sur les zones humides et présentation des zones humides en Algérie et de la région de Naama (Sud-ouest d'Algérie)****II.1. Aperçu général sur les zones humides**

Les zones humides sont des terres de transition entre les systèmes terrestres et aquatiques, la nappe phréatique étant habituellement soit à la surface, soit à proximité ou alors le terrain étant couvert d'une couche d'eau peu profonde (Cowardin *et al.*, 1979). Elles représentent les meilleurs exemples d'écosystème de point de vue leurs fonctions biologique : productivité biologique, habitat et richesse écologique pour les espèces animales et végétale, leur fonctions écologiques et hydrologiques et de leur importance socio-économique (Hubert et Marin, 2001). Elles représentent aussi une partie assez considérable de la surface de notre planète dont elles couvrent à peu près 4 à 6 % de la superficie émergée (Thorsell *et al.*, 1997; Mitsch et Gosselink, 2007 ; Chenchouni, 2011). Elles sont omni présentes dans tous les biomes terrestres (Sahagion *et al.*, 1998 in Guergueb, 2011 ; MEA, 2005) mais, dont leurs existences dépendent de l'eau qui est le principal facteur déterminant les formes de vie végétale, animale et microscopique associées (Ramsar, 2007). Du point de vue écologique, ces milieux sont des unités fonctionnelles du paysage s'inscrivant dans un gradient environnemental, dont une extrémité est constituée par les terrestres typiques et l'autre par les milieux aquatiques (Mitsch *et al.*, 2009). Elles acquièrent à travers toute la planète une importance de plus en plus grande (Raachi, 2007). Le rôle multifonctionnel (fonction écologique, biologique et climatique) de ces zones humides conduit à leur conférer un statut d'infrastructure naturelle (Samraoui & de Bélair, 1997 ; 1998).

II.1.1. Zones humides, Convention et Critères de classification Ramsar

Selon le premier article de la convention de Ramsar (1971), « les zones humides sont définies comme étant des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, ou l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres ». Les zones humides correspondent aux marais, marécages, fondrières, fagnes, pannes, roselières, tourbières, prairies humides, marais agricoles, landes et bois marécageux, forêts alluviales et ripisylves marécageuses, mares y compris les temporaires, étangs, bras-morts, grèves à émergence saisonnière, vasières, lagunes, prés-salés, marais salicoles, rizières, mangroves, etc. Elles se trouvent en lisière de source, de ruisseaux, de fleuves, de lacs, en bordure de mer, de baies et d'estuaires, dans les deltas, dans les dépressions de vallée (Barnaud, 1991).

Les zones humides sont parmi les milieux naturels les plus productifs du monde. Elles représentent une partie assez considérable de la surface de notre planète, elles couvrent à peu près 4 à 6% de la superficie émergée (**Thorsell *et al.*, 1997; Mitsch et Gosselink 2007**).

La Convention de Ramsar sur les zones humides est le premier accord international pour la protection d'un écosystème particulier, les zones humides, a été adoptée le 2 février 1971 dans la ville iranienne de Ramsar, sur les bords de la mer Caspienne. Conçue comme un moyen d'attirer l'attention internationale sur le rythme de la disparition ou de la dégradation des habitats des zones humides naturelles et l'effet sur les oiseaux d'eau et oiseaux migrateurs. Leur disparition et déclin sont dus, en partie, à l'ignorance de leurs importantes fonctions et valeurs et des biens et services précieux qu'elles fournissent. La convention a pour mission «La conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides par des actions locales, régionales et nationales et par la coopération internationale, en tant que contribution à la réalisation du développement durable dans le monde entier» (**Ramsar, 2006, 2013**).

Il s'agit du premier accord multilatéral moderne sur l'environnement, sur la conservation et l'utilisation durable des ressources naturelles et ses dispositions, par comparaison avec celles d'accords plus récents, sont relativement simples et générales. La Convention a la particularité d'établir des engagements aussi bien au niveau des sites qu'au niveau des politiques nationales. Avec le temps, la Conférence des Parties contractantes (COP) a élaboré et interprété les principes de base du texte du traité, réussissant ainsi à préserver toute la pertinence des travaux de la Convention dans un environnement mondial en évolution rapide.

La Convention est entrée en vigueur en 1975 et, en janvier 2016, avait 169 parties contractantes, ou États membres, partout dans le monde. Bien que le message central porté par Ramsar soit l'utilisation durable de toutes les zones humides, l'«étendard » de la Convention est la liste des zones humides d'importance internationale (ou Liste de Ramsar) sur laquelle les parties ont inscrit plus de 2220 zones humides (ou Sites Ramsar) méritant une protection spéciale.

La convention de Ramsar préconise dans ce sens l'élaboration de plans de gestion pour chaque site en vue de l'utilisation rationnelle de ses ressources hydriques, animales, végétales et également esthétiques. Ce qui impose aux autorités centrales et locales qui ont l'ont soumis à l'inscription de prendre un ensemble de dispositions juridiques, administratives et techniques à la mesure de la reconnaissance de l'importance internationale de ses valeurs biologiques, économiques et culturelles. Les zones humides jouent, en effet, un rôle important en atténuant les impacts des phénomènes météorologiques (inondations, les sécheresses et les tempêtes).

Cette Convention a adopté une définition large des zones humides qui comprend tous les lacs et rivières, eaux souterraines, étangs et marécages, prairies humides, tourbières et oasis estuaires, deltas et vasières, forêts de mangroves et autres zones côtières, récifs coralliens et tous les sites artificiels tels que des étangs piscicoles et des rizières, des réservoirs et des marais salants. En effet, un site est désigné comme une zone humide d'importance internationale, s'il répond à l'un des neuf critères cités dans la Convention de Ramsar.

L'Algérie, qui a ratifié la Convention de Ramsar en 1982, se préoccupe de la sauvegarde et la gestion rationnelle de ces milieux, et cherche à en connaître les aspects socio-économiques. Elle a classé, à ce jour, 50 sites sur la liste Ramsar des zones humides selon d'importance internationale. Ainsi, les zones humides à classer doivent répondre au moins à l'une des critères énumérés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 5. Critères de classification des zones humides selon la convention Ramsar (**Ramsar, 1971, 2013**)

Groupe	Critères	
A	Sites contenant des types de zones humides représentatifs, rares ou uniques	Critère1 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle contient un exemple représentatif, rare ou unique de type de zone humide naturelle ou quasi naturelle de la région biogéographique concernée.
B		Critère 2 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite des espèces vulnérables, menacées d'extinction ou gravement menacées d'extinction ou des communautés écologiques menacées.
		Critère 3 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite des populations d'espèces animales et/ou végétales importantes pour le maintien de la diversité biologique d'une région biogéographique particulière.
	Sites d'importance internationale pour la conservation de la diversité biologique	Critère 4 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite des espèces végétales et/ou animales à un stade critique de leur cycle de vie ou si elle sert de refuge dans des conditions difficiles.
	Critères tenant compte des espèces ou des communautés écologiques	
	Critères spécifiques tenant compte des oiseaux d'eau	Critère 5 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite, habituellement, 20 000 oiseaux d'eau ou plus.
		Critère 6 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite, habituellement, 1% des individus d'une population d'une espèce ou sous-espèce d'oiseau d'eau.
	Critères spécifiques tenant compte des poissons	Critère 7 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle abrite une proportion importante de sous-espèces, espèces ou familles de poissons indigènes, d'individus à différents stades du cycle de vie, d'interactions interspécifiques et/ou de populations représentatives des avantages et/ou des valeurs des zones humides et contribue ainsi à la diversité biologique mondiale.

		Critère 8 : Une zone humide devrait être considérée comme un site d'importance internationale si elle sert de source d'alimentation importante pour les poissons, de frayère, de zone d'alevinage et/ou de voie de migration dont dépendent des stocks de poissons se trouvant dans la zone humide ou ailleurs.
	Critère spécifique tenant compte d'autres taxons	Critère 9 : Une zone humide devrait être considérée comme étant d'importance internationale si elle abrite régulièrement 1 % des individus d'une population d'une espèce ou sous espèce animale dépendant des zones humides mais n'appartenant pas à l'avifaune

Les critères de classification utilisés pour définir les valeurs pour la conservation des sites humides sont surtout d'ordre écologique, à savoir leur importance en tant qu'unité de conservation du point de vue (de la fragilité, de la superficie et des menaces, la représentativité ; la richesse et la diversité (en espèces, en habitats et en nombre des oiseaux d'eau, cas des canards. Ainsi Si le site est naturel ou artificiel ; la rareté (en espèces, du site, -La valeur potentielle du site. Et enfin leu 'utilisation dans le cadre de l'éducation, la sensibilisation et du tourisme.

II.1.2. Fonctions et valeurs des zones humides

L'importance des zones humides est bien connue, en particulier sur le plan de la diversité des espèces qui en dépendent. Les zones humides sont parmi les plus productifs du monde, elles sont le berceau de la diversité biologique et fournissent l'eau et la productivité primaire dont un nombre incalculable d'espèces de plantes et des animaux dépendent pour leur survie, elles entretiennent de fortes concentrations d'oiseaux, de mammifère, de reptiles, d'amphibiens, de poissons et d'invertébrés et sont aussi des greniers importants de matériel génétique végétale

Du point de vue fonctionnel, les zones humides participent à l'équilibre physique et écologique de l'ensemble de cet écosystème.

II.1.2.1. Fonctions hydrologiques

Les zones humides fonctionnent comme un filtre épurateur, (filtre physique et biologique) ; elles favorisent le dépôt des sédiments y compris le piégeage d'éléments toxiques (les métaux lourds) et l'absorption de substances indésirables ou polluantes par les végétaux (nitrates et phosphates) ; contribuant ainsi à améliorer la qualité de l'eau (**Fustec et Frochot, 1996**). Elles ont aussi un rôle déterminant dans la régulation des régimes hydrologiques. Le comportement des zones humides à l'échelle d'un bassin versant peut être assimilé à celui d'une éponge. Lorsqu'elles ne sont pas saturées en eau, les zones humides retardent globalement le ruissellement des eaux de pluies et le transfert immédiat des eaux superficielles vers les fleuves et les rivières situés en aval. Elles « absorbent » momentanément l'excès d'eau puis le restituent progressivement lors des périodes de sécheresse (**Fustec et Frochot, 1996**).

II.1.2.2. Fonctions biologiques

Les zones humides constituent un réservoir de biodiversité et une source de nourriture pour divers organismes. Ces fonctions biologiques confèrent aux zones humides une extraordinaire capacité à produire de la matière vivante, elles se caractérisent par une productivité biologique nettement plus élevée que les autres milieux (**Fustec et Frochot, 1996**). Parmi les fonctions biologiques nous citons les plus utiles à la vie des oiseaux d'eau.

II.1.2.3. Fonction d'alimentation

La richesse et la concentration en éléments nutritifs dans les zones humides, assurent les disponibilités de ressources alimentaires pour de nombreuses espèces animales telles que : les poissons, les crustacées, les mollusques et les oiseaux d'eau (**Fustec et Frochot, 1996**).

II.1.2.4. Fonction de reproduction

La présence de ressources alimentaires variées et la diversité des habitats constituent des éléments essentiels conditionnant la reproduction des êtres vivants (**Fustec et Frochot, 1996**).

II.1.2.5. Fonction d'abri, de repos et de refuge

Les zones humides qui s'échelonnent des régions arctiques à l'Afrique sont des haltes potentielles pour les migrateurs en transit par l'Europe de l'Ouest, Ceux-ci vont alors s'y reposer et prendre des forces. Elles jouent aussi le rôle de refuge climatique lors des grands froids. Cette fonction s'exerce en deux temps. Le premier est le repli des oiseaux vers des milieux non gelés. Le deuxième quand toute les zones humides sont gelées, la fuite vers des régions méridionales s'impose (**Fustec et al., 2000**).

II.1.2.6. Fonctions climatiques

Les zones humides participent à la régulation des microclimats. Les précipitations et la température peuvent être influencées localement par les phénomènes d'évaporation intense d'eau, et de la végétation par le phénomène d'évapotranspiration. Elles peuvent ainsi tamponner les effets de sécheresse au bénéfice de certaines activités agricoles, donc elles jouent un rôle dans la stabilité du climat (**Skinner et Zalewski, 1995**).

II.1.2.7. Valeurs culturelles et sociales

Ces écosystèmes participent à l'image de marque des régions où se trouve la zone humide. Leurs paysages de qualités et leurs richesses font d'elles un pôle d'attraction où se développent diverses activités récréatives et pédagogiques susceptibles de favoriser le développement local. Elles représentent un fantastique atout touristique (**Fustec et al., 2000**).

II.1.2.8. Valeurs économiques.

Outre leur aspect patrimonial et écologique, les zones humides sont également des zones très productives ayant permis le développement de nombreuses activités professionnelles : saliculture, la pêche, la conchyliculture,...et une importante production agricole : herbager, pâturage, élevage, rizières ... (Fustec *et al.*, 2000).

II.1.3. Répartition géographique des zones humide

II.1.3.1- Dans le monde

Les premières estimations réalisées indiquent que les zones humides recouvriraient 6% de la surface continentale soit 8,6 millions de Km² (Maltby & Turner, 1983 in Chekchaki, 2012). Une première évaluation de l'étendue des zones humides dans le monde a été réalisée en fonction des types de climat (Tab.6).

D'après le tableau 1, nous remarquons que les zones humides tropicales et subtropical représentent plus de la moitié du total (56 %), soit environ 4,8 millions de km². Une grande originalité de la répartition des zones humides à la surface du globe est pour l'ensemble des zones bioclimatiques (Figure 1), puisque, littorales ou continentales, elles se développent dès que le bilan hydrique est momentanément au moins excédentaire (Lointier, 1996).

Tableau 6. Répartition des zones humides mondiales selon la zone climatique (Maltby *et al.*, 1983)

Zone	Climat	Surface ((km ² ×103)	% de la surface continentale
Polaire	Humide, Semi-humide	200	2.5
Boréale	Humide, Semi-humide	2558	11
Sub-boréale	Humide	539	7.3
	Semi-aride	342	4.2
	Aride	136	1.9
Sub-tropicale	Humide	1077	17.2
	Semi-aride	629	7.6
	Aride	439	4.5
Tropical	Humide	2317	8.7
	Semi-aride	221	1.4
	Aride	100	0.8
Total	8560	6.4	

En outre, la répartition des zones humides à l'échelle mondiale est représentée dans la figure ci-dessous (**Fig. 4**). On constate que les zones humides tropicales et subtropicales représentent plus de la moitié du total (56 %), soit environ 4,8 millions de km². Une des grandes originalités de la répartition des zones humides à la surface du globe est d'intéresser l'ensemble des zones bioclimatiques, puisque, littorales ou continentales, elles se développent dès que le bilan hydrique est, momentanément au moins, excédentaire (Lointier, 1996).



Figure 4. Carte de répartition des zones humides mondiales figurant sur la liste Ramsar (Ramsar, 2011 in Chekchaki, 2012).

II.1.3.2- En Méditerranée

Le Bassin méditerranéen est riche en Zones Humides de grandes valeurs écologiques, économiques et sociales (**MedWet -2014**).

Les zones humides occupent généralement des zones de transition entre les systèmes aquatiques et terrestres, et possèdent donc des caractéristiques de ces deux écosystèmes. Les paysages typiques des zones humides de la région méditerranéenne comportent des deltas, des lagunes côtières et des marais salés, des cours d'eau et leur plaine d'inondation, des marais permanents et temporaires et des lacs, des salines, des oasis, des chotts et des sebkhas (**Pearce et Crivelli 1994**).

Les zones humides du bassin Méditerranéen 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 Crivelli, 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 Crivelli, 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.

II.2. Les zones humides en Algérie

L'Algérie est riche en zones humides, qui font partie des ressources les plus précieuses sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle (**Boumezbeur, 2001**). Ces milieux jouent un rôle important dans les processus vitaux, entretenant des cycles hydrologiques et constituent également un habitat privilégié pour une flore et une faune importante, particulièrement les oiseaux d'eau migrateurs, dont ils constituent des quartiers d'hiver importants pour de nombreuses espèces. Dans la mesure où ces zones humides n'ont pas été drainées ou détruites, elles attirent régulièrement un grand nombre d'Anatidés et de Foulques, qui trouvent là, de bonnes conditions pour hiverner (**Isenmann et Moali, 2001**).

L'Algérie renferme un grand nombre de sites humides exceptionnels de par leurs dimensions et leurs diversités et où plusieurs études scientifiques ont été menées (**Ledant & Van Dijk, 1977; Van Dijk et Ledant, 1980 ; Morgan, 1982 ; Samraoui et al., 1992 ; Boumezbeur, 1993; Samraoui et De Belair, 1998 ; Chalabi, 1998 ; Houhamdi, 1998**).

En 2015, la Direction Générale des Forêts (**DGF**) a recensé 2375 zones humides apparentes. 2056 zones humides naturelles et 319 artificielles. L'ensemble des zones humides classées (50 sites sur la liste Ramsar, d'importance internationale) couvre une superficie de 3,5 millions d'hectares d'espaces classés soit 50% de la superficie totale. Il est à noter que dix (10) sites prioritaires sont retenus par le Ministère de l'Aménagement du territoire, de l'environnement et de la ville, pour être dotés d'un plan de gestion assurant leur gestion rationnelle et durable. Il s'agit des sites suivants : Lac Tonga, Oasis de Tamantit et Sid Ahmed Timmi, Chott El Hodna, Chott Timerganine, Dayet Morsli, le barrage de Bougara, Chott Zaherz chergui, les Gultates d'Afilal, Oued Mazafrane et le Lac de Ménéa (**Zedam, 2015**),

L'Algérie dispose au total de 1451 zones humides dont 762 naturelles et 689 artificielles (**DGF, 2004**). Sa configuration physique et la diversité de son climat lui confèrent d'importantes zones humides :

- La frange Nord-Ouest et les hautes plaines steppiques se caractérisent par des plans d'eau salée tels que ; les marais de la Macta, et la sebkha d'Oran. Dans les hautes plaines steppiques on rencontre des chotts et des sebkhas, tel que chott El Hodna, chott Chergui et chott Melghir.
- La partie Nord-Est : la plus arrosée, renferme de nombreux lacs d'eau douce, des marais, des ripisylves et des plaines d'inondation. Par exemple le cas du complexe de zones humides d'El Kala, (**Samraoui et De Belair, 1998**), ainsi que celui des Hautes Plaines (appelé souvent "Constantinois" ou complexe de zones humides d'Oum El Bouaghi) d'une grande valeur écologique (**Jacobs et Ochando, 1979**).

- Le Sahara : renferme les oasis, dans le réseau hydrographique des massifs, montagneux du Tassili et du Hoggar on assiste à des sites exceptionnels alimentés par des sources d'eau permanentes appelées Gueltes (**Bakhti, 2005**)

La carte ci-dessous (Fig.5) donne la répartition des 50 sites classés sur la liste Ramsar des zones humides en Algérie parmi les 1451 zone humide de type Marine, Continentale et Artificielle inventorier à travers tous le territoire du pays.

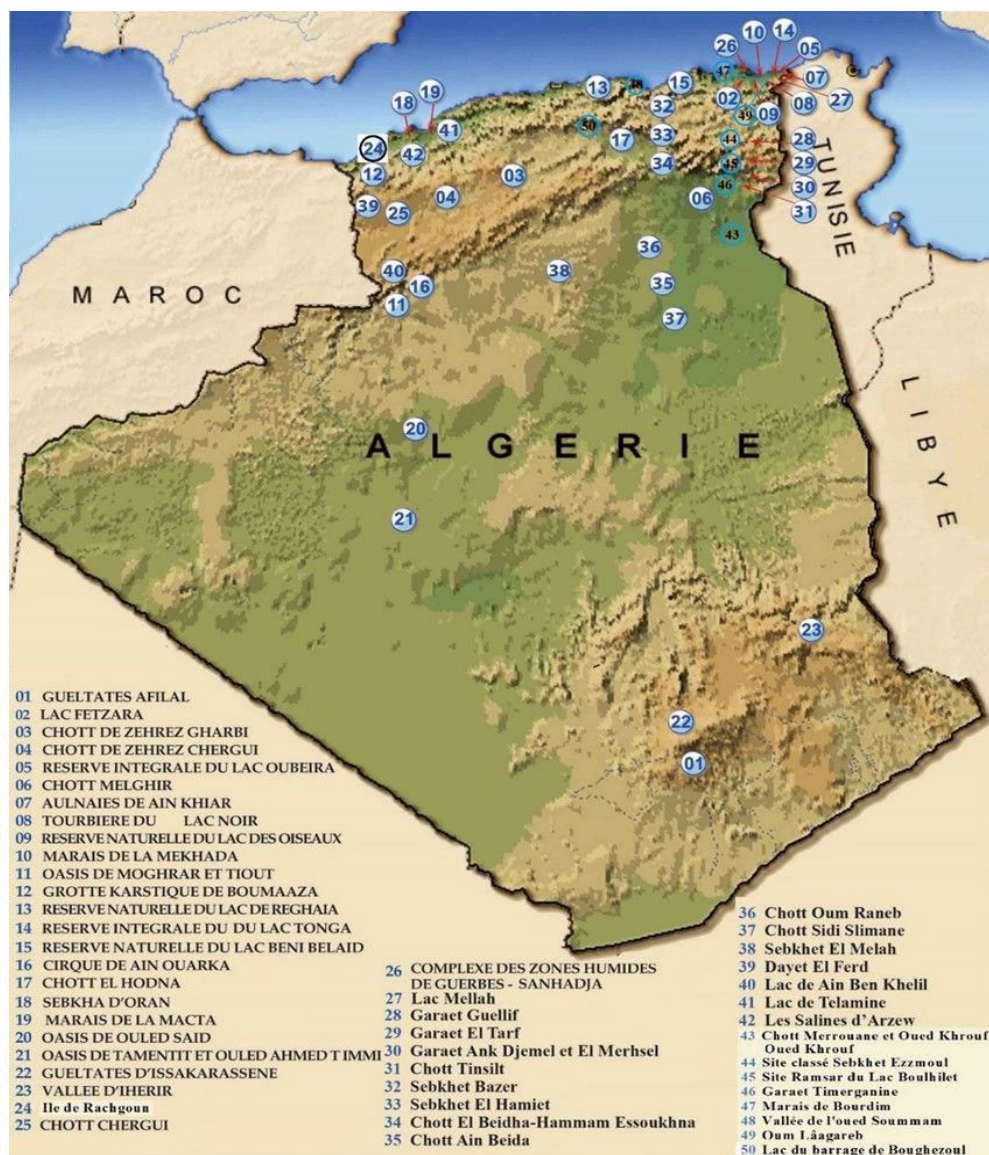


Figure 5. Carte de répartition des 50 sites classés sur la liste Ramsar des zones humides en Algérie (**DGF, 2007 modifié par Sarri, 2017**)

De plus, les zones humides algériennes qui se situent sur les deux grandes voies de migration du « FlyWay international » jouent un important rôle de relais pour la faune migratrice entre les deux obstacles constitués par la mer Méditerranée d'une part et le Sahara d'une autre part. Malgré ces atouts, ces zones humides continuent de disparaître à un rythme alarmant, trois fois plus vite que les forêts, et d'être peu prises en compte dans les politiques de développement.

II.2.1. Distribution des zones humides algériennes par région écologiques

D'après **Morgan (1982); Chalabi (1990) et Saifouni (2009)**, l'Algérie a été divisée en cinq principales régions écologiques (ornithologiques), qui sont : l'Est, l'Ouest, le Centre, les Haut Plateaux et le Sud (**Tab. 7**).

Par ailleurs, sur le plan biogéographique, ces cinq régions, correspondent à plusieurs domaines biogéographiques des deux principales grandes régions biogéographiques de l'Algérie : la région Méditerranéenne au Nord, et la région Saharienne au Sud (**Bellatreche, 1994**).

Tableau 7. Principales régions prises en compte, pour la distribution des zones humides et les oiseaux d'eau en Algérie (**Saifouni, 2009**).

Domaine	Région écologique (Ornithologie)	Wilaya
Méditerranéen	Est	Jijel, Skikda, Annaba, EL-Taref, Mila, Constantine, Souk Ahras et Guelma.
Centre	Chlef, Ain defla, Blida, Tipaza, Boumerdès, Tizi Ouzou, Bejaia, Bouira, Médéa et Alger.	
Ouest	Oran, Mostaganem, Ain Témouchent, Mascara, Sidi Bel-Abbas, Tlemcen et Relizane	
Magrébin Steppique	Hauts plateaux Est	Sétif, Bordj Bou Arreridj, Batna, Oum Bouaghi, Tebessa et Khenchela.
Hauts plateaux Centre	M'sila, Djelfa, Laghouat.	
Hauts plateaux Ouest	Saida, Tiaret, Tissemsilt, Naama et El-Bayadh.	
Saharien	Sud-Est	Biskra, Ghardaia, Ouaregla et EL-Oued.
Sud-Ouest	Béchar, Béni Abbès, Timimoune, Adrar et Tindouf.	
Grand Sud	Tamanrasset et Illizi.	
03 Domaines	05 Régions écologiques	

II.2.2. Typologie des habitats de zones humides d'Algérie

Les zones humides du nord de l'Algérie sont marquées par la présence d'un nombre important de zones humides qui, par leur eau, leur biodiversité, leurs sols et leur évolution, constituent des supports incontournables pour un développement durable et intégré. Par leur répartition géographique, ces zones peuvent être classées en trois groupes: le groupe côtier, le groupe des hauts plateaux et le groupe Nord-saharien (**D.G.F, 2004**), le nombre des zones humides naturelles importantes avoisine 254.

La convention de Ramsar a adopté une classification des types de zones humides qui comprend 50 types groupés en trois catégories :

D'après Saifoun, (2009), es proportions des différents types de zones humides selon la typologie Ramsar, par ordre d'importance décroissant, se présentent comme suit :

- 1) Zones humides continentales : 51,77 % (775 sites) ;
- 2) Zones humides artificielles : 46,76 % (700) ;
- 3) Zones humides marines / côtières : 1,47 % (N = 22)

Au plan typologique, les zones humides algériennes sont représentées par des lacs, marais, étangs, marécages, lagunes, baies, lacs de barrages, retenues collinaires, oueds, salines, zones d'épandage, ripisilves, chotts, sebkhas, zones inondables, oasis, grands bassins artificiels, zones d'épandage des eaux. Certaines zones humides algériennes sont célèbres comme quartiers d'hiver pour des centaines de milliers d'oiseaux migrateurs venant des régions européennes et asiatiques (**Chettouh, 2021**)

Parmi les zones humides d'Algérie, nous citons les plus importantes :

- Ecocompexe et réserves intégrales de zones humides : lacs Mellah, bleu, Tonga, Oubeira, le lac des oiseaux, Marais de la Mekhada, Tourbière du Lac Noir (wilaya d'El Tarf)
- Lac Fetzara, Mardj El Bordi, Mardj Ain Zena, Mare Sidi Amar, Mare Eulma, Mare Oued El Aneb, Mare Hashasia, Mare Ain Boukhroufa, Marais Bousedra, Mare El Azla, Mare Charra (wilaya d'Annaba)
- Le complexe de zones humides de Guerbes- Sanhadja (wilaya de Skikda)
- éco-complexe de zones humides du lac de Béni-Bélaid, le marais d'El Kennar, le marais de Redjla (wilaya de Jijel)
- Eco-complexe de : Garaet Guellif, Chott Tinsilt, Garaet Annk Djemel El Merhssel, Garaet El Marhsel, Garaet El Taref, chott Timerganine (Oum El Bouaghi)
- Oued Mezfran (Tibaza, Blida et Alger)
- Chott El Hodna (wilayas de M'Sila et Batna)
- Chott Ech Chergui (wilayas de Saida, Tiaret, Naâma et El Bayadh)
- Chott Zahrez Charki (Djelfa)
- La Sebkha d'Oran, Dhayat Morsli (wilaya d'Oran)
- La vallée d'Iherir (wilaya d'Ilizi)
- Sebkhat El-Maleh, Lac de Ménée (El-Menea- Ghardaïa),
- Les Guelatates d'Issakarassene et d'Afilal (wilaya de Tamanrasset)
- Chott Merouane et Oued Khouf (wilaya d'El Oued)
- Les Marais de la Macta (wilayas de Mascara, Oran, Mostaganem)
- Les Oasis d'Ouled Saïd (wilaya d'Adrar)
- Les Oasis de Tamentit et Sid Ahmed Timmi (wilaya d'Adrar).

-.....

II.3. Les des zones humides de la région de Naama (Sud-ouest d'Algérie)

Des 50 sites inscrits dans la liste de Ramsar, sur les quelque 1.700 sites recensés sur le territoire national, dont 762 sont des milieux naturels. En effet, la wilaya de Naâma dispose d'une dizaine de zones humides dispersées sur l'ensemble de la wilaya, soit à l'état naturel ou artificiel, certaines zones humides sont artificielles créées par le HCDS (ouvrages hydrauliques, retenues, digues, Diguettes). Ces sites ont été réalisés en vue d'un aménagement des régions steppiques favorables au pastoralisme et aux transhumances. À l'exemple de Oulekak Ouzert (Sfissifa) et M'sekhscha (Kasdir). Plusieurs sites parmi ces zones accueillent périodiquement des oiseaux d'eau migrateurs pour y passer l'hiver.

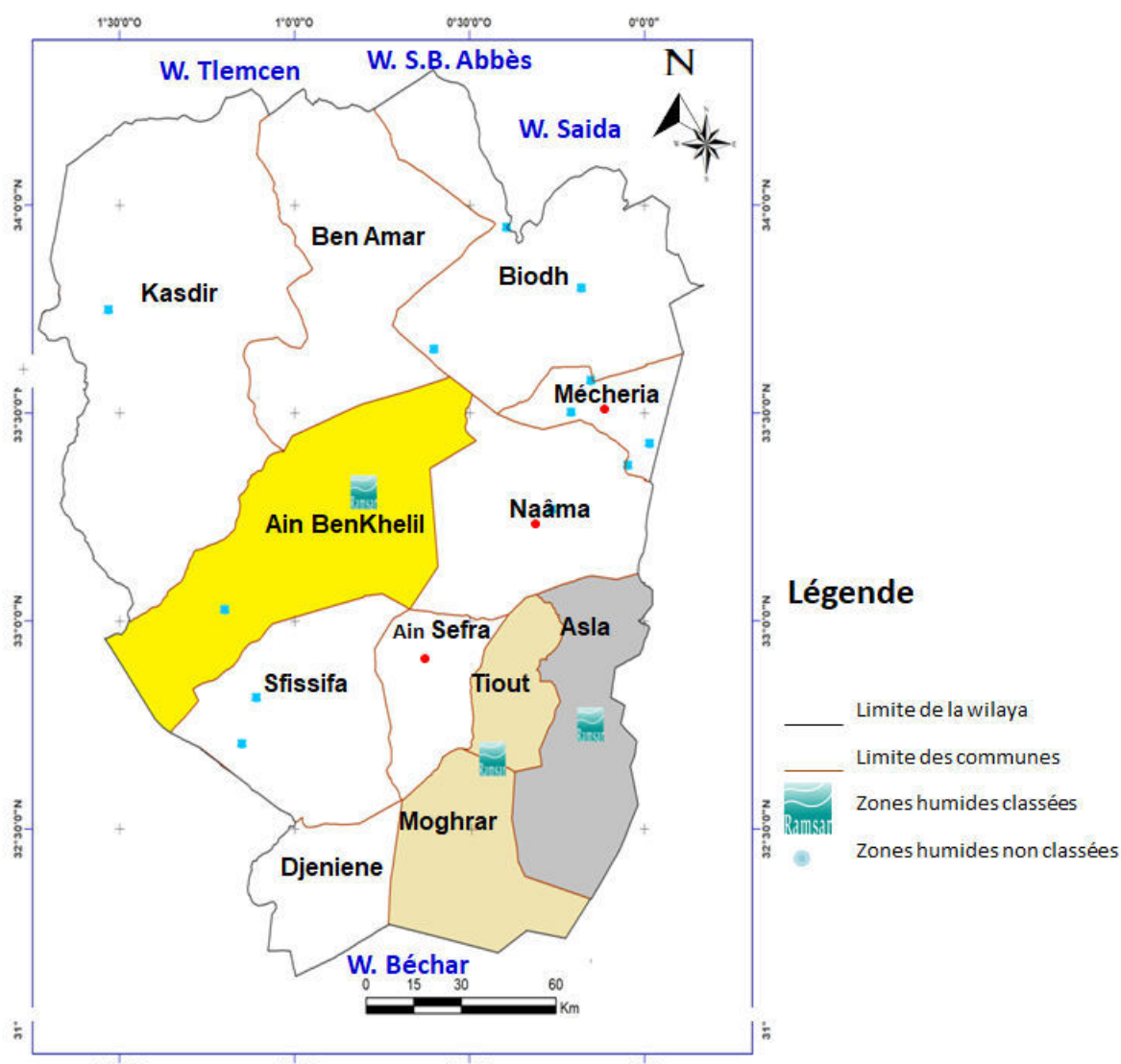


Figure 6. Carte de répartition des Zones humides dans la wilaya de Naama

La wilaya de Naâma possède dont trois zones humides classées d'importance internationale, inscrites par leurs critères dans la liste de la Convention de Ramsar. Il s'agit de la zone humide « Le cirque de Aïn Ouarka » dans la commune d'Asla, « Les oasis/palmeraies de Tiout et de Moghrar » ainsi que « Le lac de Oglat Eddaira » dans la commune d'Aïn Ben Khellil.

Toutes ces zones, d'une biodiversité particulière dans le Sud-ouest, accueillent périodiquement des oiseaux aquatiques, migrants et hivernants. Hormis ces merveilleux sites qui constituent un patrimoine naturel assez significatif, en raison de leur richesse biologique, de leur avifaune sauvage et de leur attrait touristique.

Ainsi dans la wilaya de Naâma d'autres lieux ont été proposés au classement comme zones humides qui renfermant une importante biodiversité : « Brazia », « Sebkhât Naâma », « Roudassa », « Oglet Naâdja » et « Dhayet Souid ». On peut distinguer d'autres zones humides les plus importantes qui renfermant aussi une importante biodiversité. À cela, s'ajoutent une dizaine de retenues d'eau artificielles réalisées par l'HCDS de Naama, qui abritent d'une avifaune (Oulekak Ouzert, Tniet Laghnam, El-Bloudh, ...).



Figure 7. Photos des Zones humides classées (a-Oasis (Tiout) ; b- Le cirque de Aïn Ouarka (Asla) ; lac de Oglat Eddaira (Ain Ben Khellil)

Tableau 8. Zones humides de la wilaya de Naâma

N°	Nom de la zone humide	Commune	Superficie (Ha)	Classement
1	Oasis de Moghrar et Tiout	Tiout	195.500	Classée
2	Cirque Ain Ouarka	Asla	2350	Classée
3	Oglat Edaira	Ain Benkhilil	23430	Classée
4	Sebkhet Naâma	Naâma	50000	En projet
5	Lac de Raoudassa	Mecheria	164	En projet
6	Brazia Sidi Med el Houari	Kasdir	300	En projet
7	Retenue collinaire Essabba	Sfissifa	150	NC
8	Djboub Theniet Echiakha	AIn Benkhilil	30	NC
9	Dayet El B'toum	Ain Benkhilil	100	NC
10	Oum El Djem	Mecheria	1600	NC
12	Chott El Gharbi-Kasdir	Kasdir	150	NC
12	Dayet Ederz	Biodh	4	NC
13	Dayet El Mehdi	Ain Ben Khelil	1	NC
14	Retenue collinaire Boulakhssam	Kasdir	3	NC
15	Retenue collinaire Dayat Bousmaha	Kasdir	1	NC
16	Retenue collinaire Fekarine		1	NC
17	Retenue collinaire Harmal	Kasdir	1	NC
18	Retenue collinaire M'sekhskha	Kasdir	1	NC
19	Retenue collinaire Oulekak Ouzert	Sfissifa	1	NC
20	Retenue collinaire Rachidia	Kasdir	1	NC
21	Retenue collinaire Tniet Lagnam		1	NC
22	Sebkhet El-Bloudh	Biodh	5478	NC
23				
24				



Figure 8. Zones humides non classées (a-Roudassa (Mécheria) ; b- Brazia (Kasdir) ; Messakhskha (Kasdir) ; Digue (Djeniene) ; Founassa (Djeniene) ; Asla

II.2. Présentation des zones humides classées dans la région de Naama

I.2.1. Zone humide des Oasis de Moghrar et de Tiout

Les Oasis de Moghrar et Tiout sont les seules oasis se trouvant sur le territoire de la wilaya de Naâma, et sont reliées par un important cours d'eau, l'Oued Namous. Elles se localisent sur le revers Sud des Monts des Ksour avec leurs regs, hamadas et oueds plus ou moins sec, dans le bioclimat saharien caractérisé par de faibles précipitations, 100-150 mm/an environ.

Les deux oasis dans l'atlas saharien (Monts de Ksour), la présence souterraine d'eau en certains endroits rend possible les cultures et notamment celle du Palmier dattier. Elles présentent des caractéristiques, qui, à l'image de cette région exceptionnelle sur le plan de la biodiversité, et de l'agriculture oasienne au sein de l'atlas Saharien.

II.2.1.1. Situation géographique de la Zone Humide « Oasis de Moghrar et de Tiout »

Les oasis de Tiout et de Moghrar sont situées en zone aride Tiout et Moghrar sont les deux seules oasis de la wilaya de Naâma (Figure 1).

- Oasis de Moghrar

Les oasis de Moghrar sont limitées au Nord par le Djebel Bou Amoud (1.692 m) et le Djebel Cheracher (1.726 m); à l'Est par le Djebel Boulerrhad (1.690 m) et au Sud-Est par le Djebel. El Haïmeur (1.337 m). Le Djebel Touzamet (1.370m) la limite au Sud. Ces djebels entourent de vastes glacis et regs dont les altitudes varient entre 500 et 1.000 m drainés par un réseau hydrographique dense (griffes d'oueds) qui rejoignent l'oued El Rhoubia, elles font partie de la commune de Moghrar.

- Oasis de Tiout

L'Oasis de Tiout se situe à 10 km à l'Est de la deuxième ville la plus importante de la wilaya, Aïn Sefra, en prolongement de la RN n° 47, entre Djebel Aïssa au Nord-Ouest, Djebel Djara et Djebel Mekter au Sud. Elle est située dans le lit de l'Oued Tiourtelt qui draine les eaux du Djebel Souiga et fait partie de la commune de Tiout, Daïra de Aïn Sefra, W-Nâama.

Les coordonnées géographiques des deux oasis sont représentées dans le tableau ci-après:

Tableau 9. Coordonnées géographiques des deux oasis (Moghrar & Tiout)

Coordonnée géographiques	Latitude X	Longitude Y	Altitude Z (m)
Moghrar	32° 29'	0° 40'	970
Tiout	33° 16'	3° 24'	1033

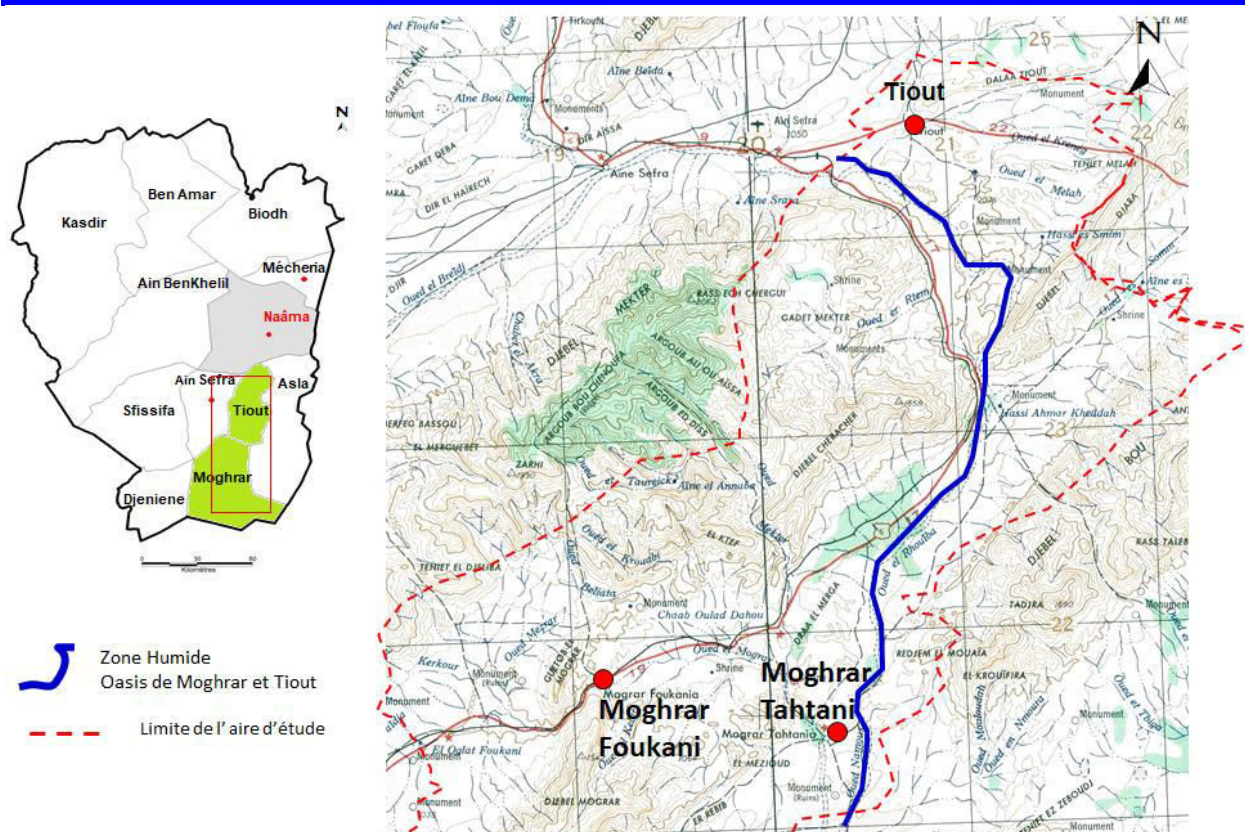


Figure 9. Localisation géographique de la zone humide « Les oasis de Moghrar et Tiout »

II.2.1.2. Caractérisation de la zone humide de « Oasis de Moghrar et Tiout »

Tableau 10. Caractérisation de la zone humide de « Oasis de Moghrar et Tiout »

Type de zone humide	Continentale : Y.
Systèmes hydrologiques	3. 6. 9. Zk(c) ; 9: Canaux et fossés de drainage ou rigoles Zk(c): souterrains artificiels
Date d'inscription	4 juin 2003
Site numéro	14/50 sites inscrits
N° d'ordre	Certificat n° N° 1302
Superficie (Ha)	195 500
Eau	Eau douce avec système d'irrigation ancestral Alimenté par l'eau souterraine, pH<5,5 (Acide), Salinité de l'eau : <0,5g/l
Critère de Ramsar : 1.2.3	Critère 1 : Les Oasis de Moghrar (Tahtani et Foukani) et Tiout sont les seules oasis se trouvant sur le territoire de la wilaya de Nâama qui, à l'image de cette région exceptionnelle sur le plan de la biodiversité, elles présentent des caractéristiques, , sont représentatives des types de zones humides permettant l'agriculture au sein du Sahara. Elles renferment des variétés locales de palmier dattier d'excellente qualité: Feggous et Aghrass, dont les qualités naturelles de conservation sont rares. Critère 2 : L'existence des foggaras, système ancien d'alimentation et de distribution, datant d'au moins un siècle, en fait un site représentatif au niveau méditerranéen et même au-delà de la région. Critère 3 : La présence de trois variétés de dattes extrêmement importantes et rares, notamment en raison de leurs qualités naturelles remarquables de conservation pendant plus d'une année et à l'air libre, fait de ce chapelet d'oasis un site qui mériterait d'être également classé au titre du critère 3. Ces variétés de palmiers dattiers sont H'mira, El Hartan et Feggous qui sont bien conservées ici, alors qu'elles ont presque disparues partout ailleurs.

II.2.1.3. Cadre socioéconomique des oasis de Naama

Pour l'oasis de Tiout se trouve à 10 km à l'est d'Ain Sefra sur la RN 47. C'est une commune dépendant de la daïra d'Ain Sefra qui compte 7463 habitants, répartis sur une superficie de 789,5 km² avec une densité de 8.77 hab/km².

L'oasis Moghrar se trouve à 50 km au sud d'Ain Sefra sur la RN 6. C'est une commune dépendant de la daïra du même nom qui compte 4 956 habitants répartis sur une superficie de 1 792,5 km² avec une densité de 2.84 hab/km².

Tableau 11. Évolution de la population (nombre d'habitants) dans les 2 communes (Moghrar et Tiout) entre 1977 et 2022 dans les deux communes (Tiout & Moghrar) (DBSB, 2023)

Communes	Tiout		Moghrar	
Année	Population	Densité (hab/km ²)	Population	Densité (hab/km ²)
1977	1 835	2,16	2502	1,43
1987	4 042	4,75	2958	1,69
1998	5 014	5,89	3275	1,88
2008	6 532	7,67	4348	2,49
2018	7 231	8,50	4672	2,68
2022	7 463	8,77	4956	2,84

L'agriculture des oasis (Tiout et Moghrar) est constituée par plusieurs strates, le palmier dattier domine dans la strate arborescente, il est accompagné, par des arbres fruitiers au niveau de la strate arbustive, et par de nombreuses cultures annuelles en strate herbacée. Ce système oasien constitue un type agro-système aride construit et maintenu par la population local du Ksar à partir d'une gestion rigoureuse des ressources naturelles. Il contribue à l'amélioration de la fertilité du sol, en compost, reliquats et résidus des cultures, à travers des rotations culturales et notamment les légumineuses, et aussi les arbres fruitiers.

Le système oasien, en culture sous étage est basé sur l'association polyculture-élevage : céréales, légumes, arbres fruitiers et palmiers dattiers et petit élevage. Ce système de production bien adapté aux contraintes d'aridité du climat, où la gestion des ressources d'eau est à son optimale, et est qualifié de durable. Alors, le système de culture est pratiqué à deux ou trois strates selon les disponibilités d'eau d'irrigation, de fait, il se caractérise par deux types de conduite : système extensif et intensif. La palmeraie est constituée par de nombreuses variétés de palmiers dattiers dont l'importance économique varie d'une variété à une autre. Les palmiers dattiers constituent une coupole d'ombre qui protège les cultures. Le verger fruitier est composé par une grande diversité d'espèces, l'amandier, le citronnier, la vigne, le figuier, l'oranger, l'olivier, le grenadier et l'abricotier. Les plantes maraîchères sont composées de tomate, de pomme de terre, de betteraves, de navets, et autres.

L'exploitation agricole intensive et diversifiée est basée sur une utilisation naturelle de l'eau et pratiquée par les habitants des Ksour, dans des jardins établis à proximité des sources d'eau, captées par système de Foggaras.

L'existence des foggaras, système ancien d'alimentation et de distribution, datant d'au moins le 11^{ème} siècle en fait un site qui est représentatif au niveau du Sahara. Grâce à ce type d'irrigation par le système traditionnel de foggara des oasis assure la pérennité de la verdure dans les oasis de la wilaya de Naâma est maintenue grâce à la foggara. En effet, l'irrigation est assurée des crues des oueds et des inondations ou submersions. Donc, c'est l'eau d'irrigation qui maintient la zone humide.

L'existence des foggaras, système ancien d'alimentation et de distribution, datant d'au moins un siècle, en fait un site représentatif au niveau méditerranéen et même au-delà de la région. En outre le système de foggaras est unique en son genre, surtout que dans ses oasis il est vraiment à son dernier stade de conservation en raison de l'assèchement de la nappe initiale qui l'alimentait de manière naturelle.

II.2.1.4. Cadre climatique

La région dispose d'un climat aride, à hiver froid. La période humide ne dure que trois mois et la période sèche, s'étale sur tout le restant de l'année, ce qui indique un bilan hydrique déficitaire. La pluviométrie moyenne annuelle est de 213.2mm. La température moyenne annuelle est de 15 ° 92, le maximum du mois le plus chaud est de 36° 3 et le minimum du mois le plus froid de – 0° 51. L'humidité relative moyenne annuelle est de 43.33 % et l'amplitude journalière moyenne de 2,14 % (Novembre, Décembre, Janvier). Le nombre de jours de gelée blanche par an est de 24 en moyenne, qui doivent s'étendre sur les mois les plus froids, de Décembre à Février. Les vents soufflent le plus fréquemment de Sud - Ouest à Nord-Est.

Les oasis de Naama à bioclimat Saharien aride à hiver froid, les vents qui soufflent fréquemment du Sud-Ouest au Nord -Est y sont importants surtout en hiver et au printemps avec 20 à 40 jours de sirocco par an en période estivale. La période humide n'est que 3 mois, la pluviométrie moyenne annuelle est de 213 mm.

La température moyenne annuelle est de 16°C, le maxima du mois le plus chaud est de 36,3°C et le minima du mois le plus froid de -0°C. L'humidité relative moyenne annuelle est de 43,33 et l'amplitude journalière moyenne est de 2,14 %(mois de novembre, décembre et janvier). Le nombre de jours de gelée blanche par an est de 24 en moyenne (mois de décembre et février).

II.2.1.5. Cadre géomorphologique

La région de Moghrar et Tiout qui fait partie de l'Atlas saharien occidental est une zone de transition entre les hautes plaines steppiques sud oranaises au nord et la plateforme saharienne au sud. Sa géomorphologie lui confère des faciès différents marqué par des reliefs peu variés.

Elle se distingue par un relief très élevé avec certains sommets qui culminent à plus de 2000m d'altitude, comme Djebel Aissa (2236m), djebel Mzi (2167m), Mekter (2053m), parsemés de petites vallées et terrasses alluviales occupée par les oasis à l'image de Tiout, Moghrar, Sfisifa et Asla (**Rahmani, 2018**). D'autre part le relief a favorisé la formation d'un système de bassins versants siège d'un important réseau hydrographique qui alimente de nombreuses zones humides naturelles et artificielles (oasis de Moghrar et Tiout).

La géomorphogenèse de l'Atlas saharien a donné lieu à des formations particulières dans la région. Il s'agit des dépressions endoréiques permettant leur mise en eau créant ainsi des zones humides et Sebkhass jouissant d'une diversité faunistique et floristique particulière.

II.2.1.6. Cadre Géologique

Dans la région de Tiout : Elle se caractérise physiquement sur le plan géologique par un synclinal à fond plat, permettant localement les subdivisions lithostratigraphiques suivantes :

- Barrémien : crête inférieure et niveau sus-jacents
- Aptien : Unité gréseuse intermédiaire
- Albien : Grès de Tiout

La masse principale des grès barrémo-albiens, présente un faciès assez caractéristique, différentiable des autres étages gréseux. Ce sont de gros bancs de grès tendres gris ou roses, occupant les plaines et dépressions où ils affleurent, en petits dômes amygdaloïdes très surbaissés.

Tiout est un synclinal à fond plat avec, localement, les subdivisions lithostratigraphiques suivantes: le Barrémien avec une crête inférieure et des niveaux adjacents, l'Aptien, une unité gréseuse intermédiaire et l'Albien ou grès de Tiout. La masse principale des grès barrémo-albienne présente un faciès assez caractéristique, elle est différenciable des autres étages gréseux. De gros bancs de grès gris ou roses, occupent les plaines et les dépressions où ils affleurent en petits dômes amygdaloïdes très surbaissés (**D.G.F, 2003**).

Pour la région de Moghrar, elle se caractérise par le jurassique supérieur constitué de formations de calcaires dolomitiques de grès et d'argiles. Moghrar est caractérisé par le Jurassique supérieur constitué par une formation de calcaires dolomitiques de grès et d'argiles (**D.G.F, 2003**).

II.2.1.7. Cadre Pédologique

Ce sont des sols peu épais renfermant une teneur en matière organique faible. Les sols qui occupent les zones d'accumulation, dont les zones d'épandage, offrent les meilleures potentialités pour une mise en valeur.

Les différents types de sols qui se répartissent selon des caractéristiques géomorphologiques sont en majorité constitués de matériaux produits par l'altération des grès, de la roche mère abondante, ou de calcaires provenant des massifs environnants.

II.2.1.8. Cadre hydrographique et hydrologique

L'hydrographie particulière, s'identifie aux conditions de concentration des eaux superficielles, quasiment planes avec existence de nappes phréatiques.

La vallée de Moghrar a un bassin versant important drainant toute la région de Aïn Sefra, l'oued du même nom coule vers le Sud et rejoint l'Oued Rhoubia qui se prolonge vers le Sud pour former l'Oued Namous avec un autre affluent l'Oued Smar avec de nombreux oueds de moindre importance qui arrivent du piémont Sud des Monts des Ksour. L'écoulement superficiel est important et les réserves en eau globale sont de 16 Us. L'oasis compte 65 puits pour l'irrigation des jardins de la palmeraie. L'hydrographie particulière s'identifie aux conditions de concentration des eaux superficielles quasiment planes qui expliquent l'existence de nombreuses nappes phréatiques (D.G.F, 2003).

Les besoins en eau des oasis sont couverts par l'utilisation rationnelle permise par le système des foggaras. Les eaux proviennent des sources et des puits des eaux souterraines qui en s'accumulant reconstituent les réserves de vastes aquifères, profonds et superficiels. Les aquifères profonds sont exploités par des forages et les superficiels par des puits dont la profondeur varie généralement entre 4 et 30 mètres.

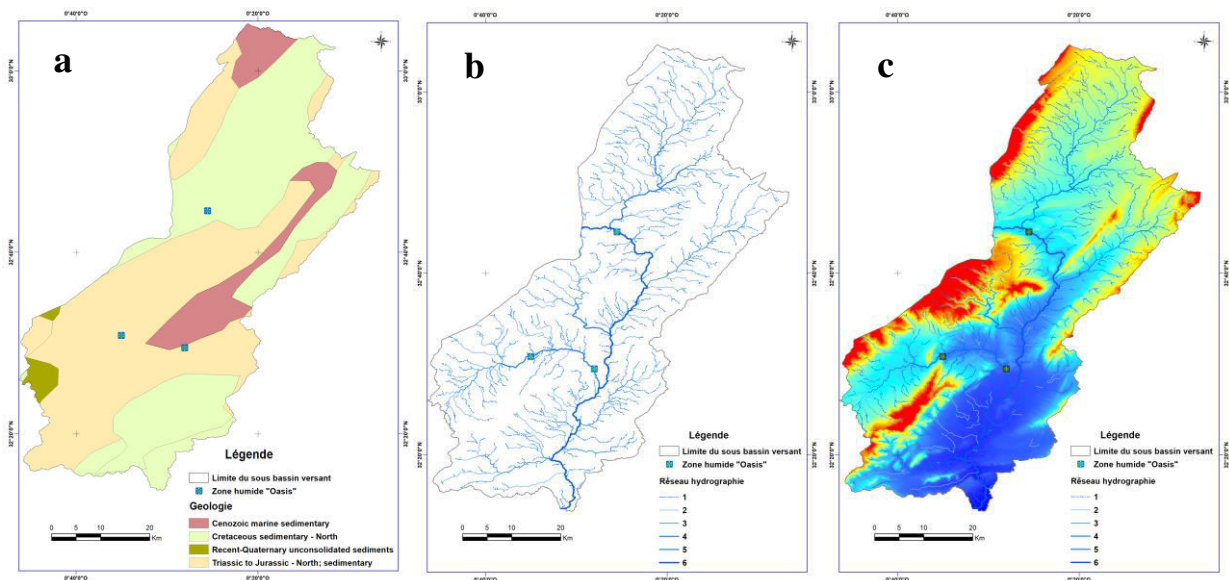


Figure 10. Cartes thématiques de la zone humide d' « Oasis de Moghrar et Tiout » (a-Géologique, b-Hydrologique, c-Géomorphologique)

II.2.2. Zone humide de Cirque d'Ain Ouarka (Asla)

De point de vue géographique, le site de Cirque d'Ain Ouarka fait partie du village d'Ouarka, située à 40 Km de la chef-lieu communal d'Asla.

Le village d'Ain-Ouarka est situé à 85 km au sud-est de Naama et à 60 km à l'est d'Ain Sefra, au milieu d'une grande chaîne appartenant à la chaîne des Ksour. La physionomie de cette zone est dominée par des reliefs aux sommets plus ou moins plats orientés nord-est à sud-ouest, culminant souvent au-dessus de 1500 m, dont djebel Chemalik est le plus éclairant, avec une altitude moyenne de 1000 m.

La zone de Ain Ouarka ou Cirque de Ain Ouarka a à l'instar de 50 autres sites en Algérie dont 3 dans la wilaya de Naâma- été classée le 04 juin 2003 selon la convention de Ramsar comme étant une zone humide d'importance internationale portant le N° 1300. C'est un site d'importance international représentatif d'un type de milieu extrêmement rare en Méditerranée et plus particulièrement en Algérie outre sa renommée internationale en tant qu'énigme écologique. Il est réputé pour certaines activités ancestrales de thermalisme et d'exploitation traditionnelle du sel. Elle est connue la dénomination de Cirque de Aïn Ouarka selon les géologues, cette zone humide géothermique est une cuvette circonscrite par des montagnes abruptes culminant à 1672 où s'étendent deux étangs aux eaux salées, claires et profondes provenant de sources d'eaux thermales.

II.2.2.1. Situation géographique de la Zone Humide de « Cirque d'Ain Ouarka »

La zone humide de Cirque de Aïn Ouarka, Wilaya de Nâama occupant une superficie de 2350 hectares y compris le point d'eau. Elle est située au cœur des Monts des Ksours dans l'Atlas Saharien occidental, le site qui fait partie de la commune de Asla se trouve à une distance de 30 km de la ville d'Asla et de 60 km de la ville de Aïn Sefra dans la wilaya de Nâama.

Le milieu aquatique occupant le cœur du "cirque" de Ain Ouarka se compose principalement de deux lacs : Lac.1 nommé « Dzira », mitoyen au Hammam et occupé en grande partie par des plantes émergées (roselière). Lac.2 nommé « Bouhaira »: en retrait par rapport au Hammam, de dimensions plus importantes que le premier lac (en surface et en profondeur), également plus salé car situé sur des formations gypseuses (**Doumerge in Youb, 2008**). Les deux lacs aux eaux claires profondes seraient le point d'aboutissement des écoulements multiples : eaux de ruissellement, eaux de sources, résurgences par failles, etc.... Ils sont alimentés aussi par la remontée des eaux profondes. Le bilan global de l'alimentation des lacs se résume à (pluie directe + source) diminué de l'évaporation, elle peut provenir des eaux des sources thermo-minérales environnantes qui n'ont point d'issue que cette cuvette endoréique, de sources situées en profondeur qui se déversent directement dans le gouffre, et aussi de l'eau douce qui alimente les puits (**Youb, 2008**).

Tableau 12. Coordonnées géographiques d'Oglat Ed दौर

Coordonnée	Latitude X	Longitude Y	Altitude Z (m)
Cirque d'Ain Ouarka	32° 46'	3° 24'	1058

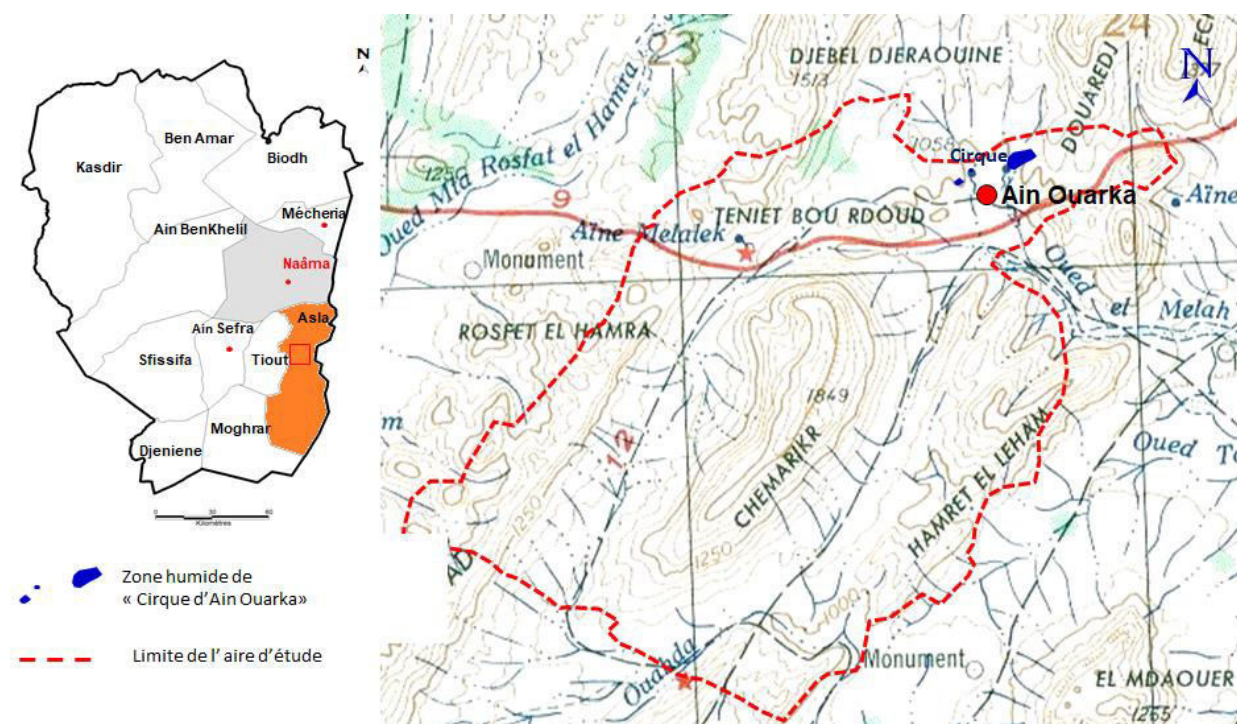


Figure 11. Situation géographique de Cirque d'Ain Ouarka (Asla, Naâma)

II.2.2.2. Caractérisation de la zone humide de « Cirque d'Ain Ouarka »

Tableau 13. Caractérisation de la zone humide de « Cirque d'Ain Ouarka »

Type de zone humide	Continental Q.Sp.Ss.Zg
Systèmes hydrologiques	Zg : Zones humides géothermiques ; Q : Lac salé permanent Sp : Mares salées saisonnières
Date d'inscription	03/06/2003
Site numéro	25/50 sites inscrits
N° d'ordre	Certificat n° N° 1300
Superficie classée (Ha)	180 Km ²
Plan d'eau (Ha)	13
Eau	Salées (thermales)
Justification des critères	Critère 1: Le cirque de Aïn Ouarka, de par son caractère géothermique, est un site d'importance internationale représentatif d'un type de milieu extrêmement rare en Méditerranée. En Algérie, ce type de milieu est extrêmement rare. Outre sa renommée internationale en tant qu'énigme écologique, le site est réputé pour certaines activités ancestrales de thermalisme et d'exploitation traditionnelle de sel. Sur le plan esthétique, il offre une merveilleuse vue paysagère où se superposent des formations rocheuses de différents âges géologiques, des activités tectoniques et de diapirisme, et l'émergence de sources chaudes et froides.
Critère de Ramsar : 1.2.3	Critère 2 : Aïn Ouarka est un excellent biotope pour au moins 2 espèces protégées au niveau national <i>Pistacia atlantica</i> Desf. Et <i>Helianthemum lippi</i> (L) sérieusement menacées de disparition. Mais la plus remarquable est la présence des gazelles dorcas <i>Gazella dorcas</i> et cuvier <i>Gazella gazella</i> , espèces vulnérables sur la Liste Rouge de l'UICN.
	Critère 3 : L'endémisme caractérise 23% de la flore inventoriée, soit 15 espèces dont le champ d'extension serait limité au Sud-Ouest algérien

II.2.2.3. Cadre socioéconomique

La commune d'Asla abrite une population qui s'élève à 11958 habitants soit 4 % de la population totale de la wilaya, avec une densité estimée de 5,78/ km² (Tab.14).

Tableau 14. Évolution de la population de la commune d'Asla et le district d'Ouarka entre R1977 et 2022 (DBSB, 2023)

Années	Asla		Ouarka
	Nombre d'habitants	Densité (hab/km ²)	Nombre d'habitants
1977	4 137	2	/
1987	5 608	2,38	/
1998	8 030	3,88	274
2008	9 692	4,8	356
2018	11 351	5,49	417
2022	11958	5,78	437

Généralement le type de la tribu de la population nommé Chorfa, venue de l'Ouest, pratiqua l'élevage caprin transhumant dans la région la région de Aïn Quarka a vu s'établir des fractions des «Chorfa » qui ont pratiqué le commerce et le troc avec le Sahara (Touat et Gourara) essentiellement autour du sel provenant des nombreux gisements de la région (Youb, 2008).

Il était considéré comme une valeur marchande importante dans les échanges commerciaux avec les ksour de la Sopura et les pays africains, dans lesquels il était vendu ou échangé contre des dattes ou autres denrées alimentaires. Par le passé, c'était la production artisanale du sel gemme et son écoulement sur les marchés locaux, voire jusqu'en Afrique Noire qui constituait le complément indispensable. De nos jours, cette activité n'est exercée que par une dizaine d'habitants. D'une manière générale, son déclin résulte des mutations que subit l'économie de la zone steppique dans son ensemble, mais aussi de la mévente de la production artisanale du sel gemme (les routes de l'or et du sel ne se croisent plus : le temps où s'échangeait le sel contre l'or est révolu.

L'agropastoralisme constitue le secteur vital sur lequel s'établit toute l'activité économique. Cette région présaharienne à vocation pastorale occupe une superficie de 180.701 ha de pacage et parcours. Dans la commune d'Asla, on rencontre plusieurs espèces domestiques: ovins, caprins, bovien, camelins et petites élevage (poulet de chair et de ponte). Le potentiel animal est l'ordre de 124 501 têtes réparties comme suit:

Tableau 15. Répartition du cheptel dans la commune d'Asla (BNEDR, 1986, DPSB, 2016, 2022)

Cheptel	1986	2006	2010	2015	2020
Ovins	42 666	62 680	83 093	99 059	123 015
Bovins	238	1 249	1 260	1 565	1 437
Caprins	1 772	4 444	4 987	6 125	8 081
Camelins	100	200	425	434	512
Total	44 776	68 573			

La production animale au niveau d'Asla est dominée par l'élevage ovin avec un effectif de 115.172 têtes, suivi par le caprin, avec 7.365 têtes, l'élevage bovin, avec 1.511 têtes et l'élevage camelin (453 têtes). Par ailleurs, les ménages pratiquent l'élevage caprin, au vu de son adaptation aux conditions les plus défavorables, en plus de sa rusticité (**Benaradj et al., 2020**)

Des changements dans la structure des activités renseignent sur les nouvelles tendances. Elles se traduisent par une sédentarisation de plus en plus importante et l'apparition de nouvelles activités qui gravitent autour du thermalisme. D'une occupation considérée auparavant comme d'appoint, le thermalisme et ses activités annexes occupent une place de plus en plus importante dans "l'économie" du centre de Ain Ouarka. Ces mutations se font avec le consentement de la population locale qui adhère totalement au développement du thermalisme puisqu'elle bénéficie dès à présent de ses retombées économiques (location d'habitations pour les curistes...etc.). (**Youb, 2008**).

II.2.2.4. Cadre géologique

Les multiples couleurs très vives des marnes de cet affleurement, celle des roches et des tufs ophitiques sur lesquels se détachent les placages blancs des efflorescences salines contrastent avec les teintes sombres des falaises et des gradins de l'anneau montagneux qui l'enserme. Complexe récifal original intercalé dans un ensemble silico-clastique, le chaînon de Aïn Ouarka fait partie intégrante des monts des Ksours, une région bien individualisée du point de vue structural et qui a été plissée lors de l'orogénèse alpine.

Les plissements des déformations souples et cassantes issues de la complexité tectonique sont de type jurassien, caractérisé par une succession de vastes synclinaux et d'anticlinaux. L'anticlinal d'Ain Ouarka et le synclinal de la Khoundjaia au Nord-Ouest illustrent très bien ce type de déformation. une déformation cassante affecte ces plis et se traduit par l'orientation des fractures selon quatre (4) directions importantes (N – S , N 30° - 40°E , N 50° - 60°E , N 80° - 85°E).

Le Trias affleure au cœur de cet anticlinal sur environ 2 km d'Est en Ouest et forme une colline s'élevant à 1050 m, il est constitué d'argiles bariolées formant la plus grande partie du Diapir, avec du sel de basalte et des roches vertes (**DGF, 2003**).

II.2.2.5. Cadre climatique

La zone se situant dans un étage bioclimatique aride avec un hiver frais, les moyennes annuelles de pluie évaluées à 250 mm sont faibles, alors que les températures estivales élevées atteignent 37,8° au mois de juillet.

La région d'Ain Ouarka est caractérisée par une amplitude thermique importante qui a tendance à s'accroître dans le temps, en raison de l'influence des vents chauds de l'erg occidental.

Le site d'Ain Ouarka semble appartenir au même étage bioclimatique que celui d'Ain Sefra. Il jouit de même d'un microclimat sensiblement plus agréable, lié à la nature géomorphologique et hydrologique du site. La pluviométrie est très variable dans le temps, cette irrégularité des fréquences confirme l'apparition des périodes de sécheresse qui ont sévit dans la région : précipitation moyenne 128 mm (Youb, 2008).

Le relief y est particulièrement façonné par la rudesse d'un climat marqué par l'irrégularité des pluies et des contrastes thermiques accentués et des vents souvent violents et secs (Youb, 2008).

II.2.2.6. Cadre biogéographique

La région d'Ain Ouarka occupe le fond d'un anticlinal des Monts des Ksour, aux confins Sud des Hauts plateaux de l'Ouest algérien. Cette position, lui attribue un contexte particulier en relation très étroite avec le mode de vie pastoral, notamment par ses services curatifs offerts par les sources thermales du site.

Elle s'intègre dans les Monts des Ksour constitués de chaînons allongés (Dj. Mekhter, Dj. Boularfhad, Dj. Chemarikh, Dj. Tanout, Dj. Aissa,...) représentent une barrière topographique régulière.

II.2.2.6. Cadre Géomorphologie

Au cœur de l'Atlas saharien occidental, se confîne le " cirque de Ain Ouarka " : une cuvette renfermant deux lacs salés (1050 m) et circonscrite par des montagnes abruptes culminant à 1672 m au niveau de Dj. Chemarikh. Il est limité par les hauteurs des Djebels Chemarikh, M'Daouar, Djraouina et les formations diapiriques en intégrant la cuvette et ses deux lacs. Le relief est caractérisé par l'affleurement de marnes bariolées et l'ophite des chaînes Sud-atlassiques occupant le fond d'un immense cirque en gradins que domine au Sud l'importante falaise du Djebel Chemarikh qui culmine à 1672 m. Ils sont globalement formés de terrains mésozoïques (Secondaire) alors que les terrains cénozoïques (Tertiaire) comblent les vastes dépressions.

II.2.2.7. Cadre hydrologique

La position géographique du site d'Ain Ouarka, au sommet d'un anticlinal, lui confère un impluvim limité à la surface de la dépression locale. Le Djebel Chemarikh est drainé principalement par les affluents d'Oued El Melah qui contourne la dépression d'Ain Ouarka dans le sens Nord-Ouest et Nord-Est. Ainsi, les émergences d'eau chaude au pied de Dj. Chemarikh, se trouvent finalement piégés dans un bassin endoréique de superficie assez réduite, soit une dizaine d'hectares.

Limitées par les résurgences diapiriques au Nord et Nord-Est (monticules à complexe marnoargileux - gypseux) et au Sud par le massif gréseux du Chemarikh, les eaux se concentrent dans la zone centrale, renfermant les lacs (Youb, 2008).

La cuvette d'Ain Ouarka où s'étendent deux lacs aux eaux claires, profondes et au goût saumâtre seraient le point d'aboutissement des écoulements multiples : eaux de ruissellement, eaux de sources, résurgences par failles, etc. (Youb, 2008).

II.2.2.8. Cadre pédologique

Face à ce type de climat, les conditions pédologiques ne sont guère favorables pour le développement du secteur agricole dans la région. Le sol est souvent menacé par la violence des grandes crues des Oueds ou appauvri par l'effet de l'érosion notamment éolienne (Youb, 2008). Le sol est presque dénudé de toute végétation haute, les forêts reliques sont situées sur les hauteurs des djebels. Les conditions pédologiques sont défavorables pour le développement de l'agriculture.

II.2.2.9. Cadre biologique

Le groupe montagneux entourant Ain El Ouarka constitue un véritable cirque, caractérisé par la présence de roches volcaniques et cristallines, et la particularité de la zone lacustre, où la flore et la faune de la région vivent dans la coexistence (Youb, 2008).

Sur le plan floristique, la région renferme plusieurs formations végétales, comme le cas des halophytes de la cuvette gypsosaline avec des Chasmophytes, elle-même dominée par l'association à *Juniperus phoenica*. La répartition des groupements Pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica*) au niveau des Oueds et d'une végétation psammophytes à base de *Retam* (*Retama reatam*). Le *Pistacia atlantica* et *Helianthemum lippi* sont considérés comme espèces protégées pour la flore algérienne.

Sur le plan faunistique La zone abrite des espèces protégées telles que le Porc-épic (*Hystrix cristata*), le Chacal doré (*Canis aureus*) et la Genette (*Genetta genetta*). On note également la présence de l'Ecureuil de Barbarie (*Atlantoxerus getulus*), le Fouette queue, le Varan du désert, le Fennec (*Canis (Fennecus) zerda*) et l'Hyène tachetée (*Crocuta crocuta*). Le plus remarquable serait la présence des gazelles de l'Atlas et du Sahara : gazelle dorcas (*Gazella dorcas*) et de Cuvier (*Gazella gazella*), 2 espèces vulnérables classées sur la Liste rouge de l'UICN. Le plus remarquable serait la présence des, espèces vulnérables classées sur la Liste rouge de l'UICN. L'avifaune aquatique de la région d'étude reste tributaire, pas moins de 19 espèces oiseaux d'eau sont recensées, notamment la Tadorne casarca (*Tadorna casarca*) et Foulque macroule (*Fulica atra*), des rapaces : Aigle roya (*Aquila chryseatos*) et botté *Hirundo pennatus* L., faucon pèlerin *Falco peregrinus*) et des passereaux (DGF, 2003).

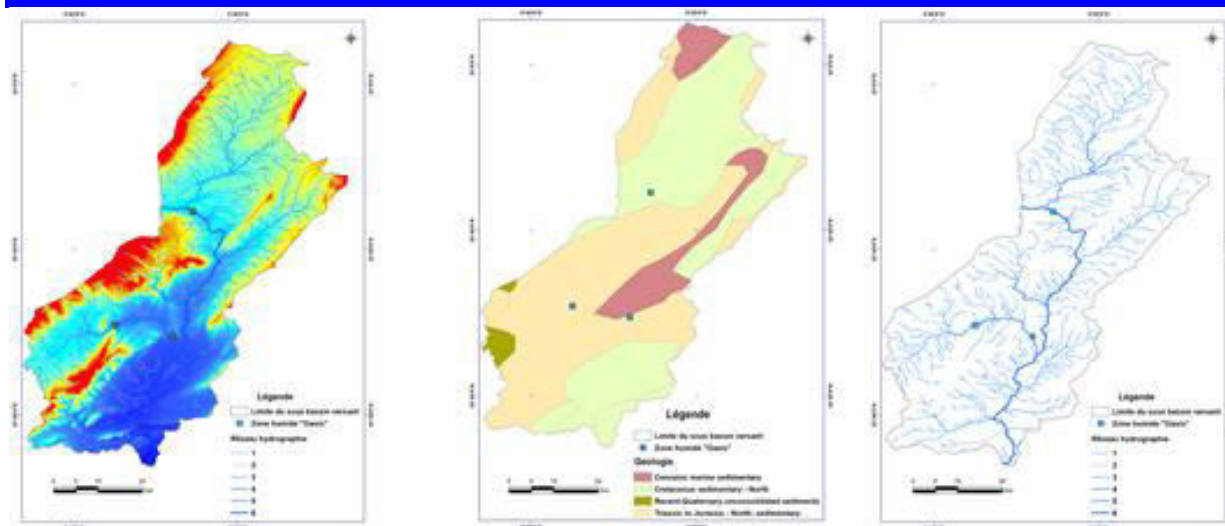


Figure 12. Cartes thématiques de la zone humide de « Cirque d'Ain Ouarka » (a-Géologique, b-Hydrologique, c-Géomorphologique)

II.2.3. Zone humide « d'Oglat ed-daira » (Ain Ben Khelil)

Oglat Ed दौरا se localise dans la commune d'Ain Ben Khelil (3 741 km²) située au Nord-Ouest du chef-lieu de la wilaya de Naama. La zone humide de «**Oglat Ed दौरا** » ou «Haoud Ed-daira» (commune d'Ain-Benkhelel), est classée en 2004 au titre de la convention internationale « Ramsar », établie dans le cadre de la convention sur les zones humides, traité international signé à Ramsar (Iran) en 1971, dans le but de promouvoir la conservation et l'utilisation rationnelle des zones humides dans le monde entier.

II.2.3.1. Situation géographique de la Zone Humide de « Lac Oglat Eddaira »

La zone humide d'Oglat ed Daira constitue une dépression géomorphologique s'éloigne quelque peu (4 Km) vers le NW du chef-lieu de la commune Ain Ben Khelil. Elle est située à 30 km au Sud -Ouest du chef-lieu de la wilaya de Nâama, à 45km de la Daïra de Mécheria et à 3 Km de la commune d'Aïn Ben Khelil.

Elle est limitée par le village de Sidi Moussa à l'Est, au Nord-Est par Djorf el Hamman (dalle montagnaise), au Nord-ouest par El Marfeg et au Sud-ouest par El Mesdouria.

Elle occupe une superficie globale de 23.430 hectares dont 240 hectares de plan d'eau et revêt une importance écologique. Il est entouré de plusieurs unités ou zones périphériques. La zone immédiate au plan d'eau est caractérisée par la formation à *Tamarix* et *Juncus*, la seconde se trouve coincée entre la première zone et Djorf el Hammam. La quatrième zone se situe au NW, concerne une zone où les dunes plongent déjà dans le Haoud .la cinquième se situe entre El Marfeg et El Mesdouria qui se continue vers Ain Ben Khelil pour en constituer la sixième zone.

Tableau 16. Coordonnées géographiques de la zone humide « d'Oglat Ed दौरا »

Coordonnée	Latitude X	Longitude Y	Altitude Z (m)
d'Oglat ed Daira	1° 47'30'	W et 33° 18'15"	

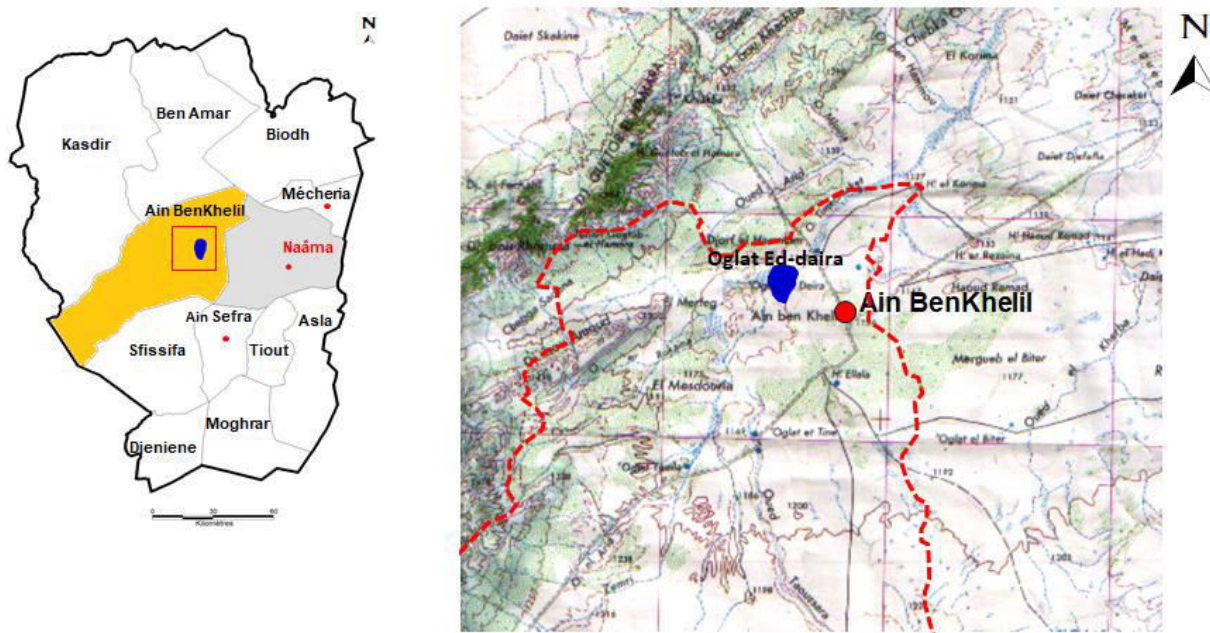


Figure 13. Localisation géographique de la zone humide « Oglat Ed-daira » (Source : extrait de la carte d'état major Mécheria feuille: NI-30-XII, 2003)

II.2.3.2. Caractéristique de la zone humide d'Oglat Ed-daira

Tableau 17. Caractérisation de la zone humide « Oglat Ed-daira »

Date d'inscription	12/12/2004
Site numéro	Certificat n° N1426
N° d'ordre	35/50 sites inscrits
Superficie (Ha)	23 430
Plan d'eau (Ha)	240
Type de zone humide	Continentale : Type de zones humides par ordre décroissant :
Systèmes hydrologiques	R : Lac saumâtre, saisonnier. Q : le bassin supérieur, lac d'eau salé permanent dénué de végétaux
Eau	Lac saisonnier d'eau saumâtre en zone steppique
Critère de classification (Ramsar) : 3 critères sur 8 (1, 3 et 6)	Critère 1 : Oglat Ed daïra devrait être considérée comme un site d'importance internationale car c'est un exemple représentatif, rare et unique de type de zone humide naturelle de la région biogéographique méditerranéenne steppique. Critère 3 : Le site présente une flore comprenant 2 espèces protégées, <i>Saccocalyx saturoides</i> et <i>Convolvus supinus</i> représentant 66% des espèces protégées de la région et 5 espèces endémiques des Hauts Plateaux du Sud Oranais, à savoir <i>Saccocalyx saturoides</i>, <i>Helianthemum lippii</i>, <i>Helianthemum hirtum</i>, <i>Helianthemum apertum</i>, <i>Frankenia thymifolia</i>, qui représentent 54% des espèces endémiques steppiques. La faune est représentée par 17 espèces d'oiseaux protégés, 2 mammifères endémiques protégés, la Gazelle de Cuvier (<i>Gazella gazella</i>) portée également sur la Liste rouge de l'UICN et l'Outarde houbara <i>Chlamydotis undulata</i>. Les reptiles, au nombre de 5, représentent 40% des espèces protégées. Critère 6 : Oglat Ed daïra héberge régulièrement plus de 1% de la population régionale de Tadorne casarca <i>Tadorna ferruginea</i> avec plus de 100 individus recensés habituellement sur le site. Si elle ne niche pas ici, cette espèce pourrait y élever ses petits.

II.2.3.3. Cadre socioéconomique des oasis de Naama

Tableau 18. Évolution de la population dans la commune d'Ain Ben Khellil entre RGPH77 et 2022 dans les deux communes (Tiout & Moghrar) (DBSB, 2023)

Année	Nombre d'habitants	Densité de la population
1977	4 652	1,22
1987	5 674	1,49
1998	10 205	2,69
2008	12 393	3,26
2018	13 887	3,65
2022	14433	3,80

La population a suivi un dynamique progressif niveau de la ville durant les dernières décennies. Elle est passée entre 1977 et 2022 de 4 652 habitants à 181 217 habitants avec une de 2.77 habitants au km² durant l'année 2022.

Ain Ben Khelil est une zone d'échanges et de commerce entre les communes voisines de Kasdir, Mekmène, Mécheria, Naâma et Sfisifa.

Tableau 19. Évolution du cheptel dans la région d'Ain Ben Khelil

	Ovin	Bovin	Caprin	Total
2005	129570	5993	8973	144756
2010	171 725	6 039	10 014	185 077
2015	204 716	6 065	12 301	223 333
2020	254 227	5 566	16 232	

La commune d'Ain Ben Khelil est une région à vocation pastorale par excellence. L'élevage occupe la grande place de l'environnement dans l'économie de la commune Ain Ben Khelil avec un cheptel estimé à 139 000 têtes. Le cheptel ovin domine la région avec une évolution très marquante (50%), il est passé de 129570 têtes (2005) à 254 227 têtes actuellement. Plus de 1 178 agropasteurs sont installés à l'Est dans les environs d'Ain Ben Khelil et vers Oglat Touila située à l'Ouest de celui-ci. Ces limites expansives entourent ce site et constituent des zones d'alimentation en eau des oueds d'une part, et sont occupés par les populations riveraines installées sur les terres de parcours entre El Marfag - El Mesdouria et des zones de cultures le long de Oued Rokaima.

II.2.3.4. Cadre biogéographique

La région d'Ain Ben Khelil fait partie du Secteur Biogéographique des Hauts Plateaux du Domaine Maghrébin steppique.

La zone humide d'Oglat Ed-daira s'étale sur la terminaison occidentale des hautes plaines steppiques au sud-est du Chott El-Gharbi. C'est un lac saumâtre et une zone humide saisonnière dans un contexte géographique de steppe. Donc, Oglat Ed daira, est une zone qui s'intègre sur le plan biogéographique au domaine des hautes plaines steppiques oranaises.

II.2.3.5. Cadre géologique

Les terrains datent du secondaire avec des étages du Jurassique à base de calcaires et de calcaires dolomitiques dominants apparus lors du plissement alpin qui a touché à la fois les Atlas Tellien et Saharien. Le reste a été comblé par des poudingues et des calcaires lacustres du Pliocène. On observe des restes botaniques composés de bois fossilisés et silicifiés de conifères ou d'angiospermes connus au Maghreb et datant probablement du Tertiaire. Au Quaternaire, les changements climatiques ont favorisé encore plus l'érosion et les dépôts de sédiments, alluvions et colluvions, et la formation de terrasses, glacis, regs, daïas, dunes, etc.

Au plan géologique, la région d'Ain Ben Khelil possède des paysages géologiques hérités du passé. Les terrains géologiques qui le forment datent de l'ère secondaire avec ses étages Jurassique à calcaires et calcaires dolomitiques dominants (**Bouzenoune, 1999**). Ces mêmes terrains se retrouvent au Sud de Ain Ben Khelil vers l'Est du djebel Oum el Arar. Ils sont apparus lors du plissement alpin qui a touché à la fois l'Atlas tellien et l'Atlas saharien avec ses plis coiffés. Le reste du paysage fût comblé par les poudingues et les calcaires lacustres au Pliocène (**Bouzenoune, 1999**). Au Quaternaire, les changements climatiques ont favorisé encore plus l'érosion et les dépôts de sédiments de toute nature (alluvions et colluvions) et formation de terrasses, glacis, regs, daïas, dunes etc. Les paysages morphologiques actuels témoignent des différents changements opérés au cours des temps géologiques (**Kaabèche, 2005**).

II.2.3.6. Cadre Géomorphologique

La zone comporte de grands ensembles géomorphologiques composés de vastes surfaces d'érosion et de hauts plateaux, creusés de grandes dépressions appelées Daïas ou Haoud, avec des terrains du Quaternaire Continental et des alluvions récents au niveau des oueds. Des reliefs montagneux constitués de dolomies du Jurassique moyen comme Guetob El Hamar (1.580 m, 1.492 m et 1.592 m) et Djebels Hafid Boukhechba (1.322 m), ElMasdouria (1.1175 m), des terrains du Pliocène occupant le reste des paysages à poudingue et des calcaires lacustres.

La chaîne de montagne constituée par les djebels Guetob el hamara, Hafid, Bou khechba (1 322 m), Amoud (1 476 m) , le plateau d'El Masdouria (1 175 m) ; la ride montagneuse ou dalâa de Djorf el Hamame (1 140 m) limitent la région au N et NW de Ain Ben Khelil

II.2.3.7. Cadre pédologique

Les sols s'agencent avec les conditions morphogéologiques, les minéraux bruts ou lithosols se localisent au niveau des principaux djebels (Guetob El Hamra, Hafid, Boukhechba, Bou Amoud, etc...) ainsi que des sols peu évolués des bassins versants de djebels, des sols calcimagnésiques à dalles calcaires occupant la presque totalité des glacis autour de Aïn Ben Khelil. Par contre, au niveau des oueds, daïas et/ou haoud, les sols peu évolués d'apport alluviaux dominent (**Benkheira, 2008**)

II.2.3.8. Cadre hydrologique

Oglat Ed-daïra est une zone humide temporaire (un lac saumâtre, saisonnier) alimentée par les oueds d'El Merfeg, Rokaima, el Arid, Taoussana, et l'Oued Zemri d'octobre à avril malgré la faible pluviométrie (200 mm) de la région. Il est alimenté par les eaux de ruissellement d'oueds temporaires

Recharge, renouvellement, alimentation des nappes phréatiques, captage des sédiments, prévention contre l'érosion hydrique et écrêtement des crues (**Benaradj et al., 2022**).

II.2.3.9. Cadre climatique :

Elle est située en pleine zone steppique aride caractérisée par une pluviométrie faible et irrégulière de 200 mm/an. Le climat est de type Aride moyen à hivers froid. La pluviosité moyenne, enregistrée à Nâama et Mécheria, est de 86 mm entre mars et novembre. La T° des minima du mois le plus froid, janvier, est de 2,12°C pour Mécheria et 0,36°C pour Nâama. Le mois le plus chaud, juillet, présente une T° maxi de 35,92°C pour Mécheria et 36°C pour Nâama.

II.2.3.10. Cadre biologique

Oglet Ed-Daira offre avec sa valeur paysagère naturelle un exemple d'un écosystème caractéristique des plaines steppiques dont l'intérêt écologique a été souligné par nombreux auteurs (**Grenot, 1992 ; Bouzenoune, 1999, Kaabèche, 2005 ; Benkheira, 2008, Benaradj et al., 2022**). Le site offre une diversité floristique (alfa, armoise et à sparte et des formations halophytes, et de pistachier de l'atlas dans les dayates.

Ce plan d'eau saumâtre, saisonnier, situé en pleine zone steppique aride, est entouré d'une ceinture végétale composée d'une tamariscaie (*Tamarix gallica*) issue d'un reboisement effectué il y a 20 ans. On observe, par endroits, des plages de phragmites très broutées. Près de l'eau et sur tout le périmètre, il existe une végétation herbacée très clairsemée formée de *Juncus australis* et *Lygeum spartum*. La largeur de la ceinture atteint plus de 100 mètres par endroits et freine l'avancée des dunes de sables qui longent la partie Sud.

Cette zone humide constitue un territoire d'accueil privilégié très importante pour de nombreuses espèces d'oiseau d'eau pour l'hivernage, migration et d'hivernage et de nidification. Elle renferme une diversité biologique avec la présence d'une faune composée principalement de Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*), Poule sultane (*Porphyrio porphyrio*), Canard souchet (*Anas clypeata*), Canard Colvert (*Anas platyrhynchos*), Poule d'eau (*Gallinula chloropus*), Canard Pilet (*Anas acuta*), Aigle Botté (*Hieraetus pennatus*), Outarde Houbara (*Chlamydotis undulata*), Caille des blés (*Coturnix coturnix*), Avocette (*Recurvirostra avosseta*), Gazelle de cuvier (*Gazella gazella*), Hérisson du désert (*Erinaceus algirus*) et d'Afrique du Nord (*Paraechinus aethiopicus*), Chacal doré (*Canis aureus*), Renard roux (*Vulpes vulpe*), ...etc. (**DGF 2004 ; Benkheira, 2008**).

Elle constitue pour les oiseaux migrateurs une zone de vie et de reproduction au niveau de l'axe migratoire entre l'Europe et l'Afrique.

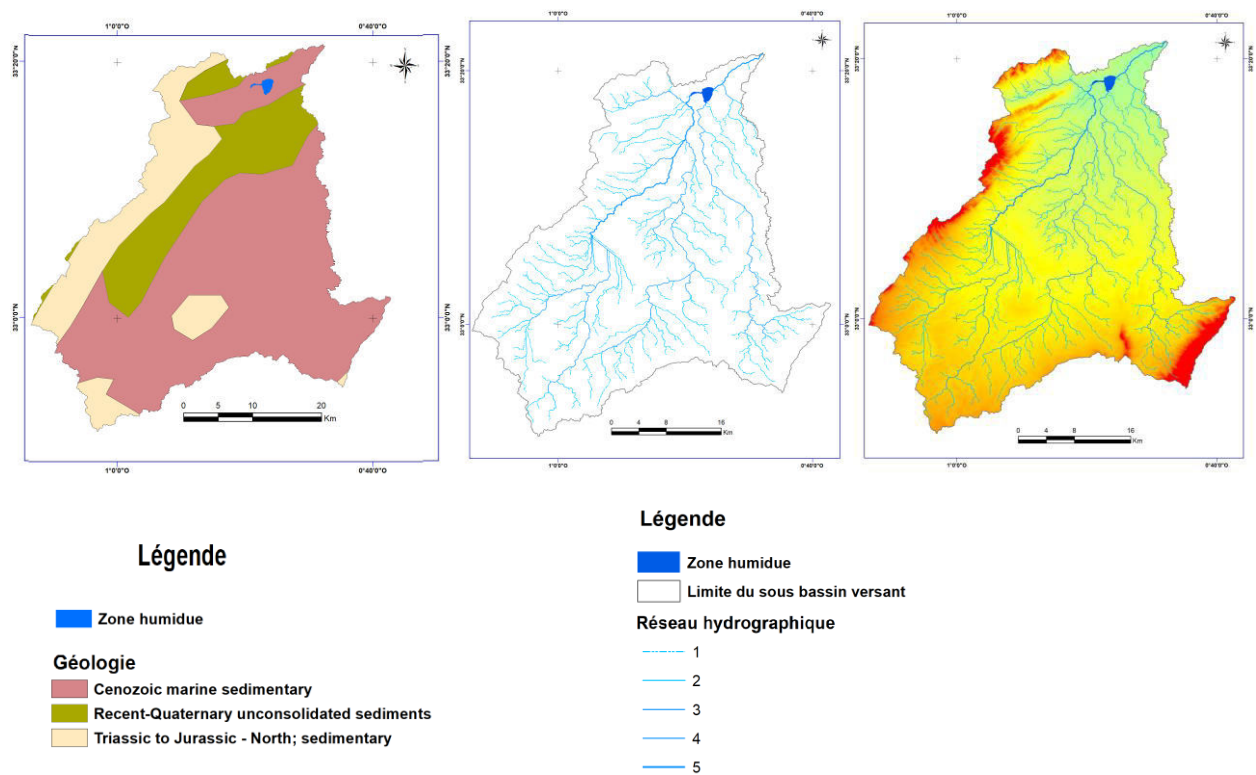


Figure 14. Cartes thématiques de la zone humide d' « Oglat Ed-daïra » (a-Géologique, b-Hydrologique, c-Géomorphologique)

Matériels & Méthodes

Chapitre I:**Matériel et méthodes**

La partie sud-oranaise couvre d'importantes ressources végétales réparties sur les plaines steppiques, les montagnes, les chotts et l'espace présaharien et saharien. Le territoire de Naâma en l'occurrence de l'Atlas Saharien et les plaines steppiques objets de l'étude, présentent un fort intérêt au niveau de la biodiversité, mis en évidence les grandes unités écologiques suivantes : Les zones steppiques inter montagneuses encore bon état de conservation, Les zones humides : oasis, chotts, dayas, lacs, sebkhas (Sebkha Naâma, sebkhat El biodh), Chott El Gharbi, barrages avec pour certain des classements Ramsar comme le cas d'Ain Ourka. Oasis de Tiout, Les Djebels boisés tel le Djebel Aissa, Les massifs boisés Les forêts de pins d'Alep héritage du Barrage vert, La diversité paysagère lorsqu'il y a alternance de milieux riches en végétation, D'oasis/palmeraies, de zones humides et désertiques, Les gravures rupestres et les Ksour témoins d'une biodiversité du passé.

Wilaya de Naâma est une région située sur les hauts plateaux entre l'Atlas tellien et l'Atlas saharien. Elle est entourée des wilayates (El-Bayadh, Béchar, Adrar). La région des hauts plateaux revêt plusieurs formes géomorphologiques (glacis, daïas, oueds, haoud, qui correspondent à une végétation diversifiée.

Dans la région de Naâma, trois sites de zones humides naturelles sont inscrits par leur valeur à travers la wilaya sur la liste Ramsar que sont les palmeraies de Moghrar et Tiout, le cirque de Ain Ouarka et le lac Ain Ben Khelil. Ces zones humides classées représentent 6% de 50 zones humides algérienne classées. Ces sites constituent un riche patrimoine naturel dans la région tant sur le plan biologique que touristique ; jouant un rôle très important pour les fonctions écologiques et hydrologiques dans la conservation de la biodiversité.

I.1. Présentation des stations d'étude « trois zones humides classées »

Bio-géographiquement, les 2 premières stations font partie du secteur de l'Atlas saharien (sous-secteur AS1) au sens de **Quézel et Santa (1962)**. La troisième station d'étude fait partie des plaines steppiques (zone humide steppique)

- **Station 1:** Zone Humide de « Le Cirque de Aïn Ouarka »
- **Station 2 :** Zone Humide « Oasis de Tiout & Moghrar »
- **Station 3 :** Zone Humide « Lac Oglat Ed-daira »

Le tableau ci-après, présente les principales caractéristiques des stations d'étude (trois zones humides classées)

Tableau 20. Trois zones humides de la wilaya de Naâma (Sud-Ouest d'Algérie)

Caractéristiques des stations		Station 1	Station 2	Station 3
Nom de la zone humide		Oasis de Moghrar- Tiout	Cirque d'Aïn Ouarka	Oglat Edaïra
Commune		Moghrar et Tiout	Asla	Ain Ben Khelil
Coordonnées géographiques	Latitude (X)	32°41'53''N	32° 43'64''N	33°18'07''N
	Longitude (Y)	0° 24' 11" 0	0° 9' 86''O	0° 54' 04" O
	Altitude (Z)	970 – 1 033	1058 m	1 140
N° de l'ordre/50		14	25	35
Date d'inscription		03 juin 2003	4 juin 2003	12 Décembre 2004
Superficie (ha)		195.500	2.350	23 430
Plan d'eau (Ha)		-	13	240
Type de zone humide		Oasis et foggara	Lacs et sources d'eaux (chaudes et froides)	Lac saumâtre
		Continentale	Continentale	Continentale
		Y : Oasis et palmeraie N : Cours d'eau irrégulier 3 : Terres irriguées 6 : Bassins de retenues d'eau 9 : Canaux et rigoles d'irrigation par le système des foggaras. zK© : Système hydrologique souterrain artificiel.	Zg : Z H géothermiques Q : Lac salé permanent Sp : Mares salées saisonnières	R : Lac saumâtre, saisonnier Q : le bassin supérieur, lac d'eau salé permanent dénué de végétaux
Biogéographie		Atlas saharien	Atlas saharien	steppe
Géologie		Crétacé	Crétacé	Pléocène
Climat		Saharien supérieur	Saharien supérieur	Aride
Critères Ramsar d'inscription		1, 2, 3	1, 2, 3	1,3 et 6

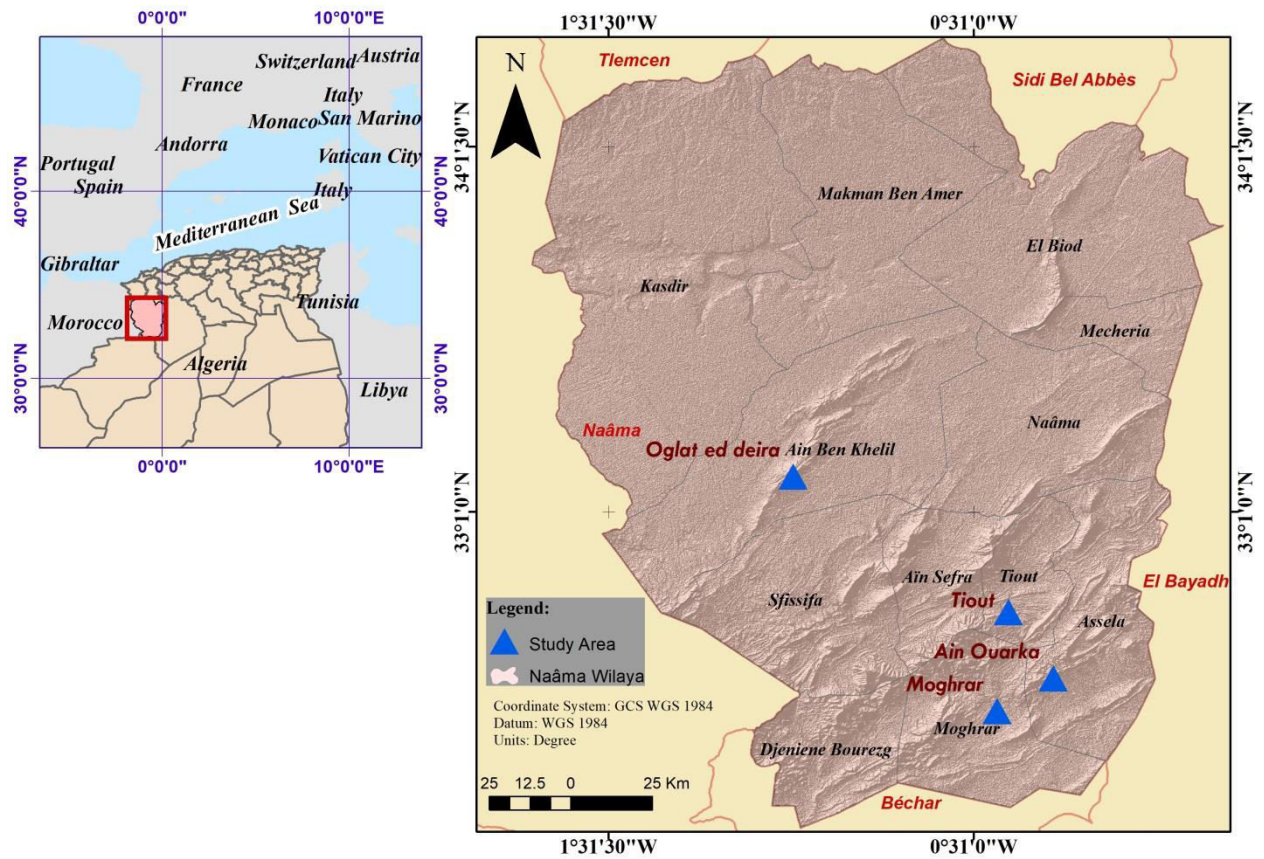


Figure 15. Localisation des stations d'étude (Zone humides a- Oasis de Moghrar & Tiout b- Cirque d'Ain Ouarka c- Oglat Ed-daira)

I.2. Approche Méthodologique

Les différentes étapes chronologiques ont été suivies dans notre démarche méthodologique sont décrites dans la (**Fig.16**). Pour atteindre ces objectifs il s'est avéré utile de nous doter de ressources d'informations pertinentes et variées, que nous allons tenter d'actualiser à partir d'enquêtes et d'observations directes sur le terrain afin de localiser et de décrire les différentes zones humides classées dans la région de Naâma.

La démarche se fonde sur trois principales étapes, à savoir : la recherche bibliographique, la prospection et l'investigation sur le terrain, et le traitement des données récoltées.

I.2.1. Synthèse des données bibliographiques

Il est impératif d'exploiter le fond documentaire disponible à travers le maximum d'ouvrages et de travaux pertinents réalisés dans la région dans le but d'utiliser les informations utiles permettant d'atteindre l'objectif fixé. La recherche documentaire a été axée essentiellement sur les aspects physiques du milieu, l'état général de la biodiversité, les activités anthropiques et les actions menées par les différents acteurs institutionnels impliqués dans les problèmes environnementaux. Pour consolider ces données, des enquêtes ont été réalisées, sur les zones humides de Naâma, au niveau des structures administratives (la Conservation de Forêts, direction de l'environnement, le Haut-commissariat pour le Développement des Steppes, la Direction des Services Agricoles) ainsi qu'auprès de la population locale. Une recherche documentaire et des investigations sur le terrain ont été réalisées afin de localiser et décrire les différentes zones humides dans la zone étudiée et aussi de comprendre l'adaptation et l'état des lieux de ce patrimoine naturel

I.2.2. Investigation sur le terrain

Les travaux scientifiques sur la biodiversité des zones humides restent fragmentaires toutefois ils témoignent d'une richesse remarquable qui reste non exhaustive.

Des travaux de terrain ont complété et vérifié l'information disponible et fournis des éléments complémentaires du diagnostic général de l'aire d'étude. Par souci de fiabilité, les investigations sur le terrain ont été menées.

La démarche suivie dans cette étude est basée sur une approche écologique classique, intégrant l'étude des facteurs physique du milieu (géomorphologie, climat, pédologie, hydrologie) et l'inventaire de la composante biotique constituée par la flore et la faune.

Notre approche d'étude est basée sur la Diagnostic écologique des zones humides classées dans la région de Naâma sur plusieurs plans :

- Sur le plan climatique
- Sur le plan floristique (La végétation durant la période du printemps où les espèces végétales pérennes et annuelles sont en plein développement dans la région d'étude.
- Sur plan faunistique (cas de l'avifaune aquatiques) comme indicateur écologique
- proposition d'un plan de gestion et de développement

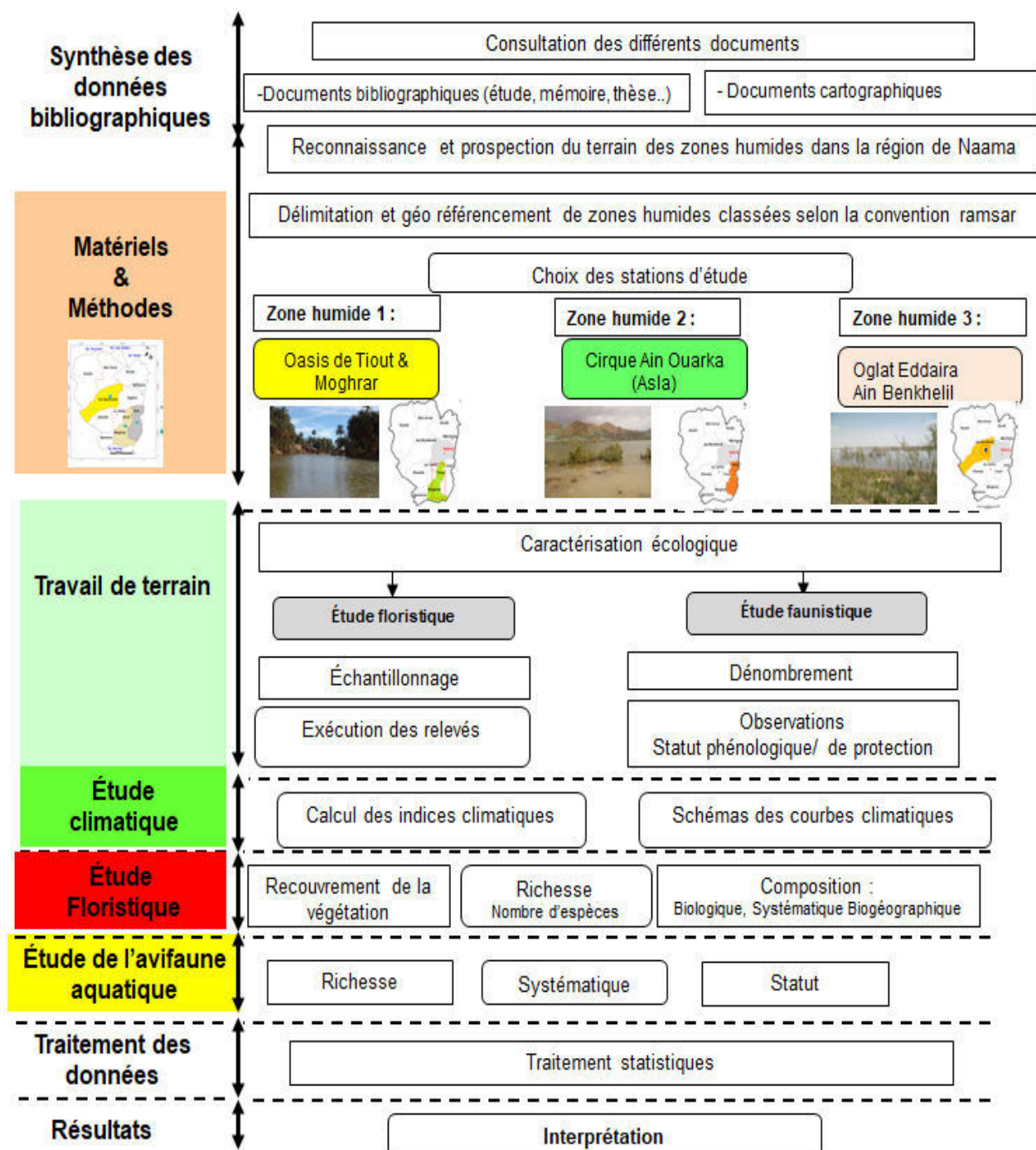


Figure 16. Organigramme de Différentes étapes chronologiques du Protocol expérimental

I.3. Étude bioclimatique

Les études sur le climat et le bioclimat de l'Algérie steppique auquel nous ferons référence sont notamment ceux de **Djebaili (1984)**, **Djellouli *et al.*, (1984)**, **Djellouli (1990)**, **Benaradj, (2017)**. Mais l'étude qui nous semble la plus intéressante est celle de **Le Houérou *et al.*, (1979)**. En effet, celle-ci caractérise bien la diversité climatique au niveau spatial.

La position géographique de la wilaya de Naâma n'est guère favorable pour une bonne situation climatique. Ceinturé par la chaîne de l'Atlas Tellien au nord et par les grands massifs Marocains (plus de 3000 m) à l'ouest, les régions intérieures de l'Algérie occidentale sont privées de précipitations.

Pour maîtriser, localiser, exploiter et gérer les ressources naturelles, il est indispensable de connaître les paramètres climatiques de base. Pour permettre une connaissance relativement acceptable, du climat et bioclimat, et prévoir leurs conséquences sur l'activité humaine, on a étudié en détail, les paramètres climatiques et bioclimatiques.

Cette étude du climat et bioclimat se base sur le traitement automatisé de plusieurs matrices de données relatives à plusieurs années.

I.3.1. Présentation de la station météorologique de référence

Sur le plan biogéographique, la région d'étude appartient à la zone méditerranéenne, au secteur de hautes plaines steppiques et au secteur de l'atlas saharien selon les subdivisions du **Quézel et Santa (1962)**.

Pour les données climatiques, nous nous sommes référés aux deux (02) stations météorologiques de la wilaya : Ain Sefra et Naâma (Tab. 21).

Sachant que le climat est un facteur prépondérant dans la répartition spatiale de la végétation et tout particulièrement dans la zone d'étude en question, nous avons donc pris en considération, comme paramètres climatiques : la pluviosité et la température qui sont d'une part, les données les plus disponibles et d'autre part, elles représentent les variables les plus influentes sur la végétation.

Trois stations principales les plus proches sont celles de Mécheria, Ain sefra et Naâma.

Tableau 21. Stations météorologiques de référence

Stations	Latitude	Longitude	Altitude (m)
Mécheria	33° 33' N	0° 16' W	1170 m
Naâma	33° 16' N	0° 18' W	1166 m
Ain sefra	32° 46' N	0° 35' W	1058 m

Cette étude du climat et bioclimat se base sur le traitement automatisé de plusieurs matrices de données relatives des données climatiques durant la période de 30ans (1992-2021).

Afin de mieux caractériser le climat de la région d'étude, nous avons référé aux données climatiques disponibles relevés à la station météorologique de la plus proche de notre zone d'étude à peu près les mêmes altitudes dans la partie Nord de Naâma.

Pour notre cas :

- Oasis de Moghrar et Tiout (données climatique de la station d'Ain Séfra)
- Cirque de Aïn Ouarka (données climatique de la station d'Ain Séfra)
- Oglat Edaïra (données climatique des stations de Naâma & Mécheria)

Les données climatiques mensuelles moyennes sont basées sur les données anciennes (1918-1938) de Selzer et des données récentes de 30 dernières années (bulletins de météo ONM, sites Meteoblue, météo ciel, Titumpo, <https://power.larc.nasa.gov/data-access-viewer/>).

I.3.2. Présentation des données climatiques

I.3.2.1. La pluviométrie & Températures

La situation géographique de la wilaya de Naâma permet d'observer un gradient pluviométrique N-S décroissant avec la latitude de Nord au Sud.

La répartition de la moyenne mensuelle des précipitations des pluies durant les périodes 1913-1938 Seltzer et 1991 à 2020, est présentée comme suit :

Tableau 22. Répartition des précipitations moyenne mensuelles en mm & des températures moyennes mensuelles en degré Celsius (°C) pour les stations de Mécheria, Ain Sefra, et Naâma P1 (1913-1938), P2 (1992-2021)

	1913-1938						1992-2021					
	Mécheria		Naâma		Ain Sefra		Mécheria		Naâma		Ain Sefra	
	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P	T	P
J	11	26,2	/	/	6,05	10	7,09	14,98	6,47	12,74	7,67	14,37
F	12,6	34,9	/	/	8,35	10	8,74	16,24	7,91	13,68	9,37	9,15
Mars	16,4	32,5	/	/	10,7	14	11,84	23,03	11,67	22,14	12,89	18,35
Avril	20,7	25,7	/	/	15,65	9	15,20	23,36	15,39	22,18	16,59	13,76
Mai	24,1	23,4	/	/	19,4	15	23,51	17,79	20,38	17,08	21,28	12,87
Juin	30,2	14,5	/	/	24,05	28	25,13	8,11	25,65	13,10	26,40	6,63
Juil	35,1	7,1	/	/	28,4	8	29,43	4,46	29,98	5,39	30,31	3,78
Août	34,5	5,6	/	/	27,2	7	28,44	13,06	28,86	23,92	29,21	14,66
Sep	22,6	24,4	/	/	23,7	15	23,27	25,82	23,75	22,93	24,41	21,43
Oct	16,4	31,6	/	/	17,05	29	17,91	30,99	17,94	28,99	18,73	30,24
Nov,	10,1	28,0	/	/	10,6	29	11,50	27,62	11,11	28,82	12,18	22,71
Dec	6,65	24,2	/	/	6,9	18	8,00	16,29	7,61	12,53	8,64	9,18

Tableau 23. Valeurs des températures et pluviométrie moyennes P1 (1913-1938), P2 (1992-2021)

Stations	Périodes	M (°C)	m (°C)	P (mm)
Mécheria	P1 (1913-1938)	35,1	1,5	278,1
	P2 (1992-2021)	37,30	1,47	221,73
Naâma	P1 (1913-1938)			-
	P2 (1992-2021)	38,46	-0,21	226,56
Aïn Sefra	P1 (1913-1938)	37,6	-0,3	192
	P2 (1992-2021)	37,35	0,80	177,12

I.3.3. Calcul des différents paramètres climatiques

3.1. Calcul de l'indice d'aridité de Martonne :

$$I = P/T + 10.$$

Où P : Pluviosité moyenne annuelle, T= Température moyenne annuelle (°c).

Plus l'indice est faible plus le climat est aride, et plus grand plus le climat est humide

3.2. Calcul de la continentalité thermique

Le calcul de la continentalité thermique selon la méthode de **Debrach (1953 in Alcaraz, 1982)**, il est possible de distinguer quatre types des climats :

Tableau 24. Valeurs de la continentalité thermique selon la méthode de **Debrach (1953)**

	M-m	Type de climat
1	$M-m < 15^{\circ}\text{C}$	Climat insulaire
2	$15^{\circ}\text{C} < M-m < 25^{\circ}\text{C}$	Climat littoral
3	$25^{\circ}\text{C} < M-m < 35^{\circ}\text{C}$	Climat semi-continental
4	$M-m > 35^{\circ}\text{C}$	Climat continental

I.3.2. Régime saisonnier

Le régime saisonnier présente la variation saisonnière : la somme de la pluviométrie saisonnière d'Hiver, printemps, Été et Automne.

I.3.3. Synthèse climatique

Plusieurs méthodes et indices ont été utilisés dans la classification climatique de la région méditerranéenne parmi lesquelles la méthode de **Bagnouls et Gaussen (1953-1957)** et celle d'**Emberger (1955)**.

La synthèse climatique est basée sur la recherche de formules qui permettent de ramener à une variable unique l'action de plusieurs facteurs écologiques. Pour cela plusieurs indices climatiques, tenant compte de variables telles que la pluviosité et les températures, ont été formulés pour une expression synthétique du climat régional.

Nous retiendrons le quotient pluviométrique d'Emberger (1933-1955) qui demeure l'indice le plus efficace dans la description du climat méditerranéen, l'indice xérothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) et la continentalité thermique et pluviale. Ils sont représentés par des expressions ainsi que des indices pour caractériser le climat d'une région donnée.

I.3.3.1- Le quotient pluviothermique

Le quotient d'Emberger est spécifique du climat méditerranéen. Le quotient Q_2 a été formulé de la façon suivante :

$$Q_2 = [2000P / M^2 - m^2]$$

Où : Q_2 : le quotient pluviothermique,

P : Pluviosité moyenne annuelle en (mm),

M : la moyenne des maxima thermiques du mois le plus chaud en Kelvin,

m : la moyenne des maxima thermiques du mois le plus froid en Kelvin,

$M + m / 2$: température moyenne mensuelle,

$M - m$: l'amplitude thermique,

La valeur $(M + m)/2$ du fait de son expression en degrés Kelvin

M et m s'expriment en degré Celsius, Emberger a mentionné qu'un climat ne peut être caractérisé si à la valeur de Q_2 ne vient pas s'ajouter celle de « m ». Les stations météorologiques de même Q_2 peuvent être différenciées par leurs valeurs de « m ».

I.3.2. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

Les diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen permettent de comparer l'évolution des valeurs des températures et des précipitations. À ce sujet, Emberger précise : « un climat peut être météorologiquement méditerranéen, posséder la courbe pluviométrique méditerranéenne caractéristique, sans l'être écologiquement ni biologiquement, si la sécheresse estivale n'est pas accentuée ».

Les courbes des diagrammes ombrothermiques précisent que la longueur de l'été sec est chaud et ses variations varient selon les stations. Un mois est considéré comme sec lorsque la courbe des températures (T) est supérieure à celles des précipitations (P), et $P = 2T$.

I.4. Étude floristique

I.4.1. Réalisation des relevés floristiques

L'inventaire concerne essentiellement les groupements végétaux existants dans les aires des zones humides d'étude; il est accompagné des caractéristiques de la station comme l'altitude, la pente, l'exposition, le recouvrement et la date de chaque relevé. Ainsi des relevés ont été réalisés sur une surface susceptible de contenir la quasi-totalité des espèces de l'association présentes sur la surface de végétation floristiquement homogène, ou aire minimale selon **Gounot (1969), Guinochet, (1973), Djebaili (1978)**.

Les relevés effectués ont été renseignés sur la localisation, l'altitude, la pente, l'exposition, la nature du sol, le type de formation végétale, l'inventaire des espèces végétales avec le coefficient d'abondance dominance et sociabilité, par strate et type biologique ; toutes les informations imposées par un relevé phytoécologique.

L'aire minimale retenue induite par des répétitions d'inventaire permettant de cibler le maximum d'espèce est de 100 m² ; il y a lieu de souligner que cette méthode a été adoptée dans la région par **Djebaili (1984) et Benaradj (2017)**.

Les relevées floristiques ont été réalisées sur une surface floristiquement homogène imposée par les conditions stationnelles.

L'échelle adoptée est celle de **Lemée (1967)** qui se présente comme suit :

- Les individus sont rares :	+
- Les individus sont peu abondants :	1
- l'espèce recouvre Plus de 1/20 jusqu'à ¼ :	2
- l'espèce recouvre Plus de ¼ jusqu'à ½ :	3
- l'espèce recouvre Plus de ½ jusqu'à ¾ :	4
- l'espèce recouvre Plus de ¾ :	5

Pour chaque station, les données floristiques ont été complétées, par la texture du sol et la physionomie du biotope.

Cette partie a été réalisée sur la base des relevés floristiques effectués lors des prospections menées durant le printemps des années 2018-2020 dans l'aire d'étude (Zones humides).

Le nombre des transects et des relevés a été en fonction de recouvrement de la végétation et la présence des nouvelles espèces végétales ainsi que la diversité des descripteurs écologiques, des structures des types de végétation et du stade de l'évolution de la végétation.

I.4.2. Structure de l'échantillonnage

Cette méthode permet de définir la dimension des éléments de végétation susceptibles de fournir une échelle de travail.

Notre choix s'est orienté vers l'échantillonnage systématique de la végétation des aires d'étude « zones humides », ce type d'échantillonnage nous permet de bien répartir nos relevés et localiser facilement leur emplacement sur le terrain.

I.4.3. Méthodes d'étude

Nous avons orienté notre travail sur l'établissement d'un inventaire descriptif de l'état des lieux de la végétation au niveau des zones humides de Naâma.

I.4.3.1- Détermination floristique

La détermination botanique et taxonomique des espèces prélevées sur le terrain a été faite à l'aide de quelques flores de la région ainsi que la collaboration des botanistes suivants :

- Pr Ibn Tatou Mohamed (Université de Mohammed V, Maroc) ;
- Dr Chambouleyron Mathieu (Emirates Center for Wildlife Propagation, Province de Boulemane, Missour, Maroc).
- Dr Babali au niveau du Laboratoire de Botanique (Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen) ;

I.4.3.1.1- Les flores et catalogues utilisés

Elles se résument comme suit : le Catalogue des plantes du Maroc (**Jahandiez & Maire 1931, 1932 et 1934**) ; la Flore de l'Afrique du Nord (**Maire 1952-1967**) ; la Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales (**Quézel & Santa 1963**) ; la Flore pratique du Maroc (**Fennane *et al.* 1999 et 2007**) ; L'Index synonymique et bibliographique de la flore d'Afrique du Nord. vol. 1-5 (**Dobignard & Chatelain (2010, 2011a, 2011b, 2012)**) ; La Flore vasculaire du Maroc : inventaire et chorologie (**Fennane & Ibn Tattou 2005, Ibn Tattou & Fennane 2008**) ; le Catalogue des plantes vasculaires rares, menacées ou endémiques du Maroc (**Fennane & Ibn Tattou 1998**) ; les Catalogues des plantes vasculaires du Nord du Maroc (**Valdés *et al.* (eds) 2002**) ; le Med-Checklist, inventaire critique des plantes vasculaires des pays circumméditerranéens (**Greuter *et al.* (eds) 1984, 1986, 1989 et 2008**) ; le Checklist des endémiques et spécimens types de la flore vasculaire de l'Afrique du Nord (**El Oualidi *et al.*, 2012**) ; la Flora de Andalucia occidental (**Valdés *et al.* (eds) 1987**) ; la Flora de Andalucia oriental (**Blanca *et al.* (eds) 2009**) ; l'Index synonymique de la flore d'Afrique du Nord (**Dobignard & Chatelain 2010 et 2011**) ; The végétation of Egypte (**Zahran, 1992**) ; la Petite Flore des régions arides du Maroc occidental (**Negre, 1961**) ; la Flore du Sahara (**Ozenda, 1977**) ; la flore de **Bonnier (1990)** ; le Catalogue synonymique commenté de la flore de Tunisie.

(Le Flo'h *et al.*, 2010) ; la flore et la végétation de la Tunisie méridionale (Guittonneau *et al.*, (2011) ; la Flora of Libya (El-Gadi, 1988) et Flora of Macaronesia. Checklist of vascular plants. (Hansen & Sunding, 1993).

I.4.3.1.2- Nomenclature

La nomenclature scientifique des espèces recensées a été adoptée, actualisée et mise à jour en se référant à :

- "Med-Cheklist, Inventaire critique des plantes vasculaires des pays circum-méditerranéens" (Greuter *et al.* 1984-1989). Elle est empruntée aux travaux les plus récents les synonymes les plus connus sont également indiqués.
- les normes internationales indiquées par Brummitt & Powell (1992).
- Les appellations scientifiques des familles sont ceux retenues par l'Angiosperm Phylogeny Group (APG IV, 2016: An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: Botanical Journal of the Linnean Society. Paper compiled by James W. Byng *et al.*,
- "l'index synonymique de la Flore d'Afrique du Nord" et son actualisation disponible sur le site web African Plant Database.
- APG III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the orders and families flowering plants. L'index synonymique mentionne la présence de 4305 taxons pour l'Algérie, 5191 pour le Maroc et 2748 pour la Tunisie.

I.4.3.2- Étude quantitative

La méthode quantitative consistant en un dénombrement à l'intérieur de chaque peuplement ou formation le nombre total d'espèces qui le compose et des effectifs des populations de chaque espèce. C'est la richesse spécifique qui est l'un des caractères fondamentaux caractéristiques d'un peuplement (Kadi-Hanifi, 2003).

Les analyses menées peuvent se baser sur la biosystématique, l'appartenance biogéographique, le nombre d'espèce, la valeur de la flore, l'abondance-dominance des espèces, la richesse floristique avec les moyens géostatistiques.

I.4.3.2.1- Mesure du recouvrement de la végétation

Le recouvrement d'une espèce est défini théoriquement comme le pourcentage de la surface du sol qui serait recouverte, si on projetait verticalement sur le sol les organes aériens des individus de l'espèce (Gounot, 1969).

Le taux de recouvrement exprimé en pourcentage dénote le degré de couverture végétale de la localité étudiée. Au sein de chaque station, la mesure du recouvrement se fait à l'œil nue à travers le pourcentage de sol couvert par la végétation.

Parmi les méthodes de mesure conçues pour l'évaluation du recouvrement :

La méthode linière de Parker qui est assez pratique et qui répond le mieux à l'évolution pastorale où la végétation est ouverte. D'ailleurs, c'est une méthode fréquemment utilisée pour l'évaluation du couvert végétal des zones steppiques en Australie et en Afrique du Sud (**Daget et Poissonnet, 1972**).

La méthode linéaire de type « points quadrats » (**Gounot, 1969 ; Daget et Poissonnet, 1971**) a été utilisée sur une ligne de lecture de 10 m de long, l'état de la surface du sol (voile éolien, pellicule de glaçage, éléments grossiers, litière, sol nu et affleurement).

La technique du relevé linéaire, appelée encore technique des points quadrat, est décrite par plusieurs auteurs (**Gounot, 1969; Godron, 1968; Daget et Poissonnet, 1971**). Elle est bien adaptée aux écosystèmes steppiques dans l'analyse de la végétation et des caractères de surfaces du sol (**Aïdoud, 1983 ; Nedjraoui, 1990 et Slimani, 1998**). Elle est considérée comme un moyen efficace pour l'étude de l'évolution de la couverture végétale lorsqu'il s'agit d'une ligne permanente (**Gounot, 1969; Aïdoud, 1983**).

I.4.3.2.2 - Richesse floristique

La richesse floristique d'un territoire est le nombre total d'espèces qu'il renferme, cette richesse floristique est en général d'autant plus élevée que la surface du territoire est plus grande, mais croît naturellement moins vite que la superficie considérée (**Guillaumet et al., 2009**). C'est la richesse spécifique qui est l'un des caractères fondamentaux caractéristiques d'un peuplement. Elle correspond à la réalisation d'un inventaire floristique, cette étape est basée sur un recensement des espèces constituant le cortège des groupements à *Hammada scoparia*.

En zone aride, la richesse floristique dépend essentiellement du nombre d'espèces annuelles, au moment de l'exécution du relevé (**Djebaili, 1978**).

On utilise l'échelle de **Daget et Poissonnet (1991)** :

- | | |
|-----------------|--------------------|
| • Raréfiée : | < de 5 espèces |
| • Très pauvre : | de 6 à 10 espèces |
| • Pauvre | de 11 à 20 espèces |
| • Moyenne : | de 21 à 30 espèces |
| • Assez riche | de 31 à 40 espèces |
| • Riche : | de 41 à 60 espèces |
| • Très riche : | de 61 à 75 espèces |

I.4.3.3- Étude qualitative par l'analyse de la composition floristique

Elle consiste à étudier la composition floristique sur le plan biologique, systématique et phytogéographique d'un peuplement d'une région donnée (**Kadi-Hanifi, 2003**). Donc, de dresser un inventaire quantitatif et qualitatif avec les caractéristiques relatives à la stratification, l'abondance-dominance, le type biologique, la vigueur et la phénologie...

D'après **Gounot, (1969)** " il s'agit de recenser toutes les espèces rencontrées dans une aire représentative dans le but d'établir la liste floristique des communautés homogènes». Regrouper les taxons selon leur mode de croissance ou leur morphologie constitue un élément important pour la description physionomique et structurale de la végétation, car ces caractères traduisent les adaptations évolutives des plantes à l'environnement (**Orshan, 1982**).

I.4.3.3.1 - Caractérisation biologique

La classification à laquelle nous nous sommes référés était celle de **Raunkier (1934)** amendée par **Ellenberg & Muller-Dombois (1967)** se base sur la position des bourgeons de rénovation, mais cette classification peut s'ajuster en fonction des caractéristiques locales de l'environnement. Le spectre biologique sensu Raunkiaer a été retenu puisqu'il permet de mieux cerner les stratégies d'adaptation de la flore dans son ensemble aux conditions de milieu et plus particulièrement aux conditions climatiques (**Daget, 1980**). L'approche adoptée tient compte de la participation des différents types biologiques à la flore d'une région par leur seule présence (spectre biologique brut). Cinq formes de types biologiques, sont prises en considération dans cette étude (thérophytes, hémicryptophytes, géophytes, chaméphytes et phanérophytes).

La détermination biologique des taxons inventoriés a été faite à partir de « la flore de l'Algérie » (**Quézel et Santa, 1962-1963**) et « la flore du Sahara » (**Ozenda, 1977**) les travaux de mémoires et de thèses de (**Bouzenoune, 1984, Benaradj, 2010 ; Babali, 2014**), en tenant compte de la fréquence absolue et réelle (méthode de Tomaselli in **Long, 1954**). La réalisation des types biologiques bruts est orientée sur le dénombrement des taxons par type biologique et effectué sur la totalité des espèces du cortège floristique.

I.4.3.3.2- Caractérisation systématique

L'étude systématique est basée sur l'appartenance des espèces recensées du cortège floristique selon principaux taxons botaniques systématique : genres et familles.

I.4.3.3.3- Caractérisation phytogéographique (phytochories)

D'après le découpage phytogéographique de **Barry et Celles (1973)** la zone d'étude (atlas saharien) appartient à l'empire holarctique, à la région méditerranéenne, sous-région eu-méditerranéenne, domaine Maghreb-in-steppique et secteur du sud-oranais et Sous-secteur de l'Atlas Saharien (AS 1) (**Maire, 1926 ; Kaabèche, 1990 et 1996**).

Barry et Celles (1972-1973) ont proposé, sur des bases floristiques, le découpage suivant:

Empire	Holarctis
Région	Méditerranéenne
Sous-région	EU-Méditerranéenne
Domaine	Maghrébin-Méditerranéen
Domaine	Maghrébin-Steppique
Sous-région	Saharo-Arabique
Domaine	Saharo-Méditerranéen
Sous-domaine	Sahara Septentrional
Secteur	Bordure saharienne
Sous- secteur	Algérien

La détermination des éléments phytogéographiques des espèces inventoriées est basée sur les indications fournies par les flores suivantes : la flore d'Algérie (**Quézel et Santa, 1962-1963**), la flore du Sahara (**Ozenda, 1977**) et la consultation des travaux de **Le Houérou (1995)** et les autres travaux et documentations (thèses, mémoires).

Le dénombrement des taxons par chaque type phytogéographique est effectué sur la totalité des espèces inventoriées dans chaque station. Comme pour les types biologiques, la caractérisation phytogéographique est mise en évidence par un spectre phytogéographique global et comparé.

I.5. Étude faunistique (avifaune aquatique)

L'objectif principal de notre étude réalisée entre 2018 et 2020 est de connaître les oiseaux d'eau, très peu documentés, fréquentant les zones humides de la région de Naâma (Sud-ouest algérien) et d'apporter les informations relatives à l'avifaune fréquentant notre région afin de mettre en valeur son importance nationale et internationale, tout en déterminant les statuts phénologiques, écologiques, fauniques et de protection de cette avifaune.

Les dénombrements des effectifs des populations écologiques de toutes les espèces, la détermination de leurs modalités de distribution et d'occupation spatio-temporelle au niveau de ces plans d'eau et le suivi des budgets temps diurnes d'une espèce clé le Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*) au cours de son hivernage.

I.5.1. Matériels utilisés

Plusieurs appareils et matériaux ont été utilisés

- Un télescope terrestre *KONUSPOT* (20 × 60)
- Guides d'identification des oiseaux : **Svensson *et al.*, (2014), Henzel (1995), Delachaux (2021), ...**
- Un appareil photo numérique, caméra et caméra trappe.
- Des logiciels de statistique.

I.5.2. Méthode d'étude

Des enquêtes sur le terrain sur la problématique de l'écologie de l'avifaune aquatique dans les milieux humides de la région de Naâma (ouest de l'Algérie) ont été préalablement réalisées. Notre approche s'est basée sur l'inventaire et sur l'estimation quantitative des populations, etc.).

- Nos observations sur terrains par des visites périodiques
- Enquêtes et les informations auprès des personnes de la région (amateurs, connaisseurs, population locale, ...)
- Inventaires et données de la Direction Générale des Forêts (DGF)
- Inventaires et données des services de conservation des Forêts de Naâma
- Inventaires et données des services de la conservation des Forêts d'El-Bayadh
- Données de Ramsar
- Données de l'Association Nationale Algérienne de l'Ornithologie (ANAO)
- Consultation des experts et des spécialistes dans le domaine d'Ornithologie.

- Documents antérieurs archivés (thèses, mémoires, Articles, bases des données spécialisées « Database »: UICN, Bird-Life International, World Bird Database, Sites Web, Réseaux sociaux, ...).

I.5.3.1. Périodes d'observation

Les périodes d'observation sont échelonnées comme suit : dénombrement des oiseaux d'eaux en plein hiver (la mi- Janvier) de chaque année, dénombrement des oiseaux d'eau nicheurs (Mai et Juin) de chaque année, dans le but de dresser la liste des espèces présentes.

I.5.3.2. Identification taxonomique faunistique

Pour chaque espèce aviaire recensée, le nom scientifique, nom commun de l'espèce observée est donnée. La détermination taxonomique des espèces observées sur le terrain a été faite à l'aide des guides ornithologiques (**Henzel, 1999, Svensson *et al.*, 2014**).

I.5.3.3. Statut phénologique

Nous avons également distingué ces espèces selon leurs attributs en plusieurs catégories : statut phénologique, écologique, de protection et de leur période de présence. Le statut phénologique des espèces aviennes est réparti en différentes classes : Sédentaires nicheurs (SN), Sédentaires non nicheurs (SNN), Hivernants (H), migrateur régulier (Mr), migrateur irrégulier (Mi), Migrateurs nicheurs (MN) et Migrateurs de passage (MP) Migrateur occasionnel (Mo), Hivernant régulier (Hr), Hivernant irrégulier (Hi) , Hivernant occasionnel (Ho), Sédentaire (S), Rare (R) (**Baaziz *et al.*, 2011, Youcefi & Marouf, 2022**).

I.5.3.4. Statut de protection

Le statut de protection des espèces d'oiseaux a été évalué à l'échelle nationale par rapport au décret exécutif n° 12-235 du 24 mai 2012 fixant la liste des espèces animales non domestiques protégées. Sur le plan international, nous nous sommes basés sur les accords suivants : la liste rouge de l'UICN (UICN 2020) ; la Convention de Washington (CITES, 1994) ; la Convention de Bonn (VAGG. 2009) ; l'Accord AEWa (AEWA, 2008) ; la Convention de Barcelone (CEC, 1999) ; la Convention d'Alger (TEMATEA, 2007) et la Convention de Berne (AFS, 2007). Le statut de protection fait référence à la liste actualisée de l'UICN pour l'Algérie (**BirdLife International, 2021**).

I.5.3.5. Le dénombrement des oiseaux d'eau

Le suivi de l'avifaune aquatique est fondé sur les dénombrements répétés selon un rythme bimensuel durant années consécutives d'étude. Les objectifs de dénombrement des oiseaux d'eau pour obtenir des renseignements la dynamique des oiseaux d'eau.

Les objectifs des dénombrements des oiseaux d'eau permettent d'avoir une idée et des renseignements la dynamique des oiseaux d'eau sur différents niveaux (local, national et international):

I.5.3.5.a) Au niveau local (sites d'étude)

Pour estimer les effectifs des différentes espèces d'oiseaux d'eau qui occupent le site, leurs fluctuations et les capacités d'accueil du site afin de comparer les résultats du dénombrement avec différents sites de la région on peut atteindre d'autres objectifs tels que les fluctuations de l'abondance de l'avifaune et de leur composition spécifique ceci nous aidera à connaître les raisons de ces changements et évaluer l'impact de certaines activités (chasse, pêche, pâturage ...etc.).

I.5.3.5.b) Au niveau national

Les dénombrements des oiseaux d'eau sont réalisées pour connaître l'importance et le rôle des zones humides, leur préconiser les moyens à mettre en place pour des actions de conservation de ces écosystèmes. Notamment, veiller à l'application de la législation de la protection des zones humides (espèces menacées, espèces chassables, période de chasse etc.) et renforcer nos connaissances sur la biologie de ces espèces (migrations, déplacements ...etc.).

I.5.3.5.c) Au niveau international

Le but majeur de ces recensements est de contribuer le plus possible à la connaissance et à la conservation des espèces et de leurs habitats. Il s'agit donc d'un système de surveillance à long terme centré sur l'hivernage de ces oiseaux. L'information rassemblée permet d'estimer les populations à des échelles régionales de suivre l'évolution des effectifs et de la distribution ainsi que d'identifier les sites d'importances écologiques.

I.5.3.5.1. Techniques de dénombrement des oiseaux d'eau

De nombreuses méthodes et techniques sont employées pour permettre de suivre aux milieux les dénombrements des oiseaux d'eau. Ces dernières se heurtent toujours à de multiples facteurs liés à la biologie de ses oiseaux et aux transformations physiologiques que subissent les biotopes aux rythmes des saisons et des années (**Blondel, 1969; Lamotte et Bourrelière, 1969**). Ainsi, une différence entre le nombre d'oiseaux observés et celui réellement présents existe presque toujours (**Tamisier et Dehorter, 1999; Houhamdi, 2002**). Cependant, des méthodes basées sur des procédés photographiques par estimation visuelle de la taille des bandes des oiseaux au sol, en avion ou en bateau ont été décrites (**Schricke, 1982**).

Mais pour une meilleure évaluation numérique des groupes d'oiseaux d'eau une combinaison de ces procédés et souhaitée (**Tamisier et Dehorter, 1999**). Durant la période de notre étude, qui s'est étalée du mois d'Octobre jusqu'au mois de Mai.

Les méthodes d'observation des oiseaux d'eau sont nombreuses et dépendent des espèces étudiées et du but recherché. Deux méthodes sont couramment utilisées pour ce but, à savoir : le dénombrement au sol et le dénombrement en avion. Elles ont en commun l'évaluation numérique des groupes (**Blondel, 1975**).

Dans un plan d'eau, les regroupements concernent plusieurs milliers d'oiseaux. Il est certainement exclu de les compter un par un et de ce fait, on doit procéder à une estimation de cet effectif (**Tamisier et Dehorter, 1999**). Il est donc à rappeler que le dénombrement des oiseaux d'eau fait beaucoup plus appel à la méthode absolue.

Elles présentent différentes variantes et le choix de l'une ou de l'autre dépend de la taille du site, de la taille de la population des oiseaux à dénombrer et de l'homogénéité de la population observée (**Houhamdi, 2002, Houhamdi et Samraoui, 2002**).

Pour toute méthode utilisée, les dénombrements se basent sur un comptage individuel, lui-même basé sur le principe de l'estimation. C'est le principe adopté dans nos dénombrements, quand le groupe d'oiseaux dont la taille ne dépasse pas les deux cent individus et se trouve proche de notre point d'observation soit à une distance inférieure à deux cent mètres. Dans le cas contraire, autrement dit lorsque la taille du peuplement avien est supérieure à deux cent individus et/ou si le groupe se trouve à une distance éloignée nous procédons à une estimation visuelle. Pour cela, on divise le champ en plusieurs bandes, on compte le nombre d'oiseaux dans une bande moyenne et on reporte autant de fois que de bandes (**Houhamdi et Samraoui, 2002**). Cette méthode très utilisée affiche cependant une marge d'erreur qui va de 5% à 10% chez les professionnels (**Tamisier et Dehorter, 1999**).

Nous avons utilisées les méthodes de dénombrements suivantes:

Un comptage individuel si le groupe d'oiseau d'eau est situé à une distance inférieure à 200m et compte un effectif moins de 200 individus.

Une estimation visuelle si la population avienne est assez importante (plus de 200 individus) ou se trouve à une distance très éloignée (Plus de 200 mètres), dans cette technique nous divisons le champ visuel en plusieurs bandes, nous comptons le nombre d'oiseaux dans une bande moyenne et nous reportons autant de fois que de bandes (**Blondel, 1969 ; Lamotte et Bourrelière, 1969**).

Cette méthode est la plus utilisée pour recenser les effectifs des oiseaux d'eau dans laquelle on trouve une marge d'erreurs comprise entre 5 à 10%. Elle dépend essentiellement de l'expérience de l'observateur et de la qualité du matériel utilisé (**Blondel, 1969; Lamotte et Bourrelière, 1969; Houhamdi, 2002**).

Dans notre étude le choix des 2 méthodes citées avant est fait selon le nombre des individus des espèces étudiées.

I.5.3.5.2. Occupation spatio-temporelle

Les oiseaux se distribuent ou se répartissent dans l'espace lacustre selon des modalités qui leurs sont propres. Rarement aléatoire, cette distribution répond à des critères biologiques et écologiques qui caractérisent à la fois l'espèce et les conditions du milieu (Houhamdi *et al.*, 2008b, 2009). La quiétude et le partage des ressources alimentaires conditionnent d'une manière apparente la répartition des groupes d'oiseaux dans un site (Houhamdi *et al.*, 2008a, 2008b, 2009, Elafri *et al.*, 2016a, 2017).

Durant nos sorties et après le dénombrement systématique des Tadorne casarca *Tadorna ferruginea*, nous avons essayé de les localiser sur des cartes en utilisant des repères constants dans les deux zones humides. Ces cartes spécifiques et provisoires ont été par la suite reportées sur d'autres cartes définitives qui permettront de suivre l'utilisation des deux plans d'eau.

I.5.3.5.3. Techniques d'étude des rythmes d'activités diurnes ou budget temps

Le budget temps ou le rythme d'activité est défini, comme la proportion de temps passé par les individus dans chaque type de comportement, pendant une période et dans une zone donnée (Tamisier et Dehorter, 1999). Deux méthodes sont connues pour l'étude du comportement diurne des Anatidés, la méthode Scan ou *Instantaneous scan sampling* et la méthode Focus ou *focal animal sampling* (Althmann, 1974).

I.5.3.5.3.a) Méthode Scan

Le budget d'activités est simplement mesuré par la méthode Scan, de telle manière que l'observateur balaie le paysage d'un point à un autre, en notant le comportement de chaque individu visible. Puis grâce à des transformations mathématiques il fait ressortir le pourcentage temporel de chaque activité. Cette méthode présente l'avantage d'être la seule méthode appliquée dans des sites à végétations denses, où les oiseaux d'eau (particulièrement les Anatidés) ne sont toujours pas observés durant de longues périodes (limite de l'échantillonnage focalisé). En revanche, elle élimine le choix des individus (Baldassare *et al.*, 1988). Ainsi, comme il s'agit d'un échantillonnage instantané, il est pratiquement impossible de déterminer le statut social (par paires ou séparés) des oiseaux observés (Houhamdi, 2002, Houhamdi et Samraoui, 2001, 2002, 2003, 2008).

I.5.3.5.3.b) Méthode Focus

L'échantillonnage focalisé implique l'observation d'un individu pendant une période prédéterminée qui ne doit pas dépasser 10 minutes, au cours de laquelle on enregistre continuellement les activités manifestées. Les résultats obtenus sont par la suite proportionnés afin de déterminer le pourcentage de temps de chaque comportement (Althmann, 1974, Baldassare *et al.*, 1988).

Cette méthode permet l'étude du comportement de petits groupes d'oiseaux sur de petites surfaces. Elle permet d'avoir un meilleur suivi. Elle définit et valorise aussi les comportements qui ne sont pas toujours fréquents, comme l'agression et le parasitisme. À noter qu'aux quelques pertes de vue signalées à plusieurs reprises, ainsi que la fatigue de l'observateur, il y est remédié par la méthode *Focal-Switch Sampling* ou méthode *Switch* (**Losito et al., 1989**). Chaque perte de vue doit être compensée par un autre individu du même groupe manifestant la même activité.

Pour étudier le comportement diurne des Tadornes casarca au niveau des écosystèmes aquatiques de la wilaya de Naâma, nous avons opté d'utiliser la méthode Scan, où nous avons procédé chaque heure (de 8h à 16h) à des séries de balayages à la surface de l'eau, à travers le groupe d'oiseaux sur les quels est orienté la longue vue ornithologique (*Konus Spot Tween 20x80*) afin de compter dans le champ de vision les différentes activités manifestées par ces canards. Cinq activités ont été mesurées à savoir : le sommeil et l'alimentation (activités primordiales), la nage, le toilettage et le vol (activités de confort). L'échantillonnage instantané du rythme d'activité, des espèces permet par une méthode de conversion d'obtenir le pourcentage de temps alloué à chaque activité (**Tamisier et Dehorter, 1999**) et déterminer le rôle que jouent ces milieux humides pour les Tadornes casarca.

I.5.3.5.4. Traitement statistique

L'exploration statistique multivariée par le biais de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) est un moyen de procéder à une interprétation de ces observations. Son but majeur est de calculer un ensemble de saturations permettant d'expliquer les corrélations observées entre les tests par la mise en évidence d'un certains nombres d'aptitudes fondamentales et identifier autant que possible ces aptitudes (**Dagnelie, 1975**). En utilisant le logiciel ADE-4 (**Chessel et Doledec 1992**) nous avons réalisé une AFC sur les données des dénombrements mensuels de toute la période de l'étude.

Résultats & Discussion

Chapitre I:

Étude climatique de la zone d'étude « Naâma »

Introduction

L'aridité est un phénomène spatial (région aride), qui reflète un déficit hydrique permanent lié à une forte insolation, à des températures élevées, à une siccité de l'air et à leur combinaison qui aboutit à une évapotranspiration poussée. Cependant, la sécheresse est un paramètre azonal qui n'est pas propre aux déserts puisqu'il sévit dans toutes les zones climatiques, c'est un phénomène temporel (Bennouna, 1996).

Bioclimatiquement Emberger et ses successeurs notamment **Le Houérou (1995)**, définissent la zone aride par les critères suivants:

- Pluviosité moyenne annuelle: 100 à 400 mm (50 à 350 mm)
- Coefficient de variation des pluies annuelles : 30 à 60 %
- Longueur de la saison pluviosité: 15 à 100 jours
- Quotient pluvio-évapotranspiratoire : 0.06 à 0.28
- Quotient pluviothermique d'Emberger: 10 à 45

D'autre part, le terme steppe, correspond à une formation végétale néoclimacique, basse, discontinue, formée d'espèces pérennes et annuelles dépourvues d'arbres où le sol nu apparaît dans des proportions variables. Il évoque d'immenses étendues plus ou moins arides, à relief peu accusé couvertes d'une végétation basse et clair semée (**Le Houérou, 1995**). En outre une steppe aride est un milieu qui n'offre que des conditions extrêmes pour l'établissement et le maintien d'une végétation pérenne (**Aidoud et Touffet, 1996**).

II.1. Paramètres climatiques de la zone d'étude**II.1.1. La pluviométrie**

La situation géographique de la wilaya de Naâma permet d'observer un gradient pluviométrique N-S décroissant avec la latitude de Nord au Sud.

En général la pluviométrie demeure faible et irrégulière; elle est hétérogène dans le temps et dans l'espace, cette irrégularité des fréquences confirme l'apparition des périodes sèches qui ont sévit dans la région.

L'analyse de la longue série de données pluviométriques met en évidence les caractéristiques suivantes :

- la série d'observation pluviométriques se subdivise en deux grandes périodes à savoir une période pluvieuse allant de d'Octobre à Avril avec un maximum pluviométrique en Février de l'ordre de 34,9mm, et une seconde période sèche de juin a out dont la pluviométrie ne représente que 10% du total annuel.

- à l'exception les mois d'Octobre, Février et mars où les pluies sont supérieures à 30mm, les autres mois de la période humide présentent une fonction de répartition pluviométrique assez homogène.

- par ailleurs les mois de Mai et Septembre annoncent les transitions entre les périodes humides et sèches.

Outre les observations sus cités, l'examen de la série pluviométrique 1992-2021 met en relief le caractère de l'augmentation des pluies qui est un phénomène du changement climatique quasi général et qui a touché l'ensemble du territoire national tant au nord qu'au sud du pays. Cette diminution des précipitations s'est répercutée sur la pluviométrie moyenne annuelle en la faisant passer de 278,1 à 232mm, ce qui représente environ 16,5% du module annuel moyen.

En revanche, la station d'Ain Sefra, considérée comme étant une station du domaine saharien présente une structure de précipitations tout à fait différentes de celle de Mécheria. En effet, si l'on considère la longue série de Seltzer (1913_1938), les précipitations se concentrent essentiellement de Juin à Août et en Février. Ce type de régime se caractérise essentiellement par l'influence du front des Alizés qui vient s'engouffrer sous les masses d'air chaudes sahariennes ou méditerranéennes pour engendrer des précipitations de type orageux. Quant aux autres mois de l'année la hauteur des pluies ne dépasse guère la moyenne mensuelle interannuelle et tout particulièrement durant la période de Mars et Avril où les précipitations sont assez négligeables.

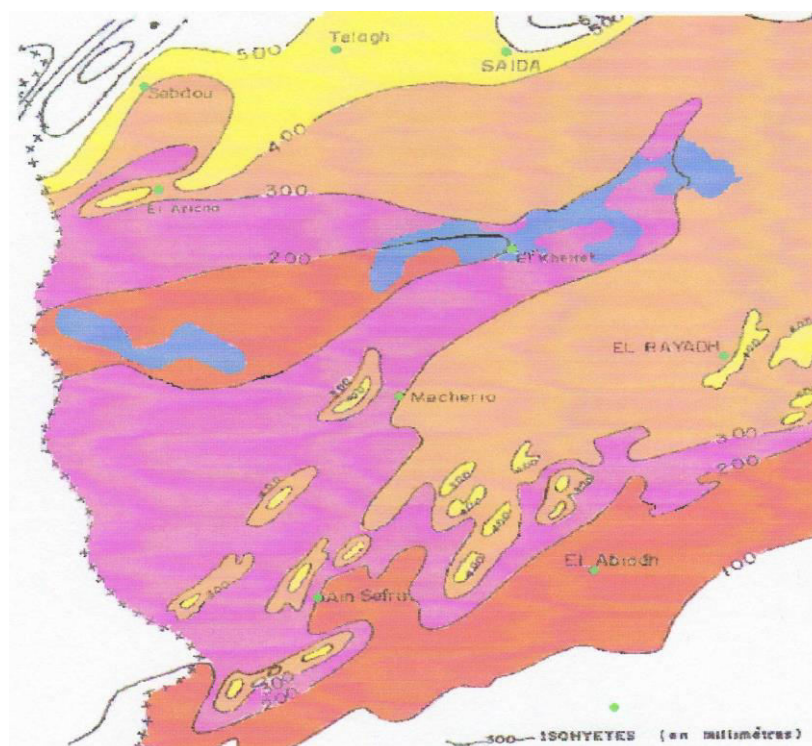


Figure 17. Pluviométrie dans la région de Naâma (Extrait de la carte pluviométrique de l'ANRH (1993).

Cette différenciation dans la structure des pluies constatée à partir des deux séries est difficile à caractériser en raison de la nature des données analysées.

L'analyse des données pluviométriques montre un gradient décroissant de Mécheria à Ain Sefra .Le mois d'octobre est plus arrosé. On remarque une fluctuation de la pluviosité des trois stations avec un gradient des valeurs pluviométrique Nord-Sud.

Dans la période récente 1992 à 2022, la pluviosité moyenne annuelle est de l'ordre de 231 mm par an à Mécheria et de 202 mm à Naâma et a Ain sefra est de 225 mm.

La répartition mensuelle reflète que le mois de Juillet est le plus sec (5.75 mm pour Mécheria et 5,25 mm pour Naâma et 2.76 pour Ain Sefra), Octobre est le mois le plus arrosé (32 mm pour Mécheria et 27 mm pour Naâma et 22 pour Ain Sefra).

Toutefois, on constate un changement dans la structure des pluies, puisqu'on voit l'apparition des précipitations liées au front polaire (de Novembre à Janvier) dont la hauteur s'avère assez importante puisqu'elle représente près de 44% du total annuel.

Selon **Nedjraoui et al (1999)**, la variabilité des précipitations par les méthodes de la moyenne et de la médiane montre que pour la série des 22 années, 8 années sont considérées comme humides (pluviosité au dessus de la moyenne), et 14 années sont considérées comme années sèches (pluviosité en dessous de la moyenne).

II.1.2. Régime saisonnier

Tableau 25. Régime saisonnier des trois stations

Stations	Périodes		Hiver	Printemps	Eté	Automne	Type
Mécheria	P1	1913-1938	85.3	81.6	27.2	84	HPAE
	P2	1992-2021	55.92	74.87	23.81	76.99	PAHE
Naâma	P1	1913-1938	-	-	-	-	-
	P2	1992-2021	38.43	58.63	31.23	74.25	APHE
Ain Séfra	P1	1913-1938	38	38	43	73	AEHP
	P2	1992-2021	36.78	55.13	20.81	57.54	APHE

La lecture du tableau (Tab.25), montre que le régime saisonnier variable d'une station a l'autre. Pour la station de Mécheria, La variation saisonnière est des de type HPAE pour la période P1 (1913-1938), et de type PHAE pour la période P2 (1992-2021). Pour la station de Naâma, la variation saisonnière est des de type PHAE pour la période P2 (1992-2021). Pour la station de Ain Séfra, la variation saisonnière est des de type AEHP pour la période P1 (1913-1938), et de type APHE pour la période P2 (1992-2021).

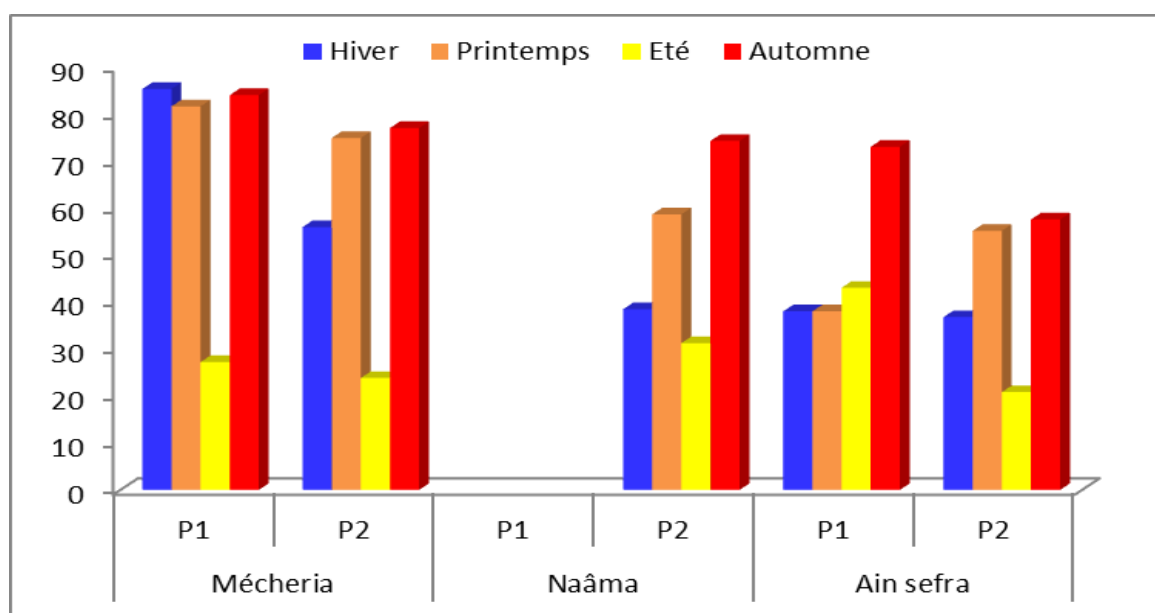


Figure 18. Précipitation saisonnière des stations (Mécheria, Naâma & Ain Sefra) pour les 2 périodes (1918-1938 & 1992-2021)

II.1.3. La neige

Selon les données de l'ONM, à Mécheria le nombre moyen annuel de jours d'enneigement et de jours de gelée est respectivement 3,88 et de 40,4 jours, ainsi que à Ain Sefra reçoit 22,7 jours par an de gelée. La neige tombe en hiver et peut persister quelques mois sur les montagnes.

Elle peut par fusion contribué à un apport d'eau appréciable à la végétation notamment au début du printemps. A la faveur d'une température pas trop basse, l'eau de neige imbibe progressivement le sol d'une façon continue et l'humecte profondément. Plus la durée d'enneigement du sol persiste, plus le potentiel hydrique' du sol augmente.

La durée d'enneigement moyen au sol (nombre de jours où le sol est couvert de neige) est la donnée la plus utile à connaître.

Tableau 26. Nombre moyen annuel de jours d'enneigement des stations

Stations	nombre moyen annuel de jours d'enneigement	Altitude (m)
Mécheria (1989-1997)	3,80	1170
Naâma (1989-1997)	3,15	1166
Ain Sefra (1989-1997)	2,11	1000
ONM (1998)		

II.1.2. Températures

D'après (Sauvage., 1962 in Aidoud., 1984) "il est important en écologie de tenir compte du fait que la vie végétale se déroule entre deux extrêmes thermique, que l'on peut à une première approximation assimiler à la moyenne des minimums du mois le plus froids (m) et la moyenne des maximums du mois le plus chaud (M).

Profondément enchâssée à l'intérieur des terres et séparée de la mer par une barrière presque continue de montagnes, l'Algérie steppique connaît un régime thermique contrasté, de type continental. En effet, l'amplitude thermique annuelle y est partout supérieure à 20° C. Cependant, il faut remarquer que, pour la quasi-totalité de la région steppique, cette valeur reste comprise entre 20° et 22° C. A une distance moyenne de 100 Km de la mer, le régime thermique de la steppe est également fortement influencé par l'altitude. La latitude n'intervient qu'en deuxième lieu pour différencier les points extrêmes (**Le Houérou et al., 1979**). Le mois de janvier s'avère le plus rigoureux le mois le plus froid (m) avec des températures moyennes comprises entre 6.1°C (Naâma) et 7.14°C (Mécheria). Le mois de juillet et Août sont les mois les plus chauds. (M) varie de 36,16°C (Mécheria) à 36,48°C (Naâma).

L'analyse comparative de série thermiques (1913-1938) met en relief des écarts fluctuant de +0,1°C à 1,9°C et de +0,1°C à +0,3°C pour les minima. Cette situation dénote une augmentation des températures qui atteint en moyenne +0,7°C à l'échelle annuelle. En revanche, au niveau des maxima les écarts sont plus importants ce qui donne une valeur moyenne de +0,9°C.

L'examen des deux séries thermiques (1913-1938 et 1992-2021) enregistrées au niveau de la station de Ain Sefra met en évidence une certaine augmentation des maxima tout particulièrement durant la période allant de novembre à Février (de +1,8°C à 0,6°C), une baisse de ces derniers entre Avril et Octobre (-2,1°C à -0,3°C). En revanche, la série des minima connaît une franche augmentation qui touche l'ensemble des mois de l'année à l'exception du mois d'Août, cette situation est répercutée au niveau mensuel où le relèvement des températures fluctue entre 0,3°C à 1,5°C induisant à l'échelle annuel une augmentation moyenne de 0,5°C. La comparaison des données thermiques enregistrées au niveau des stations d'Ain Sefra (considérée comme station de l'Atlas saharien) et celle de Mécheria (représentant le milieu steppique) met en évidence l'influence du climat présaharien sur la zone méridionale de Naâma. En effet, de l'analyse des maxima ressort la notion d'aridité climatique qui tend à se renforcer du nord au sud de la zone d'étude, ainsi l'écart thermique moyen entre la zone méridionale et septentrionale de la wilaya atteint 0,84°C environ. Cette valeur rapportée à l'étendue spatiale (dans le sens Nord-Sud) de la wilaya est relativement élevée. Le mois de janvier s'avère le plus rigoureux avec des températures minimales du mois le plus froid (m) comprises entre 1,4°C (Ain Sefra) et 2°C (Mécheria).

Le mois de juillet est le plus chaud. « M » varie de 35,2°C (Mécheria) à 36,1°C (Ain Sefra). La température moyenne annuelle est égale à 16,48°C à Mécheria et 17,5°C à Aïn Sefra. Les minimums sont observés en janvier (6,55°C pour Mécheria et 7,2°C pour Aïn Sefra). Quant aux maximums, ils surviennent en juillet avec 28,4°C (Mécheria) et 29,1°C (Aïn Sefra).

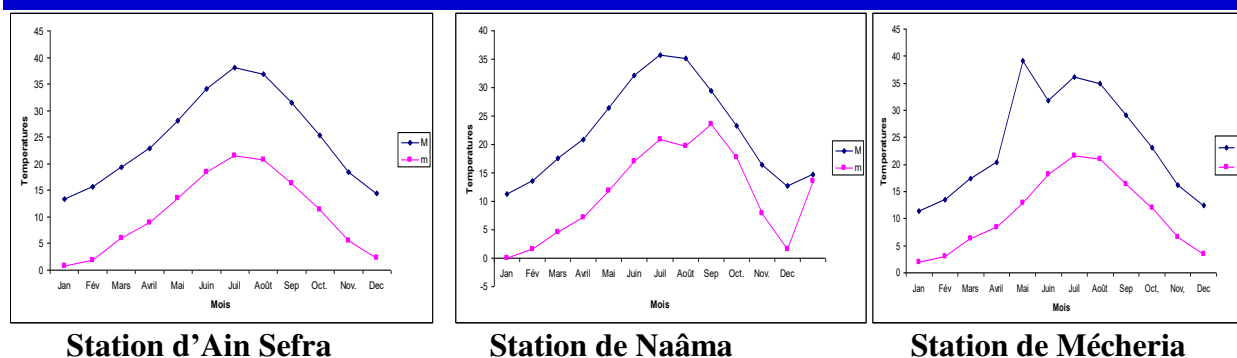


Figure 19. Variation des températures Max et Min des stations (1992-2021)

II.2.3. Les vents

D'une manière générale dans la wilaya de Naâma, les vents soufflent en printemps comme en hiver, en revanche ils sont en automne inactif, et pour l'été ils soufflent dans la direction Sud Ouest. Pour toute l'année la moyenne des vents qui dominent la région de Naâma et dans la direction Nord Ouest.

Le régime des vents est très irrégulier, les vents en hiver et printemps proviennent du nord-ouest et du sud-ouest. En été et en automne, les vents soufflent principalement du nord-est et du sud-ouest. La direction dominantes des vents telle que constatée au niveau des stations de la wilaya et globalement sud/ ouest/ nord-est correspond en fait à l'orientation général du relief. Les vents dominant dans la zone d'étude ont une direction nord-ouest. Ils soufflent avec une vitesse moyenne de 3,69 m/s à Mécheria, et 2,28 m/s à Ain sefra, 2,86m/s à Naâma.

II.2. Les indices bioclimatiques

II.2.1. La Continentalité Thermique

Tableau 27. La Continentalité Thermique des stations

Stations	Périodes		M (°C)	M (°C)	M – m (°C)	La Continentalité Thermique
Mécheria	P1	1913-1938	35,1	1,5	33.6	Le climat semi-continental
	P2	1992-2021	39.12	1.93	37.19	Le climat continental
Naâma	P1	1913-1938	-	-	-	-
	P2	1992-2021	35.71	-0.06	35.77	Le climat continental
Ain sefra	P1	1913-1938	37,6	-0,3	37.9	Le climat continental
	P2	1992-2021	38.11	0.84	37.27	Le climat continental

L'analyse comparative des deux séries (1913-1938 et 1992-2021) enregistrées au niveau des stations (**Tab.27**), nous montre que :

- la région connaît un régime thermique contrasté, de type continental. En effet, l'amplitude thermique annuelle des températures moyennes est de 30°C à 40°C selon le gradient orographique Nord-Sud.

- la continentalité persiste dans l'ensemble des stations qui se trouvent au niveau de l'Atlas saharien.
- La région se caractérise, dans ce contexte, par une amplitude thermique diurne importante du fait du régime continental que subit l'ensemble du territoire.
- L'écart saisonnier moyen peut atteindre plus de 30°C, favorisant ainsi la dégradation du sol par la décontraction des roches friables en matière d'érosion sous les formes de l'érosion éolienne et hydrique.
- le régime thermique est également fortement influencé par l'altitude.

II.2.2. L'Indice d'Aridité de Martonne

Tableau 28. L'Indice d'Aridité de Martonne

Stations	Périodes		Indice de Martone	Type de climat
Mécheria	P1	1913-1938	9.26	Aride
	P2	1992-2021	8.45	Aride
Naâma	P1	1913-1938	-	-
	P2	1992-2021	7.50	Aride
Ain sefra	P1	1913-1938	7.24	Aride
	P2	1992-2021	6.14	Aride

Le tableau (n°28), montre que pendant la période (1913-1938), il y a une aridité croissante du nord au sud. Lorsqu'on compare les trois périodes ancienne et récente pour chaque station nous notons qu'il y a une augmentation de l'aridité. Cela provient de la sécheresse induite par l'abaissement des précipitations et l'augmentation des températures minimales et maximales.

Selon les données anciennes et nouvelle des trois périodes et les calculs de l'indice de Martone on a pu constater que tous les stations d'étude se situent dans le régime aride pendant les 3 périodes sauf Naâma qui appartient au régime aride très sec dans l'ancien période.

II.3. Synthèse climatique

II.3.1. Le quotient pluviothermique

Les précipitations exercent une action prépondérante pour la définition de la sécheresse globale du climat. Emberger (1955) a proposé un quotient pluviothermique nous renseignant sur le caractère xérique d'un biotope et qui prend en considération les températures et la pluviosité.

Les limites de séparation entre les différents étages climatiques restent encore imprécises. Il est intéressant de signaler qu'il ne s'agit pas de lignes au sens géométrique du mot, mais plutôt de bandes de transition mixte. À ce titre, Emberger a bien précisé que, sur le diagramme, les limites ont été tracées là où le changement de la végétation a été observé.

Le Q_2 nous a permis de localiser nos stations météorologiques sur le climagramme d'Emberger. Cet auteur a mis au point un zonage du bioclimat méditerranéen du plus sec vers le plus humide en combinant les données climatologiques et celles de la végétation.

On distingue le plus souvent les étages bioclimatiques de la région d'étude :

Tableau 29. Valeurs du quotient pluviométrique

Stations	Périodes	Q_2	m (°C)	Étage bioclimatique
Mécheria	P1 1913-1938	28.41	1.5	Climat méditerranéen Semi-aride inférieur à hiver frais
	P2 1992-2021	21.21	1.93	Climat méditerranéen Semi-aride inférieur à hiver frais
Naâma	P1 1913-1938	-	-	-
	P2 1992-2021	19.47	-0.06	Climat méditerranéen Aride moyen à hiver froid
Ain sefra	P1 1913-1938	17.37	-0.3	Climat méditerranéen aride moyen à hiver froid
	P2 1992-2021	15.62	0.84	Climat méditerranéen aride moyenne à hiver frais

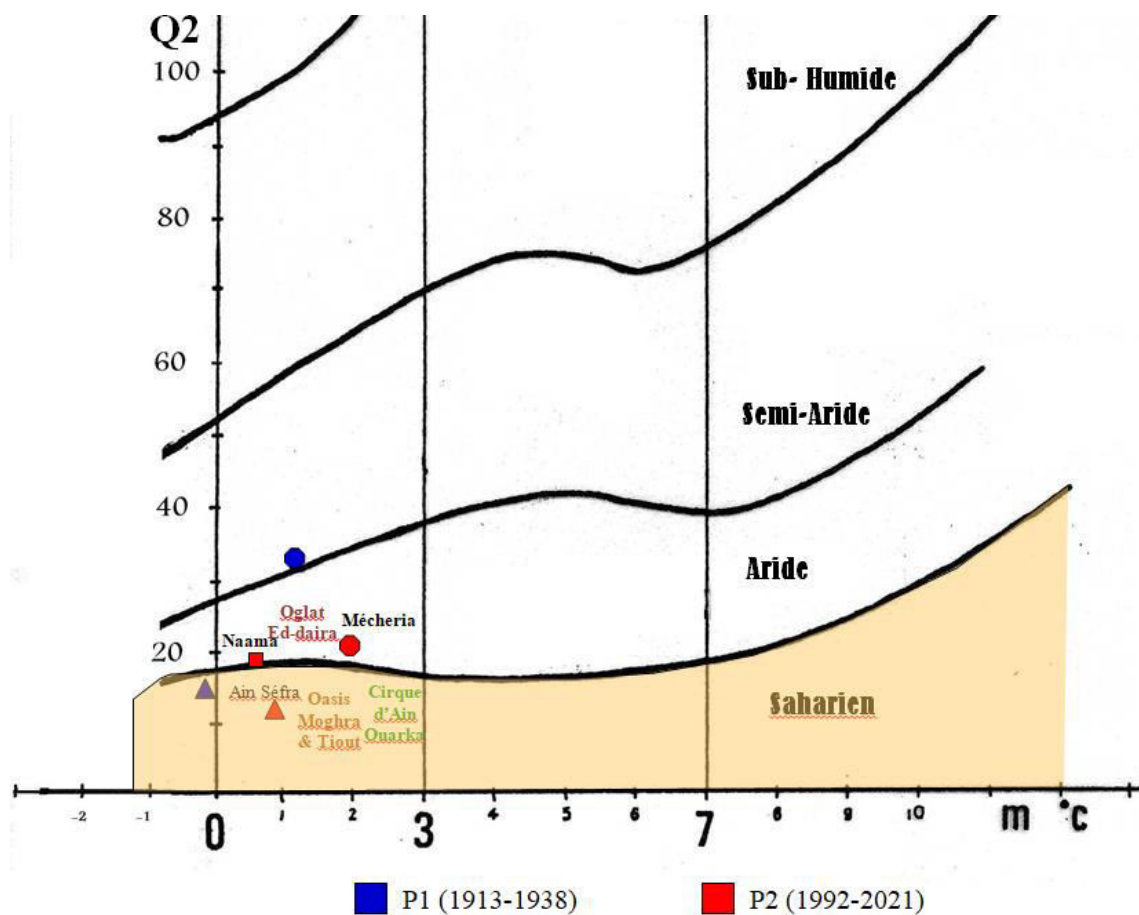


Figure 20. Variation des Climagramme pluviothermique d'Emberger des stations de Mecheria, Naâma et Ain Séfra

II.3.2. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen

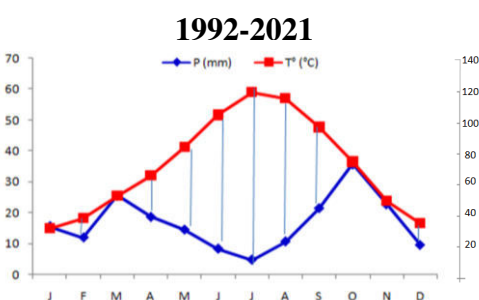
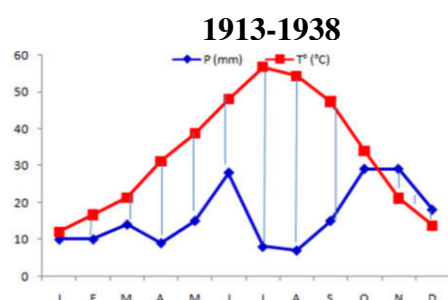
La région d'étude subite des températures minimales comprises entre $-0,3$ et $2,12$ °C. Le Houérou *et al.* Considèrent que les steppes algériennes sont encadrées par les isothermes « m » - 2 et 6 °C, et que M-m varie peu et reste sensiblement égale à $32,6-37,9$ °C. Ces températures expliquent l'absence de certaines espèces dont la vie est liée aux hivers tempérés.

A partir des données météorologiques on a établi les digrammes Ombrothermique ceci pour chaque station sur les trois périodes P1 (1913-1938) et P2 (1992-2021), qui nous ont permis de remarquer que la période de sécheresse varie de 7 à 10 mois ou plus.

I.4.3.1. Station de Mécheria : La lecture des climmagrammes de cette station montre clairement que cette station pour les trois périodes est située dans l'étage semi aride a hiver frais, avec le «M=35,1°C» qui est assez importante en comparaison avec les autres stations. La région présente une période de sécheresse allant du mois de Mars au mois d'Octobre, juillet le mois le plus sec et Mars le mois plus arrosée ceci pour la période ancienne P1 (1913-1938), et pour la deuxième période récente P2 (1992-2021) la sécheresse qui débute du mois de Avril s'étale jusqu'à mois de Novembre, avec le mois de Mars qui est bien arrosé et le mois de Juillet qui est le plus sec.

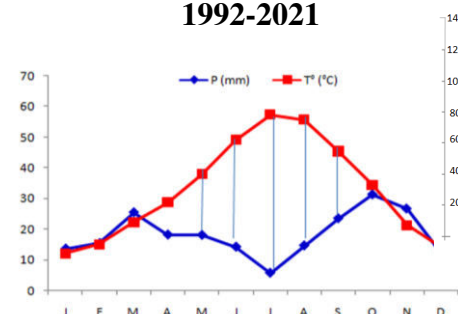
I.4.3.2. Station de Naâma : Selon les données ancienne et récentes la station évolue de l'étage aride à hiver froid vers l'aride à hiver frais vu l'augmentation des précipitations de 137 mm (P1) à 202,5 mm (P2). Pour la période récente, le diagramme de cette région présente une période de sécheresse assez prolongée qui dur neuf mois. Le mois le plus sec est le mois d'Août et le mois le plus arrosé est celui de Mars, et pour la période récente, en remarque que le mois de Juillet est le plus sec et le mois le plus arrosé c'est le mois d'Octobre, et la période de sécheresse qui est interrompue par une brève période de pluie celle de mois de Mars. On revanche, que pour les deux périodes on a la sécheresse qui s'étale presque toute l'année ceci s'étend depuis plusieurs années due à son climat aride.

I.4.3.3. Station d'Ain Sefra : La station d'Ain Sefra déplace de l'étage saharien à hiver froid en période ancienne vers l'étage saharien à hiver frais en période récente. la période de sécheresse de cette station est très importante pour l'ancienne période P1 (1913-1938), on a le mois le plus sec Juillet et les pluies atteignent les maximum le mois d'Octobre, et pour la deuxième période P2. Donc, la période de sécheresse dure de onze mois presque toute l'année, on a le mois le plus sec Juillet et les pluies atteignent les maximums le mois de Mai. Et enfin dans la 2^{ème} période, la sécheresse s'étale de mois de Mars jusqu'à mois de Décembre, ce qui donne neuf mois et demi de sécheresse et le mois le plus sec (Juillet) et le mois le plus arrose c'est Mars, on note que Ain sefra confirme une aridité importante.

Station
d'Aïn SefraStation de
Naâma

1913-1938

1992-2021

Station de
Mécheria

1913-1938

1992-2021

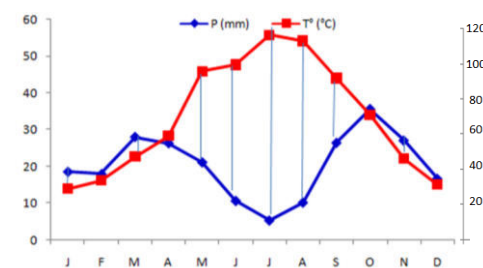
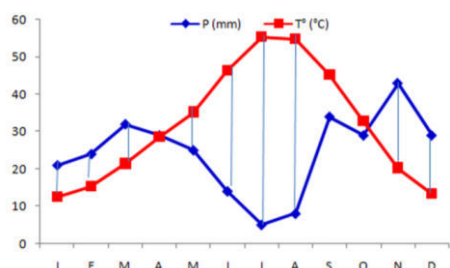


Figure 21. Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) des stations (Mécheria, Naâma & Ain Séfra)

I.5. Conclusion

La région d'étude ne bénéficie pas de conditions climatiques favorables. Elle reçoit annuellement une moyenne inférieure à 250 mm de pluies ce qui explique son appartenance à l'étage bioclimatique aride. Nos données climatiques des stations de la zone d'étude prise des périodes 1913-1938, et 1992-2021 nous permis de voir l'évolution spatiotemporelle sur un gradient nord sud qui dépend des différents phénomènes parfois irréversibles comme l'aridité et la désertification. Cette aridité est plus ou moins nuancée selon l'orographie, l'étagement du relief et la capacité des substrats à retenir les eaux de précipitations. Contrairement au climat rude des hautes plaines, le climat des zones de montagnes est moins aride. Le facteur orographique est à l'origine du relèvement des précipitations dans cette zone. Le climat de la région d'étude est caractérisé par un été long et sec et par un hiver rigoureux. La faiblesse des précipitations et l'action des vents secs activent efficacement à l'évaporation (dessèchement des sols) et à l'aridité du sol.

D'une manière générale, l'année climatique de la wilaya est subdivisée en deux grandes saisons, une saison froide et relativement humide qui s'étend de Novembre à Avril et une saison chaude et sèche allant de Mai à Octobre. Cependant ce climat est marqué par une irrégularité, celle-ci est sensible non seulement d'une année à une autre mais, aussi dans la répartition entre les différents mois. Les températures extrêmes peuvent être à l'origine de dégradation du couvert végétal et la sécheresse. La période de basses températures, allant de Novembre à Février, sont à l'origine de l'intensité de gelées hivernales qui peuvent se traduire par des dégâts végétatifs tels que les nécroses. La période de hautes températures s'étalent de Juin à Octobre, peuvent provoquer l'échaudage par suite de l'augmentation de transpiration. De plus les amplitudes thermiques favorisent la longue durée du phénomène de thermoclastie, processus favorisant avec d'autres facteurs physico-chimiques l'érosion de la roche mère.

La direction dominante des vents telle que contrastée au niveau des stations de la wilaya est globalement Sud-Ouest/Nord-Est correspondant en fait à l'orientation générale du relief. Avec une orientation SW-NE, l'atlas saharien constitue une barrière aux mouvements convectifs inhérents aux contraintes thermiques entre les massifs montagneux et les hautes plaines. Au niveau de l'atlas saharien, le front saharien est orienté E-W et présente un maximum de netteté en hiver et en printemps.

Les facteurs climatiques (pluie, température, vent sirocco, gelées ...) et bioclimatiques (étages aride, semi-aride ...) conditionnent toute l'activité humaine, en particulier les activités de productions animales et végétales. Ainsi, une sécheresse cycliquement répétée peut entraîner des pertes considérables dans le processus de production agricole qui dépend, en dernière analyse, dans les régions steppiques de la disponibilité en eau souterraine ou superficielle.

Chapitre II :

Étude floristique

Introduction

L'étude porte sur les aspects éco-floristiques des zones humides dans la région de Nâama (ouest algérien). Elle a pour objectif d'illustrer l'état actuel et de décrire le cortège floristique caractéristique se basant sur la biosystématique, l'appartenance biogéographique et biologique des espèces, le nombre des espèces, la valeur de la flore, l'abondance- dominance des espèces, la richesse floristique avec les moyens de la géostatistique.

La végétation joue un rôle très indispensable pour la faune sauvage et plus particulièrement pour l'avifaune aquatique (sédentaire ou migratrice). Elle offre des habitats particuliers et fournit de la nourriture (ressources alimentaires comme bourgeons, les pousses, feuilles, fleurs, fruits et les graines), de l'abri, un refuge et lieu de repos. Elle peut être aussi un support de nidification et elle constitue une source pour l'édification des nids à partir des matériaux naturels (brindille, herbe, tiges, feuilles).



Figure 22. Exploitation de la végétation par l'avifaune (a- Nid sur *Tamarix gallica*, b-Nid avec des oisillons sur une touffe de *Hammada scoparia*)

Les zones humides possèdent une végétation indicatrice et caractéristique des milieux humides, composée majoritairement de plantes hygrophiles et hydro-halophytes (affectionnant les sols riches en eau). Les plus communes de ces espèces sont le roseau *Phragmites australis*, le jonc (*Juncus maritimus*), le tamarix (*Tamarix gallica*) et des herbacées hygrophiles. Ces plantes se développent sur des sols humides de manière temporaire ou permanente et affectionnent les abords du plan d'eau (lacs, mares, étangs, oued). Elles sont adaptées aux variations souvent brutales et extrêmes des niveaux d'eau et sont ainsi caractéristiques des zones humides.

La majorité des espèces inventoriées dans les 3 stations d'étude sont, soit des halophytes, notamment *Arthrocnemum glaucum*, *Halocnemum strobilaceum* et *Salicornia fruticosa*, soit des plantes hydrophytes représentées notamment par *Phragmites australis*, *Juncus maritimus* et *Tamarix gallica*.

Parmi ces formations végétales qui prédominent dans les aires des zones humides nous pouvons citer celles dans le tableau qui suit.

Tableau 30. Formations végétales dans les trois zones humides

Formations végétales	Oasis de Moghrar et de Tiout	Cirque d'Ain Ouarka	d'Oglat ed-daira
- La végétation autour du plan d'eau est représentée par des Groupement hygrophiles :			
• Groupement de tamaricacés à Tamarix		X	X
• Groupement à Rosière (<i>Phragmites australis</i>)		X	X
• Groupement à Jonc (<i>Juncus maritimus</i>)			
- Système oasien (palmeraies)			
- Groupement à Nerieu	X		
- Groupement préféretier à <i>Pistacia atlantica</i>	X		
- Groupement à R'tem	X		
Groupements steppiques à :	X	X	
• Sparte (<i>Lygeum spartum</i>)			
• Drinn (<i>Stipagrostis pungens</i>)			X
• Remth (<i>Hammada scoparia</i>)			X
• Baguel (<i>Hammada schmittiana</i>)	X	X	
• <i>Saccocalyx satureioides</i>	X	X	
• <i>Salsola vermiculata</i>			X
			X

Dans la zone d'étude, les principaux groupements végétaux sont :

- Groupement à roseau (*Phragmites australis*) : est présent avec une large distribution avec de fortes densités aux bordures immédiates des plans d'eau.
- Groupement à (*Juncus maritimus*, *Tamarix gallica* et *Salicornia fruticosa*) occupent les sols qui se trouvent partiellement ou complètement inondés dans la saison hivernale.
- Groupement à *Hammada scoparia* avec un cortège floristique très diversifié
- Groupement psammophytique à *Stipagrostis pungens*, *Thymelaea microphylla*, *Salsola vermiculata*...
- Groupement psammophytique à *Hammada schmittiana*, cette formation est bien prépondérante au niveau des bas versants du piémont de l'atlas saharien surtout au niveau de Moghrar, Tiout et Ouarka.
- Groupement steppique à *Lygeum spartum*, *Noaea mucronata*, *Marrubium desertii*, *Atractylis serratuloides*, *Atractylis carduus*, *Salsola vermiculata* *Pegannum harmala*. Ce faciès se trouve particulièrement dans les dayas de la station d'Oglat Eddaira. Elle colonise les substrats à croûtes et encroûtements gypso-calcaires.



Figure 23. Groupements végétaux dans la zone humide « Oglat Ed-daira » (a- Groupements à *Tamarix gallica* ; b- Groupements à *Juncus maritimus*)



Figure 24. Groupements végétaux dans la zone humide « Cirque d'Ain Ouarka » (a- Groupements à *Tamarix gallica* ; b- Groupements à *Juncus maritimus*)

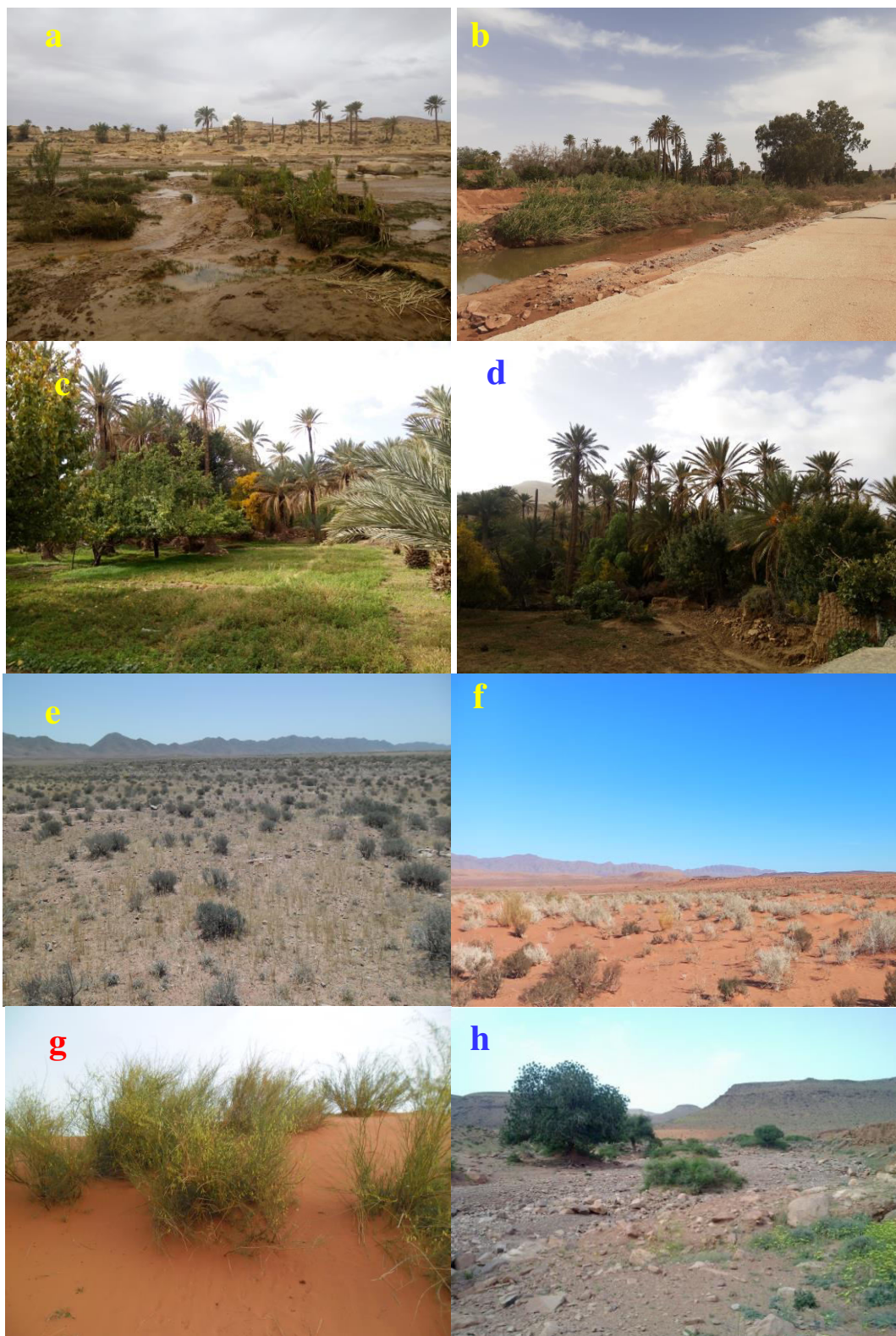


Figure 25. Groupements végétaux dans la zone humide « Oasis de Moghrar & Tiout »
 (a- Groupement à *Nerium oleander* ; b- Palmeraie de Moghrar ; c- Palmeraie de Tiout ;
 d) Groupement steppique à *Hammada scoparia* ; e-Groupement steppique à *Hammada schmittiana* ; f- *Ephedra alata* ; g- Groupement à *Pistacia atlantica*)

II.1. Analyse quantitative de la végétation (recouvrement et Richesse floristique)

Le tableau 31 représente la variation du taux de recouvrement et la richesse floristique dans les stations d'étude.

Tableau 31. Recouvrement **Moyen** et la Richesse floristique dans les stations d'étude

	Station 1	Station 2	Station 3
Zone humide	Oasis de Moghrar et de Tiout	Cirque d'Ain Ouarka	d'Oglat ed-daira
Type	Oasis	Lac	Lac
Biogéographie	Atlas saharien	Atlas saharien	Plaines steppiques
Recouvrement (%)	20-40 %	25-40%	20-60%
Moyenne (%)	20-50%		
Richesse floristique	172 espèces	113 espèces	101 espèces
Zone d'étude	210 espèces		

Dans la zone d'étude, la végétation est caractérisée par une richesse et diversité floristique très importante. Elle renferme plus de 210 espèces végétales arborées, arbustives et herbacées.

Le recouvrement global de la végétation y est en générale avoisinant à 50% dans l'ensemble des stations d'étude. Le recouvrement moyen de la végétation diffère d'une station à une autre, cette différence peut être expliquée par la diversité des biotopes (Atlas saharien, steppe, oued, dayas), et leurs facteurs écologiques (pluviométrie, altitude, orographie, biophysique...). Donc, le taux de recouvrement est élevé grâce à la grande potentialité de rétention de l'eau dans les dépressions, les oueds d'écoulements d'eau et la nature du sol.

Par exemple certaines espèces comme (*Rhus tripartita*, *Olea europaea*, *Retama retam*, *Vitex agnus-castus*) ont certainement été disséminées par les écoulements d'eau dans lesquels les graines ont déplacée depuis les oueds principales montagneux jusqu'au les zones d'épandage (dépression et dayas).

Ces stations sont généralement humides et submergé en eau en saison hivernale. Cette humidité permet de donner la possibilité de la végétation de se conservée pendant les saisons sèches. La végétation est dépendante du facteur hydrique et de la capacité de rétention de l'humidité qu'offre le sol. C'est donc cette forte disponibilité en eau pour les plantes qui explique la richesse spécifique.

Selon Quézel (1995), il ya une migration floristique dans la zone d'étude a été soumise à une migration floristique pouvant due à deux causes majeures : les changements climatiques qui se révèlent un processus majeur de migration des flores ainsi que la dissémination de ces derniers par le transport à longue distance par le vent, par les oiseaux et par les animaux au cours de leur déplacement.



Figure 26. Etat de recouvrement de la végétation dans la zone humide d'Oglat Ed-daira

Une richesse floristique remarquable avec 210 espèces recensée dans les zones humides. L'analyse de la richesse floristique rapportée sur le tableau 27, nous a permis de constater que la zone humide des oasis est plus riches avec 172 espèces dans les oasis de Moghrar et Tiout suivi par la zone humide de cirque (113 espèces) et enfin la zone humide d'onglat avec 101 espèces. Kadi-Hanifi (2003), rapporte que la richesse et la pauvreté floristique sont dues à des causes historiques ;

La zone d'étude comporte différents biotopes dans l'atlas saharien et les plaines steppiques. Cette diversité des biotopes (dépressions, lits d'oued, escarpements rocheux, affleurement rocheux, sommets de Djebels, versants, falaises, oueds encaissés, dayas, vallées, ravins, ravinnelles, talwegs, les plateaux érodés...) est occupée par une diversité floristique.

Nous avons observé la présence des espèces hygrophiles, pastorales et psammophiles, cette abondance permet d'enrichir la liste du cortège floristique des zones humides. Parmi les espèces hygrophiles les plus fréquentes dans les eaux des oueds permanents ou mares permanentes ou temporaires, on remarque *Juncus maritimus*, *Phragmites australis* et *Tamarix gallica*. Signalons aussi l'abondance des espèces psammophiles (*Retama retam*, *Hammada schmittiana*, *Aristida pungens*, *Ephedra alata*, *Genista Sahara*, *Moltkia ciliata*) par ailleurs l'existence d'accumulations dunaires.

La pluviosité est un facteur discriminant très notable, il paraît à lui seul capable de fournir une explication suffisante au changement d'effectifs dans les différents biotopes. Après une ou plusieurs pluies (automnale et hivernale) entraînant une humidité adéquate de l'environnement, certaines diaspores germent, la plante fleurit et fructifie, certaines espèces bouclent une phase active à leur cycle en quelques semaines (éphémérophytes) (Kaabeche, 2003 ; Guehiliz, 2016).

Donc, la richesse des végétaux s'accorde localement avec la répartition et la disponibilité hydrique. On note aussi que les dayas (pourcentage appréciable d'humidité, capacité de stockage hydrique), par conséquent une germination accrue des différentes graines des espèces végétales. Ozenda (1982), a stipulé que le nombre d'espèces végétales dans une station, demeurent influencé par le facteur hydrique. La répartition des espèces est essentiellement sous la dépendance de la disponibilité en eau et de caractères physiques du sol ainsi que la topographie.

Au niveau des milieux arides, l'eau est un facteur limitant majeur, de sorte que la densité et diversité de la végétation augmentent toujours avec la disponibilité hydrique. Outre la quantité de pluie reçue en un point donnée de la surface du sol, cette disponibilité intègre la circulation de l'eau, autant en surface que dans le sol, et la durée pendant laquelle elle est accessible au végétaux. Partout où l'eau circule en surface, la végétation est plus dense (Birnbaum, 2012).

De point de vue richesse floristique, on a enregistré plus de 100 espèces dans les différentes stations d'étude. D'après Daget et Poissonet (1991), la station est riche en espèces, parce que le nombre d'espèces inventorié durant notre investigation est supérieur à 40 espèces. D'après Aidoud (1989), la richesse floristique en zone aride dépend essentiellement des espèces annuelles, des conditions du milieu et de la corrélation de l'ensemble des caractères (climat, édaphisme et exploitation). Lemée (1953), lie la richesse floristique des biotopes aux déterminismes édaphiques (texture et nature chimique du sol) et anthropozoïque qui provoque l'enrichissement des sols en matières azotées à travers le surpâturage.

Une zone humide selon leur dénomination, est un milieu humide, où l'eau est principal facteur d'influence sur le biotope et de sa biocénose (flore et faune). Ce facteur d'humidité où l'eau c'est l'une des paramètres pour les caractériser et de classer. Comme son nom l'indique, un des facteurs déterminants dans la définition d'une zone humide est la présence d'eau.



Figure 27. Plan d'eau dans les stations d'étude (a-Moghrat & Tiout ; b- Ouarka ; c- Oglat Ed-daira)

II.2. Analyse qualitative de la composition floristique

Un cortège floristique de 210 taxons botanique a été identifié au niveau de notre région d'étude. Nous avons aussi constaté une composition biologique plus ou moins diversifié au sein des zones humides.

II.2.1- Caractérisation biologique

Les types biologiques globaux sont répartis d'une façon différente en fonction de leurs biotopes et leurs caractéristiques écologiques (climat, type de sol, topographie, ..). Pour notre cas, nous avons représenté le pourcentage de chaque type biologique en fonction de nos observations sur le terrain. Les pourcentages sont calculés par rapport au nombre total du cortège floristique dans les zones humides.

Le tableau ci-dessous présente la composition floristique selon le nombre de présence et le pourcentage de chaque type biologique par rapport au nombre total des espèces recensées.

Tableau 32. Spectre biologique brut des stations d'étude

Station	Oasis de Moghrar et de Tiout		Cirque d'Ain Ouarka		d'Oglat ed-daira		Zone étude	
Fréquence	Absolue	Relative (%)	Absolue	Relative (%)	Absolue	Relative (%)	Absolue	Relative (%)
Thérophytes	101	58,72	68	60,18	55	54,46	125	59,52
Chaméphytes	26	15,12	17	15,04	11	10,89	30	14,29
Hémicryptophytes	16	9,30	12	10,62	19	18,81	20	9,52
Géophytes	18	10,47	11	9,73	11	10,89	22	10,48
Phanérophytes	11	6,40	5	4,42	5	4,95	13	6,19
Total	172	100%	113	100%	101	100%	210	100%
Type biologique								

Le spectre biologique est considéré par les phytogéographes comme une stratégie d'adaptation de la flore aux conditions de milieux défavorables et plus particulièrement aux conditions climatiques (Daget, 1980).

Selon la distribution de chaque type biologique, la figure (Fig.43) montre la variation saisonnière des espèces végétales dans les différentes stations d'étude.

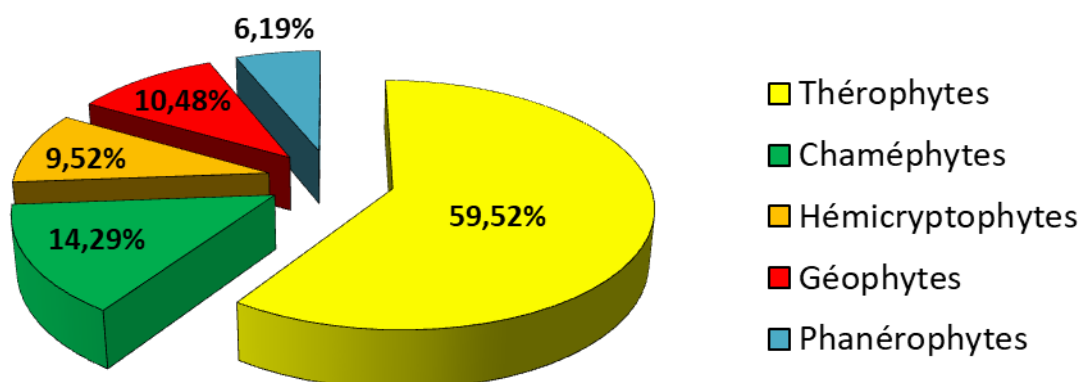


Figure 28. Répartition des espèces par types biologiques dans la région d'étude.

Le spectre biologique dans la zone d'étude est de type : **Th>Ch>He> Ge> Ph** ; il est dominé par 125 espèces thérophytiques soit 59,52%, 30 espèces chaméphytiques (14,29%), 20 espèces Hémicryptophytiques (16,67%), 22 espèces pour les géophytes et 13 espèces des phanérophytes (6%). Selon **Oliver et al., (1995)**, une attention particulière est généralement accordée à la répartition des Thérophytes dont la proportion en région méditerranéenne est de l'ordre de 50%.

De manière générale, on remarque que la zone d'étude présente un cortège floristique marqué par une hétérogénéité entre les ligneux et les herbacées et entre les vivaces et les annuelles, cette disparité paysagère peut être liée aux conditions orographiques, édaphiques et hydrologiques du milieu.

Nos résultats concordent avec ceux de plusieurs auteurs notamment **Bouzenoune (1984)**, **Dahmani (1996)**, **Benaradj (2010)**, **Bouallala (2013)**, qui indiquent que la répartition des types biologiques est dominé par des thérophytes. Cette dominance des thérophytes est strictement liée aux pluies saisonnières (**Belhacini, 2011**). Le pourcentage des phanérophytes, des hémicryptophytes et des géophytes diminue avec l'aridité et l'ouverture du milieu, tandis que ceux des thérophytes et des chamaephytes augmentent (**Kadi-Hanifi, 2003**). Il apparaît que la présence des thérophytes est en général liée à l'humidité (eau et précipitations). Plusieurs auteurs soulignent que les thérophytes sont le type biologique qui dépend directement des précipitations (**Quézel, 1965 ; Barkoudah et Van Der Sar, 1982 ; Carriere, 1989 ; Grouzis, 1992 ; Monod, 1992**). La forte présence des espèces herbacées est liée à l'évolution de l'hydromorphie ou l'humidité du sol. Les espèces inventoriées dans ce milieu sont pour beaucoup d'entre elles, communes à *Erodium triangulare*, *Malva parviflora*, *Medicago laciniata*, *Launaea nudicaulis*, *Koelpinia linearis*, *Muricaria prostrata*, *Melilotus sulcata* (**Quézel, 1965**). Du fait de leur cycle annuel court, la majorité des thérophytes sont des espèces secondaires à très fort pouvoir colonisateur que l'on retrouve dans tout le domaine steppique et saharien comme adventive, rudérale ou messicoles (groupe anthropique). Ce sont les espèces accessoires (**Perrier de la Bathie, 1921 ; Morat, 1973**). **Floret et Pontanier (1982)** signalent que plus un système est influencé par l'homme (surpâturage, culture) plus les thérophytes y prennent de l'importance. Pour **Lacoste et Salanon (2001)** pour les zones arides et semi-arides méditerranéennes, ce sont les Thérophytes qui dominent. Le taux de Thérophytes est liée, quelle que soit l'échelle de l'analyse et le niveau de perception adopté, à l'ouverture de la végétation et l'humidité globale du milieu (**Daget, 1980**). Plusieurs auteurs soulignent que les thérophytes sont le type biologique qui dépend directement des précipitations (**Quézel, 1965 ; Carriere, 1989 ; Grouzis, 1992 ; Monod, 1992 ; Bouallala, 2013 ; Boucherit, 2018**).

D'autres auteurs lient leur présence à l'état de la surface du sol (Nègre, 1966 ; Kadi-Hanifi, 2003). Emberger (1939) affirme que le taux des thérophytes croît avec l'aridité du milieu ou à l'accentuation de l'aridité du climat (rudes du climat), pour Daget (1980), Barbéro et al., 1990 et Aidoud (1989) : la thérophytisation est une caractéristique des zones arides et exprime une stratégie d'adaptation vis-à-vis des conditions défavorables et d'une résistance aux rigueurs climatiques. Selon Barbéro et al. (1990), présentent la thérophytie comme étant une forme de résistance à la sécheresse ainsi qu'aux fortes températures des milieux arides. L'origine de l'extension des thérophytes est due en grande partie : Soit à l'adaptation, à la contrainte du froid hivernal où à la sécheresse estivales (Raunkiaer, 1934 ; Ozenda, 1963). Selon Nègre (1966) et Daget (1980), la thérophytie est une stratégie d'adaptation vis-à-vis des conditions défavorables et une forme de résistance aux rigueurs climatiques. Elle présente une caractéristique des zones arides qui permet aux plantes de passer la période critique de la végétation sous forme de graine. Cette forme semble être la plus adaptée à l'aridité pour leurs survies (Kaabeche, 1990).

Les chaméphytes occupent généralement la deuxième position dans les spectres biologiques bruts et sont généralement les plus adaptés aux conditions des milieux arides, puisque leur présence durant toute l'année est assurée par leurs aptitudes physiologiques et leurs adaptations anatomique et morphologique (Monod, 1992). Les Chaméphytes sont constituées principalement de plantes basses, ligneuses à leur base, appelées chaméphytes suffrutescentes et ont une bonne adaptation à la sécheresse. Dans la région d'étude, nous avons observés la présence des formations chaméphytiques ; qui sont dominées par des arbrisseaux dont la taille ne dépasse guère 50 cm. Parmi ces arbrisseaux pouvant jouer un rôle physiologique considérable, il faut citer : *Anabasis aretioides*, *Hammada schmittiana*, *Helianthemum lippii*, *Hammada scoparia*, *Artemisia herba-alba*, *Salsola vermiculata*, *Thymelaea microphylla*, *Gymnocarpos decander*... D'après Raunkiaer (1934) ; Floret et al. (1990), les chamaephytes sont les mieux adaptés aux basses températures et à l'aridité. Ce sont des espèces qui sont indicatrices de climat moins aride (Le Houérou, 1969 ; Aidoud-Lounis, 1984 ; Aidoud, 1989) et leur absence témoigne de l'anthropisation du milieu. Ces derniers peuvent développer des formes d'adaptation à la sécheresse (réduction de la surface foliaire) ainsi que par le développement du système racinaire avec la prolifération des espèces épineuses telles *Astragalus armatus*, *Atractylis serratuloides* caractéristique des zones steppiques. Le pâturage favorise aussi de manière globale le développement des chamæphytes repoussées par les troupeaux (Kadi-Hanifi-Achour, 1998).

Il semble très lié à la dégradation d'origine anthropique du milieu avec la prolifération des espèces psammophytes toxiques ou épineuses comme *Genista sahara*, *Thymelaea microphylla*, *Hammada scoparia*, *Anvillea radiata*, *Retama retam*, *Atractylis serratuloides*, *Pegannum harmala* et *Gymnocarpus decander*. Cette chamæphytisation a pour origine le phénomène d'aridisation (**Raunkiaer, 1934 ; Orshan et al., 1984 et Floret et al., 1990**). Les chamaephytes s'adaptent mieux à la sécheresse estivale et aux forts éclaircissements lumineux (**Babali, 2014**). **Benabadji et Bouazza (2002)** ont noté que les Chamaephytes sont mieux adaptées à la sécheresse que les Phanérophytes ; elles sont plus xérophiles, et généralement elles produisent beaucoup de graines.

Les hémicryptophytes viennent au troisième rang de représentativité, leurs proportions varient 18% de la flore dans l'ensemble des stations (25 espèces sur 210 espèces). La relative abondance spécifique des hémicryptophytes s'explique par le fait que les espèces appartenant à ce type supportent la destruction annuelle totale de leurs parties aériennes et que leurs bourgeons de conservations situées au ras du sol ne sont jamais exposés à de fortes élévations de température (**Pitot et Masson, 1951**). **Barbéro et Quézel (1989)**, expliquent l'abondance des hémicryptophytes au Maghreb, par une plus grande richesse en matière organique et à l'humidité du sol. Ces auteurs ont signalés qu'au Maroc les taux de thérophytes augmentaient avec l'aridité et la chaleur de ces climats, tandis que ceux des hémicryptophytes diminuaient. En effet, en année favorable, dès les premières chaleurs de printemps, on assiste dans les milieux relativement dégradés, à une prolifération d'hémicryptophytes à rosettes (*Atractylis humilis*, *Scorzonera undulata*, *Pallenis spinosa*, *Plantago albicans*, etc.) dont le recouvrement n'est pas négligeable (**Kadi-Hanifi, 2003**). Cette dominance des hémicryptophytes, pourrait s'expliquer par la pluviosité et le froid qui règne surtout en hiver (**Floret et al, 1990**).

Les géophytes occupent le quatrième rang avec une représentativité de 4,41% à 5,91% de l'ensemble des stations. Les géophytes sont particulièrement moins représentés par rapport aux autres types biologiques dans la liste floristique globale inventoriée. Elles sont considérées comme des plantes vivaces arido-passives pour résister à la sécheresse en limitant leur croissance. Ces espèces tiennent une place importante dans la flore où ils prennent une forme rhizomateuse, en particulier chez les Juncaceae (*Juncus maritimus*) qui exige une humidité relativement importante), les Asparagaceae (*Asparagus altissimus*) qui sont toutes des héliophytes.

Les géophytes bulbeux ne sont représentés que par *Pancratium saharae*, *Allium roseum*, *Allium cupani*, trois Amaryllidaceae inventoriées sur les bas plateaux rocheux et qui se comporte comme thérophytes, éphéméphytes, dont la vie ralentie au niveau du bulbe s'exprime brutalement dès les premières pluies (**Poilecot, 1996**). *Cynodon dactylon* et *Asparagus altissimus* appartiennent aux géophytes rhizomateux, qui ont également un fort pouvoir colonisateur : à ce groupe pourraient être rattachés *Juncus maritimus* qui sont des héliophytes à rhizome profonds et puissants.

Ces géophytes sont représentés par diverse espèces des genres *Dipcadi*, *Muscari*, *Allium*, *Pancratium*, *Asphodelus*, *Gynandris* et *Urginea*. Ces plantes commencent leur croissance quelques semaines avant que les premières pluies n'apparaissent et annoncent ainsi la fin d'été. **Dahmani (1996)**, a signalé que les géophytes sont certes moins diversifiées en milieu dégradé mais elles peuvent dans certains cas avoir une tendance monospécifique (*Colchicum wyssianum*, *Cynodon dactylon*, *Gynandris sisyrinchium*, *Gymnarrhena micrantha*), s'imposer par leur recouvrement. **Kadi-Hanifi (2003)** a montré que la diminution du taux de ces géophytes est néanmoins perceptible en allant vers les milieux les plus anthropisés. Dans la région méditerranéenne, les géophytes ont une capacité à se répandre et à dominer tous les domaines dégradés par le surpâturage et le feu. Il reflète sa capacité à faire face non seulement aux particularités du climat méditerranéen, mais aussi de résister à ces perturbations les plus courantes dans son habitat (**Pantis et Margaris, 1988**), en synchronisant l'évolution annuelle de son cycle biologique par le maintien de la turgescence cellulaire racinaire est cela pour la survie en période de sécheresse.

Les phanérophytes occupent la cinquième position et sont faiblement représentés dans la zone d'étude avec 13 espèces (5,56%). Malgré leurs faibles diversités spécifiques, les phanérophytes dominent parfois par leur recouvrement et jouent de ce fait un rôle déterminant dans la mise en place d'un cortège floristique spécifique (**Le Compte Barbet, 1975**). Ce qui traduit le degré de l'ouverture du milieu d'une part et la dégradation des formations pré forestières d'autre part. Pour la rareté des Phanérophytes, **Ozenda (1964)** signale que la strate arborée de la zone aride est très disséminée et dispersée dans l'espace. Si la flore ligneuse compte peu d'espèces, elle se révèle intéressante par sa richesse en éléments endémique et saharien, ces différentes espèces bénéficient de conditions édaphiques favorables qui leur permettent de se maintenir dans une région caractérisée par un climat aride.

La majorité des espèces de ce type sont des nanophanérophytes ou des pseudo-steppes arbustives de 2 à 4 m de long, dont *Olea europea*, *Nerium oleander*, *Genista saharae*, *Retama raetam*, *Retama sphaerocarpa*, *Rhus tripartita*, *Tamarix gallica*, *Ziziphus lotus*. Ces types de steppes occupent généralement des sites à bilan hydrique relativement favorable: terrasses du réseau hydrographique, dayas, falaises, substrats sableux profonds en position topographique. Ils constituent souvent des milieux relativement favorables.



Figure 29. Exemples des espèces phanérophytes (a-*Tamarix gallica* ; b- *Pistacia atlantica* ; c- *Ceratonia siliqua*)

II.2.2- Caractérisation systématique

La région de Naama est caractérisée par son hétérogénéité des biotopes et des milieux écologiquement différentes. On distingue une partie Nord faisant partie des hautes plaines steppiques (la pluviométrie (250 mm/an), le réseau hydrographiques peu développé, altitude (1100-1200m), la végétation est physionomiquement steppique). Dans la partie Sud (Atlas Saharien), partie moins arrosée avec une pluviométrie de 150mm/an, possédant un réseau hydrographique bien hiérarchisé, la végétation acquiert un caractère saharien permanent dans les vallées, dépressions, les ravines qui sont bien alimenté en eau.

La position géographique de notre région d'étude correspond à une zone de transition entre la région méditerranéenne et le Sahara. Cet état de fait lui confère une diversité et une richesse biologique remarquable.

Notre recherche s'est atelée à l'étude du cortège floristique au sein des groupements à *Pistacia atlantica* en tenant compte de l'appartenance des espèces aux groupes systématiques : genres et familles. Nous avons aussi affinée cette étude par l'appartenance biogéographique des différents taxons qui la composent.

Tableau 33. Liste des familles avec le nombre de genres et espèces dans la zone d'étude.

N°	Familles	Oasis de Moghrar et de Tiout		Cirque d'Ain Ouarka		d'Oglat ed-daira		Zone d'Etude	
		Espèces	Genres	Espèces	Genres	Espèces	Genres	Espèces	Genres
1	Asteraceae	43	33	29	23	24	19	53	40
2	Fabaceae	15	8	8	5	14	8	20	10
3	Brassicaceae	15	13	8	7	8	5	19	14
4	Poaceae	14	9	14	11	14	10	18	11
5	Amaranthaceae	7	4	6	4	5	3	9	6
6	Boraginaceae	4	4	4	2	3	3	6	5
7	Caryophyllaceae	4	4	6	5	5	4	7	5
8	Lamiaceae	5	4	3	2	4	3	6	4
9	Asparagaceae	5	4	1	1	1	1	5	4
10	Papaveraceae	5	4	2	2	-	-	5	4
11	Plumbaginaceae	4	3	1	1	1	1	4	3
12	Plantaginaceae	4	1	2	1	1	1	4	1
13	Resedaceae	4	1	3	1	-	-	4	1
14	Euphorbiaceae	3	3	2	1	1	1	3	1
15	Geraniaceae	3	3	3	1	3	1	3	1
16	Polygonaceae	3	3			-	-	3	3
17	Zygophyllaceae	3	2	2	2	1	1	3	2
18	Anacardiaceae	2	2	1	1	1	1	2	2
19	Amaryllidaceae	1	1	1	1	1	1	2	2
20	Apiaceae	2	2	2	2	1	1	2	2
21	Cistaceae	1	1	2	1	1	1	2	1
22	Convolvulaceae	2	2	1	1	-	-	2	2
23	Iridaceae	1	1	-	-	1	1	2	2
24	Malvaceae	2	1	1	1	2	1	2	1
25	Orobanchaceae	1	1	-	-	1	1	2	1
26	Scrophulariaceae	3	2	-	-	-	-	2	2
27	Xanthorrhoeaceae	2	1	1	1	-	-	2	1
28	Apocynaceae	1	1			-	-	1	1
29	Arecaceae	1	1	1	1	-	-	1	1
30	Capparidaceae	1	1	1	1	1	1	1	1
31	Colchicaceae	1	1			-	-	1	1
32	Cucurbitaceae	1	1	1	1	-	-	1	1
33	Cynomoriaceae	1	1	1	1	-	-	1	1
34	Dipsacaceae	1	1	1	1	1	1	1	1
35	Ephedraceae	1	1	-	-	-	-	1	1
36	Juncaceae	-	-	-	-	1	1	1	1
37	Oleaceae	1	1	-	-	-	-	1	1
38	Onagraceae	1	1	1	1	1	1	1	1
39	Renonculaceae	-	-	1	1	1	1	1	1
40	Rhamnaceae	1	1	1	1	1	1	1	1
41	Rosaceae	1	1	-	-	-	-	1	1
42	Rubiaceae	1	1	1	1	-	-	1	1
43	Tamaricaceae	-	-	-	-	1	1	1	1
44	Thymeleaceae	1	1	1	1	1	1	1	1
	Total	172	131	113	87	101	76	210	148

L'exploitation du tableau **33**, montre une variation de la distribution et la répartition des familles, genres et espèces rencontrées. L'ensemble des stations connaît une différence du point de vue systématique. Après évaluation systématique nous avons pris en considération le nombre d'espèces de chaque famille par ordre décroissant.

De ce fait, l'inventaire floristique réalisé dans la zone d'étude a permis de recenser 210 espèces de spermaphytes appartenant à 145 genres et 4 familles botaniques (**Tab.33**); ce qui représente 5% des familles citées dans la flore d'Algérie de **Quézel et Santa (1963)**. **Quézel (1978-2002)** a pu dénombrer 4 034 espèces et 916 genres pour la région méditerranéenne de l'ensemble des trois pays d'Afrique du nord (Maroc, Algérie, Tunisie). Donc, le cortège floristique cache une phytodiversité hétérogène sur plan quantitatif et qualitatif ; celle-ci est liée à la position géographique, nature édaphique, climatique et l'action anthropique.

Au niveau de 3 zones humides, le cortège représente une richesse et une diversité systématique, générique et spécifique. L'inventaire floristique permet de constater que la 1ère Station des Oasis de Moghrar et de Tiout est la plus diversifiée, elle compte de 172 taxons, répartis en 15 familles et 131 genres. Suivi respectivement par 2ème Station de Cirque d'Ain Ouarka: 113 taxons, répartis en 15 familles et 87 genres et enfin la 3ème station de d'Oglat ed-daira et : 101 taxons, répartis en 15 familles et 76 genres.

L'examen de la liste des différents taxons (**Tab.29**) montre que seules les Asteraceae, Poaceae, Fabaceae et Brassicaceae sont les familles les mieux représentées soit 52,38% de la flore globale. Ces quatre familles les plus importantes représentant par 100 espèces (Asteraceae avec 40 genres et 53 espèces, Fabaceae 10 genres et 20 espèces, Brassicaceae 19 espèces , Poaceae 18 espèces); 6 familles ont entre 5 et 10 espèces (Amaranthaceae 9, Boraginaceae 6 espèces, Caryophyllaceae 7 espèces, Lamiaceae 6 espèces, Asparagaceae 5 espèces et Papaveraceae 5 espèces); 3 familles ont 4 espèces (Plumbaginaceae, Plantaginaceae, Resedaceae); 3 familles trispécifiques ont 3 espèces (Euphorbiaceae, Geraniaceae, Polygonaceae et Zygophyllaceae). 10 familles sont bispécifiques (Anacardiaceae, Amaryllidaceae, Apiaceae, Cistaceae, Convolvulaceae, Iridaceae, Malvaceae, Orobanchaceae, Scrophulariaceae et Xanthorrhoeaceae). Enfin 18 familles restante sont monospécifique (une seule espèce chacune): Apocynaceae, Arecaceae, Capparidaceae (*Cleome arabica*), Colchicaceae, Cucurbitaceae (*Colocynthis vulgaris*), Cynomoriaceae, Dipsacaceae (*Scabiosa stellata*), Ephedraceae, Juncaceae, Oleaceae (*Olea europaea*), Onagraceae, Renonculaceae (*Adonis dentata*), Rhamnaceae, Rosaceae (*Neuroda procumbens*), Rubiaceae (*Crucianella hirta*), Tamaricaceae et Thymeleaceae (*Thymelaea microphylla*).

Ces familles mono-spécifiques ou monogénériques représentent 1% de la flore globale. La biodiversité se présente comme une extension de la diversité spécifique (**Lepart, 1997**).

Les 4 familles les mieux représentées sur les plans génériques et spécifiques sont Poaceae, Asteraceae, Brassicaceae et Fabaceae sont partout dominantes ; ces familles représentent à elles seules plus de 48% de la flore étudiée. Ces familles occupent d'ailleurs les trois premiers rangs si on considère la flore algérienne dans son ensemble. Ce sont globalement les mêmes qui ressortent de l'étude de la flore du Sud-Oranais (**Bouzenoune, 1984 ; Bouallala, 2006 ; Benaradj, 2009**) et du Tell oranais (**Aime, 1991 ; Babali, 2014 ; Amara, 2014**).

La diversité floristique est relativement importante dans la zone d'étude sur les trois plans systématique, générique et spécifique et peut s'expliquer par la présence des cours d'eaux à travers la nature du réseau hydrographique existant et en fonction des habitats et la physionomie de la végétation. Ce dernier agit fortement sur la répartition des végétaux qui s'exprime par la colonisation des plusieurs espèces ripicoles (*Nerium oleander*, *Tamarix gallica*, *Cynodon dactylon*) selon le taux d'humidité (inondé, temporaire, stagnante, submergé, salinité) où elle est répartie dans les lits des oueds, ravin, dayas (Figure 30).



Figure 30. Exemples des espèces végétales dans les endroits très humides (a-Oglat Ed-daira ; b-Oasis de Tiout)

Il ressort de ces analyses systématiques une diversité en familles et en genres plus nuancée dans les différentes stations d'étude. En effet, **Boudet, (1978)** rapporte que les facteurs édaphiques interviennent sur le développement de la végétation, car ils caractérisent les substrats sur lesquels se rencontrent les divers pâturages.

Cet inventaire qui permet de mettre en relation la richesse floristique du cortège au sein des zones humides cache une grande hétérogénéité ; celle-ci est liée à la disponibilité hydrique (humidité et eau), diversité des climats (steppique et saharien), à la topographie, à la nature et à la profondeur des sols, et aux divers degrés de la pression humaine. Cet inventaire montre aussi une plus grande représentativité des familles et un nombre plus important d'espèces du fait que l'étude a été réalisée dans zones potentiellement humides.

D'après **Matthews (1993)**, les milieux humides sont extrêmement divers mais la convention de RAMSAR définit celles-ci comme «des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eau marine dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres». 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.

Les Asteraceae, les Poaceae et les Fabaceae sont trois familles communes aux différentes stations d'étude avec une nette prédominance dans les listes floristiques. Ces trois familles représentent 35 à 40% de la flore dans chaque secteur saharien (**Ozenda, 1977**). D'après **Le Houérou, 1969 ; Aidoud-Lounis, 1984; Aidoud, 1989** ; les espèces appartiennent aux Asteraceae, les Fabaceae et les Caryophyllaceae, sont des familles d'affinité méditerranéenne, varient suivant la latitude : elles diminuent du nord au Sud. Ce sont des espèces qui sont indicatrices de climat moins aride. La place prépondérante occupée par ces familles est justifiée, puisque ce sont des familles reconnues par leur résistance à la rigueur des conditions climatiques (**Belhacini, 2011**). Les mêmes constatations ont été signalés par **Le Houérou, 1995**, ces trois familles Asteraceae, des Poaceae et des Lamiaceae sont parmi les plus riches en genres et en espèces dans la composition de la flore et sont bien représentées en régions méditerranéennes. Ces familles des Asteraceae, Poaceae, présentent un plus grand pouvoir d'adaptation aux changements des conditions écologiques et aux pressions anthropiques (surpâturage) dans ces milieux (**OSS, 2012**). Une famille est restée plus ou moins stable, celle des Asteraceae.

II.2.3- Caractérisation biogéographique

La géobotanique a pour objet l'étude de la répartition des végétaux dans le monde. Elle est définie comme étant l'étude et la compréhension de la répartition des organismes vivants à la lumière des facteurs et processus présents et passés (**Hengeveld, 1990**). L'appartenance des taxons aux éléments biogéographiques permet de mieux appréhender leur distribution et d'apprécier la diversité chorologique de notre région d'étude.

Du point de vue biogéographique, la zone d'étude fait partie de l'empire holarctique, à la région méditerranéenne et de l'Atlas Saharien (Barry *et al.*, 1973 ; Quézel, 1978). La flore de notre région comprend plusieurs groupes phytochorologiques. La zone d'étude se compose de 2 grandes ensembles biophysiques : zone des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien. Ce qui permet la diversité des biotopes, ces milieux arides et sahariens recouvrent les territoires domaine maghrébin-steppique et domaine Méditerranéen-saharien.

L'analyse biogéographique de la flore au sein des groupements à *Pistacia atlantica* permet de constater une diversité en éléments chorologiques dans les zones humides de Naama (Tab.31), leur répartition est différente d'une station à l'autre.

Tableau 34. Proportion des types phytogéographiques de la flore de la zone d'étude

Eléments biogéographiques	Oasis de Moghrar et de Tiout		Cirque d'Ain Ouarka		d'Oglat ed-daira		Zone Etude	
	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%	Nombre	%
Méditerranéens	47	27,33	33	29,20	28	27,72	55	26,19
Sahariens	46	26,74	27	23,89	18	17,82	53	25,24
Endémiques	36	20,93	23	20,35	17	16,83	42	20,00
Plurirégionaux	16	9,30	12	10,62	14	13,86	21	10,00
Ibéro-Mauritaniens	7	4,07	5	4,42	5	4,95	8	3,81
Méd.-Iran-Tour	6	3,49	3	2,65	7	6,93	8	3,81
Cosmopolites	2	1,16	1	0,88	4	3,96	6	2,86
Tropicales	7	4,07	4	3,54	6	5,94	9	4,29
Euro.-Méd.	2	1,16	1	0,88	1	0,99	4	1,90
Euras. N.A. Trip.	-	-	2	1,77	-	-	2	0,95
Macar-Méd.	2	1,16	2	1,77	1	0,99	2	0,95
Total	172	100	113	100	101	100	210	100

Au niveau de la région d'étude qui se localise dans la partie occidentale de l'Atlas Saharien et les plaines steppiques, on constate que la majeure partie des espèces appartiennent aux éléments Méditerranéens (26,19% avec 55 espèces) et sahariens avec 53 espèces soit 25,24%.

La distribution des espèces ; met en évidence les divers éléments phytochoriques et confirme l'affinité méditerranéenne et saharienne de la flore de la région d'étude. D'après Bouzenoune (1997), la végétation de l'Afrique du Nord est nettement méditerranéenne ainsi que dans le Sud-oranais. Si la composition floristique est très diversifiée, l'élément phytochorique est représentatif d'une grande affinité méditerranéenne de la flore.

L'élément Sindien étant dominant pour l'ensemble d'étude qui caractérise les conditions les plus arides. Cette présence est due à l'influence de la proximité du domaine saharien. L'infiltration des espèces d'affinité saharienne s'explique par la proximité relative de la région d'étude par rapport à la bordure saharienne comme le soulignent la plupart des biogéographes (Capot-Rey, 1953 ; Barry et Celles, 1972-1973 ; Quézel, 1965).

Les espèces d'affinités sahariennes généralement à large répartition géographique, interviennent pour 8% (21 espèces), ce qui pourrait traduire une aridification du climat. L'aridité du milieu, compensée par les réserves en eau du sol, permet aux espèces sahariennes (xérophytes) de se maintenir et de dominer dans les stations. Elles s'affirment chez les ligneux avec des espèces qui caractérisent également les oueds montagneux (*Rhus tripartita*, *Ephedra alata*, *Hammada schmittiana*).

La présence remarquable de l'élément Saharien montre une forte influence saharienne, perceptible uniquement au niveau des groupements de la frange sud de l'Atlas Saharien, seules les espèces les plus résistantes à la xéricité de l'environnement se sont maintenues. Il est composé de psammophiles particulièrement résistantes aux conditions arides tant chez les pérennes (*Hammada schmittiana*) que chez les annuelles (*Bassia muricata*, *Erodium guttatum*). D'après **Quézel (1965)**, le secteur de l'Atlas Saharien ayant de nombreux taxons vivaces psammophiles à affinité saharienne

L'élément Endémique (42 espèces d'affinité endémique soit 20% de la flore). La zone d'étude ayant un taux d'endémisme très élevés ce qui explique que la région est plus ou moins protégée, cette protection est due par le fait de sa localisation entre l'atlas saharien et l'atlas tellien. L'endémisme est mieux dominé par les espèces telles que *Saccocalyx satureioides*, *Scorzonera undulata*, *Centaurea pungens*, *Herniaria mauritanica*, *Daucus biserianus*, *Asparagus altissimus*, *Anthemis stiparum*, *Rhantherium suaveolens*, *Convolvulus supinus*, *Megastoma pusillum*, *Thymelaea microphylla*, *Pistacia atlantica*, *Anacyclus cyrtolepidioides*, *Muricaria prostrata*, *Telephium sphaerospermum*, *Urginea noctiflora*, *Echium trygorrhizum*, *Euphorbia calyptrata*, *Euphorbia Guyoniana*, *Ferula cossoniana*. Ce qui montre leur importance pour classer dans la liste de ramsar. Ainsi ces espèces sont protégées par le décret 93-285 du 23 novembre 1993.

Les éléments plurirégionaux représentent que 10% (21 espèces, cette présence considérable dans cette flore est expliquée par le fait de la dissémination des graines par différents modes (anémochorie, zoochorie par exemple les oiseaux migrateur, pluie.....).

Enfin pour les autres éléments restants ont moins 10 espèces à savoir (Ibéro Mauritanien : 7 espèces, Tropicale : 7 espèces, Cosmopolite : 2 espèces, Macar-Méditerranéen : 2 espèces).

Il ressort que cette analyse, présente une disproportion entre les éléments phytogéographiques dominants (Méditerranéens et Endémiques) et les autres types phytogéographiques. Les affinités biogéographiques des espèces recensées confirmant le caractère aride du milieu.

Quézel (1983) explique l'importance de la diversité biogéographique de l'Afrique méditerranéenne par les modifications climatiques durement subies dans cette région depuis le Miocène entraînant des migrations d'une flore tropicale. Cette flore est actuellement adaptée aux conditions des régions sahariennes (**Bouallala et al., 2014**).

Cette analyse biogéographique, nous a permis de déterminer les facteurs intervenant dans la répartition du cortège floristique au sein des groupements à *Pistacia atlantica*. En effet, le cortège peut varier significativement d'un biotope à l'autre en fonction de l'altitude, de climat, de la pluviométrie, de la situation géographique, de facteur hydrique, de l'action anthropique, etc.

Le climat a une influence prépondérante sur la vie des plantes, tant par la pluviosité que par la température et la luminosité (**Dahmani, 2006**). En fonction du gradient pluviométrique, nous constatons que les éléments méditerranéens et ceux endémiques diminuent légèrement avec l'aridité alors que les Saharo-arabiques et les Méditerranéo-Saharo-Arabiques augmentent d'une manière significative. Le facteur hydrique, associé à l'épaisseur du sol exploitable par les racines des végétaux, joue un rôle essentiel dans la composition floristique et la répartition des plantes dans les différents habitats. En effet, quel que soit le type d'habitat, ce facteur agit en compensant l'aridité de climat et permet ainsi le maintien d'une flore relativement riche (**Poilecot, 1996**).

Trois actions conjuguées (**Quézel, 1995**) permettent d'expliquer au mieux la mise en place des flores: les changements climatiques, le transport à longue distance par le vent et les oiseaux et les modifications du modèle géographique.

Enfin, cette étude montre l'importance de la phytogéographie, qui sert à l'étude de la phytodynamique. Mais aussi contribue à la connaissance de l'impact des changements climatiques et anthropique sur les écosystèmes.

II.2.4- Caractérisation de l'agrosystème dans les oasis de Moghrar et Tiout

Malgré quelques spécificités liées à la situation géographique, le système de production oasien traditionnel est relativement proche de celui rencontré dans les différentes oasis existantes dans le territoire de Naama (Oasis de Tiout, Moghrar fougani, Moghrar Tahtani, Djeniène).

L'agro-système oasien est relativement homogène, basé sur la combinaison systématique dans l'espace et dans le temps de nombreux systèmes de culture et d'élevage.

Ces systèmes pratiqués forment un à trois étages (Fig.31):

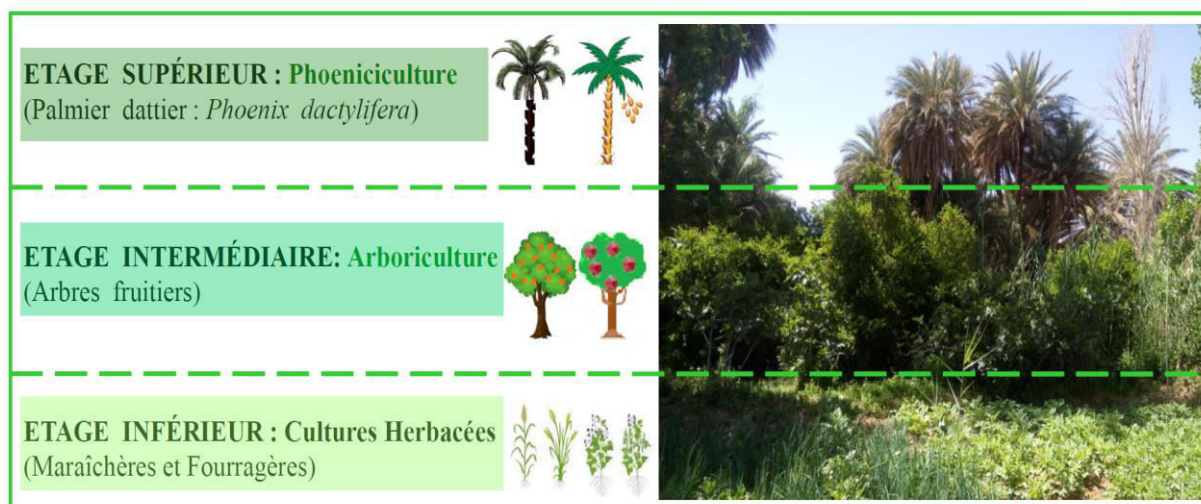


Figure 31. Typologie de système de culture oasien à trois étages dans l'oasis de Naama (Benaradj et al., 2020)

II.2.4.1. Etage du palmier dattier (*Phoenix dactylifera*)

D'après Zenkhri (2017), indique que le palmier dattier constitue l'élément essentiel sur lequel repose tout l'écosystème "oasien", et c'est à juste titre que le produit du palmier dattier représente la principale ressource des populations oasiennes. La strate arborescente et la plus importante est représentée par le palmier dattier qui constitue la charpente principale des systèmes de production oasiens. Il joue un rôle d'écran en protégeant les oasis des influences désertiques et crée un microclimat favorisant le développement de cultures sous adjacentes (Mahmoudi, 2014).

II.2.4.2. Etage intermédiaire « Arboriculture »

Dans les oasis de Moghrar (Fougani & Tahtani) et Tiout, l'arboriculture est beaucoup plus diversifiée. La strate arborée est composée par les arbres fruitiers suivants : Figuier, Grenadier, Citronnier, Oranger, Vigne, Mûrier, Abricotier, pommiers, pruniers, etc. D'après Djilli (2008), les arbres fruitiers qui sont cultivés sont des espèces rustiques locales qui s'adaptent aux conditions du milieu saharien mais qui présentent de faibles rendements. L'objectif est l'intensification des poches agricoles par la plantation arboricole comme moyen de lutte contre la désertification (Melalih, 2012). Ces espèces arborées sont généralement destinées essentiellement pour l'autoconsommation (Djilli, 2008).

II.2.4.3. Etage Herbacé (inférieur) par les cultures (Maraichères & fourragères)

Dans les oasis de Moghrar et Tiout, la strate herbacée constituée par les cultures maraichères, fourragères, céréalières, condimentaires, etc.

La strate herbacée est composée par les espèces maraichères suivantes : Citrouilles, Navets, Betteraves, Carottes, Piments, Oignon, Pommes de terre, etc.

Les cultures fourragères sont représentées principalement par la luzerne, l'orge et le blé, elles occupent de faibles superficies allant de 0.2 à 0.4 ha par exploitation, elles sont destinées à satisfaire les besoins du troupeau intégré à l'exploitation. Le produit de ces cultures est destiné à l'autoconsommation (alimentation et semence) et également au marché local pour les exploitations à taille moyenne et plus. Les fourrages sont distribués aux animaux sous forme de grain ou de vert, selon le type d'élevage (Benaradj et al, 2020)

Tableau 35. Liste des Espèces cultivées dans les oasis de Moghrar et Tiout

N°	Nom commun	Nom vernaculaire	Nom scientifique	Famille botanique
1	Palmier dattier	Nakhla	<i>Phoenix dactylifera</i>	Arecaceae
2	Olivier	Zitoun	<i>Olea europaea</i>	Oleaceae
3	Grenadier	Romane	<i>Punica granatum</i>	Punicaceae
4	Prunier	Berkouk	<i>Prunus domestica</i>	Rosaceae
5	Citronnier	Lim	<i>Citrus Limon</i>	Rutaceae
6	Oranger	Techina	<i>Citrus sinensis</i>	Rutaceae
7	Amandiers	Louz	<i>Prunus amygdalus</i>	Rosaceae
8	Vigne	Dalia	<i>Vitis vinifera</i>	Ampelidaceae
9	Pommier	Tofah	<i>Malus domestica</i>	Rosaceae
10	Cognassier	Sferdjel	<i>Cydonia oblonga</i>	Rosaceae
11	Poirier	Bouaouida	<i>Pyrus communis</i>	Rosaceae
12	Pécher	Khoukh	<i>Amygdalus persica</i>	Rosaceae
13	Abricotier	Mechmach	<i>Prunus armeniaca</i>	Rosaceae
14	Figuier	Kermous	<i>Ficus carica</i>	Moraceae
15	Orge	Zraa	<i>Hordeum vulgare</i>	Poaceae
16	Blé	Gameh	<i>Triticum aestivum</i>	Poaceae
17	Luzerne	Fassa	<i>Medicago sativa</i>	Fabaceae
18	Mais	Dora	<i>Zea mays</i>	Poaceae
19	Vesce-avoine	Choufane	<i>Avena sativa</i>	Poaceae
20	Avoine	Khortal	<i>Avena sativa</i>	Poaceae
21	Pomme de terre	Batata	<i>Solanum tuberosum</i>	Solanaceae
22	Oignon	Bsal	<i>Allium cepa</i>	Amaryllidaceae
23	Tomate	Tomatich	<i>Solanum lycopersicum</i>	Solanaceae
24	Fève	Foul	<i>Vicia faba</i>	Fabaceae
25	Navet	Left	<i>Brassica rapa</i>	Brassicaceae
26	Citrouille	Kaboya	<i>Cucurbita maxima</i>	Cucurbitacées
27	Courge	Garaa	<i>Cucurbita pepo</i>	Cucurbitaceae
28	Carotte	Zrodiya	<i>Daucus carota</i>	Apiaceae
29	Persil	Maadnous	<i>Petroselinum crispum</i>	Apiaceae
30	Menthe	Naanaa	<i>Mentha mentha</i>	Lamiaceae
31	Melon	Betikh	<i>Cucumis melo</i>	Cucurbitaceae
32	Pastèque	Delaa	<i>Citrullus lanatus</i>	Cucurbitaceae
33	Haricot vert	Loby khadra	<i>Phaseolus vulgaris</i>	Fabaceae
34	Piment	Hrouur	<i>Capsicum annum</i>	Solanaceae
35	Ail	Thoum	<i>Allium sativum</i>	Amaryllidaceae
36	Aubergine	Dnjal	<i>Solanum melongena</i>	Solanaceae
37	Coriandre	Kosbor	<i>Coriandrum sativum</i>	Apiacées
38	Céleri	Krafss	<i>Apium graveolens</i>	Apiaceae
39	Concombre	Khyar	<i>Cucumis sativus</i>	Cucurbitaceae
40	Laitue	Slata Hchich	<i>Lactuca sativa</i>	Asteraceae
41	Poivron	Felfla	<i>Capsicum annum</i>	Solanaceae



Figure 32. Agrodiversité des espèces cultivées dans les oasis de Moghrar et Tiout Palmier dattier, Arboriculture, Cultures Maraichères et Fourragère)

Dans la région sud de Naâma au cours de plusieurs siècles, les systèmes oasiens disposent d'un patrimoine phytogénétique (phoenicicole, arboricole et herbacé) très riche, diversifié et bien adapté aux conditions climatiques extrêmes de la région. Ces systèmes sont représentés comme une agriculture durable et sécurisante par leurs capacités fonctionnelles et leurs bonnes pratiques agricoles (Benaradj et al., 2020 ; Boucherit et al., 2020).

Chapitre III : Étude de l'avifaune aquatique des zones humides classées dans la région de Naama

Introduction

L'avifaune aquatique est représentée par les oiseaux d'eau dont l'existence dépend écologiquement des zones humides, et qui sont pour la plupart de grandes espèces migratrices (**Chalabi, 1990**). On utilise également le terme de l'avifaune aquatique. Le terme « oiseau d'eau » inclut l'ensemble des familles taxonomiques dont les membres sont principalement des oiseaux qui dépendent des zones humides, pendant au moins une partie de leur cycle de vie (**Chalabi, 1990; Saifouni, 2009**). D'après **Tamisier et Dehorter (1999)**, le terme «oiseaux d'eau » permet de distinguer les oiseaux qui sont inféodés aux espaces aquatiques de ceux qui n'en dépendent pas. Ces oiseaux ont en commun d'avoir développé des traits biologiques adaptés à l'eau ou d'avoir élaboré des stratégies favorisant leur existence dans ce type d'environnement qui leur assure des fonctions variées et importantes : lieu de reproduction, zone de mue, lieu d'hivernage et zone de refuge.

Le présent chapitre a pour objectif d'illustrer l'état actuel et de décrire l'avifaune aquatique qui peuplent dans les zones humides dans la région de Nâama (ouest algérien), de déterminer la valeur ornithologique de ces sites et son importance à l'échelle nationale et internationale et déterminer le statut phénologique des espèces aviennes et de montrer le rôle joué par cet écosystème dans la conservation de la biodiversité et particulièrement l'avifaune aquatique. Ce travail est basé sur l'inventaire des espèces (dénombrement), la biosystématique, l'appartenance biogéographique et Statut phénologique des espèces, le nombre (effectifs et l'abondance) des espèces, l'abondance- des espèces, la richesse spécifique en relation avec le milieu.

Pour le cas du dénombrement des oiseaux d'eau se fait pour plusieurs raisons, tel obtenir des renseignements sur le monitoring et la dynamique des espèces sur différents niveaux que ça soit au niveau local, pour estimer les effectifs qui occupent un site, leurs fluctuations et les capacités d'accueil de l'écosystème ou bien, au niveau national pour connaître l'importance et le rôle des zones humides, leur préconiser les moyens à mettre en place pour élaborer des plans d'action et de conservation de ces écosystèmes et enfin le dénombrement des oiseaux a une grande importance sur le plan international dans l'estimation des populations régionales de plusieurs espèces et leur tendance (**Houhamdi, 2002 ; Bensaci, 2011 ; Farhi et Belhamra, 2012 ; Oulmane, 2016**). Les oiseaux d'eau ont été inventoriés par des comptages exhaustifs vu que leur nombre n'excédaient jamais les 200 individus (**Farhi et Belhamra, 2012**).

A titre d'illustration, une comparaison des oiseaux d'eau migrateurs à travers les trois zones humides classées « Ramsar » dans la région de Naama.

Tableau 36. Comparaison de l'avaifaune aquatique observée dans les zones humides classées de Naama entre la date de classement et la présente étude.

Zones humides classées de Naama		Oasis de Moghrar et de Tiout		Cirque d'Ain Ouarka		Oglat Ed-daira		
Biogéographie		Atlas saharien		Atlas saharien		Steppe		
Climat		Saharien		Saharien		Aride		
Date de classement		04/06/2003		04/06/2003		12/12/2004		
N°	Espèces	DGF (2003)	Présente Etude	DGF (2003)	Présente Etude	Bouzenoune (1999)	DGF (2004)	Présente Etude
	Année de comptage	2003	2018-2021	2003	2018-2021	1994	2003	2018-2021
1	<i>Anas acuta</i>					X	X	X
2	<i>Anas clypeata</i>					X	X	X
3	<i>Anas crecca</i>						X	X
4	<i>Anas platyrhynchos</i>			X	X	X	X	X
5	<i>Aythya ferina</i>					X	X	X
6	<i>Marmaronetta angustirostris</i>					X		X
7	<i>Oxyura leucocephala</i>							X
8	<i>Tadorna ferruginea</i>		X	X	X	X	X	X
9	<i>Tadorna tadorna</i>						X	X
10	<i>Ardea cinerea</i>		X			X	X	X
11	<i>Egretta garzetta</i>		X		X	X	X	X
12	<i>Charadrius hiaticula</i>				X			X
13	<i>Grus grus</i>						X	X
14	<i>Phalacrocorax carbo</i>							X
15	<i>Podiceps nigricollis</i>					X		X
16	<i>Tachybaptus ruficollis</i>			X	X			
17	<i>Fulica atra</i>			X	X		X	X
18	<i>Gallinula chloropus</i>	X		X	X			X
19	<i>Himantopus himantopus</i>			X	X			X
20	<i>Recurvirostra avosetta</i>		X				X	
21	<i>Tringa ochropus</i>							X
22	<i>Botaurus stellaris</i>					X	X	
23	<i>Aythya marila</i>					X		
24	<i>Platalea leucorodia</i>					X	X	
25	<i>Podiceps cristatus</i>					X		
26	<i>Hieraaetus pennatus</i>						X	
27	<i>Buteo rufinus</i>						X	
28	<i>Falco tinunculus</i>						X	
29	<i>Aythya fuligula</i>						X	X
30	<i>Porphyrio porphyrio</i>						X	
31	<i>Porzana parva</i>			X				
32	<i>Acrocephalus schoenobaenus</i>			X				
33	<i>Actitis hypoleucos</i>			X				X
34	<i>Phoenicopterus roseus</i>							X
35	<i>Bubulcus ibis</i>							X
36	<i>Charadrius dubius</i>							X
37	<i>Plegadis falcinellus</i>							X
38	<i>Netta rufina</i>							X
Total		01	04	09	08	13	19	26

III.1. Richesse spécifique et évolution de l'abondance des oiseaux d'eau

L'étude du peuplement avien aquatique dans les zones humides de Naama durant les quatre années de l'étude a révélé l'existence d'une richesse totale de 21 espèces des oiseaux d'eaux.

Au niveau des trois 3 sites d'étude, un nombre total plus de 1800 individus pour 28 espèces d'oiseaux d'eau ont été observés durant toute la période d'étude au niveau des plans d'eau. Cette valeur de 21 espèces représente 8,33% des 336 espèces de l'avifaune algérienne recensées par **Ledant et al., (1981)** et 6,89% de l'ensemble des espèces d'oiseaux citées pour l'Algérie par **Isenmann et Moali, 2000** (406 espèces). Ces individus se répartissent en 4 espèces dans les oasis de Moghrar et Tiout, 9 espèces dans le virque de Ouarka et 26 espèces dans le lac de'Oglat ed-daira).

Le nombre d'espèces oiseaux d'eau dénombré pendant la période d'hivernage est le même observé dans les travaux citées par Jid Oumou et Ould Taleb (2019) à Sebkhet El-Maleh El-Goléa (24 espèces), **Chedad et al., (2022)** au niveau de la zone humide Kaf El Dokhan (Ghardaia). Ils sont assez important comparativement avec les données publiées par les auteurs : Meddour et al, (2015) qui a citée 36 espèces, 13 familles, et 9 ordres,

Le nombre d'espèces d'oiseaux d'eau recensés au niveau de la zone d'étude est assez faible comparé à d'autres zones humides telles que le Chott Tinsilt (Oum El-Bouaghi) abrite 29 espèces cités par **Bezzalla et al., 2018**, le Lac des Oiseaux (wilaya d'El-Tarf) où 46 espèces ont été citées par **Houhamdi (2002)**, 56 espèces dans tout le territoire de Naama selon **Youcefi et Marouf (2022)**, Lac Béni-Bélaid et le Marais d'El Kennar (wilaya de Jijel) avec 59 espèce selon (**Mayache, 2008**), la Gareat Hadj-Taher (wilaya de Skikda) avec 62 espèces d'oiseaux d'eau selon **Metallaoui (2010)**, Sebkhet Djendli (wilaya de Batna) avec 51 espèces selon **Bensizerara (2014)**, Chott El Hodna (wilaya de M'sila) (**Guergueb, 2015**) avec 39 espèces et enfin Marrais de Boussedra (wilaya d'Annaba) avec 53espèces (**Boudraa, 2016**).

Selon la richesse spécifique, les Anatidae viennent en tête du classement par catégorie, avec 9 espèces, suivis respectivement par les 4 familles bi-spécifique à 2 espèces (Ardeidae, Podicipedidae, Rallidae et Recurvirostridae) et enfin par 4 familles mono-spécifiques à une seule espèce soit les Charadriidae, les Scolopacidae, les Gruidae et les Phalacrocoracidae.

L'abondance des espèces dans les différents sites étudiés peut s'expliquer par les conditions écologiques et les conditions climatiques de chaque site. L'évolution climatique récente et l'augmentation de la pression anthropique (pollution, fragmentation des habitats et les prélèvements intensifs des phragmites). (**Tamisier et Dehorter, 1999 ; Bezzalla & al., 2018**).

Parmi les espèces d'Anatidés très observées durant les dénombrements, nous citons : *Anas acuta*, *Anas clypeata*, *Anas crecca*, *Anas platyrhynchos*, *Aythya ferina*, *Marmaronetta angustirostris*, *Oxyura leucocephala*, *Tadorna ferruginea*, *Tadorna tadorna*. Du point de vue espèce, la Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*) la plus abondante avec le dénombrement (plus de 700 individus) durant toute la période d'étude suivi par la Grue cendrée (*Grus grus*) par 400 individus ainsi que Foulque macroule (*Fulica atra*) a été observée toute la période de l'étude mais avec effectif moins de 300 individus. Néanmoins, cette abondance des oiseaux diffère d'un site à un autre.

III.2. Systématique

Le tableau 36 présente l'inventaire systématique des 28 espèces d'oiseaux d'eau observées dans les zones humides classées dans la région de Naama lors de la période d'étude qui s'est étalée sur 4 années consécutives, de 2018 à 2021.

Tableau 37. Nombre d'espèces recensées par catégorie ornithologique dans la zone d'étude

		Oasis de Moghrar et de Tiout		Cirque d'Ain Ouarka		d'Oglat ed-daira		Zone d'Etude	
N°	Familles	Espèces	Genres	Espèces	Genres	Espèces	Genres	Espèces	Genres
1	Anatidae	1	1	2	2	11	7	11	7
2	Ardeidae	2	2	1	1	3	3	3	3
3	Scolopacidae	-	-	-	-	2	2	2	1
4	Podicipedidae	-	-	1	1	1	1	2	2
5	Rallidae	-	-	2	2	2	2	2	2
6	Recurvirostridae	1	1	1	1	1	1	2	2
7	Charadriidae	-	-	1	1	2	1	2	1
8	Gruidae	-	-	-	-	1	1	1	1
9	Phalacrocoracidae	-	-	-	-	1	1	1	1
10	Phoenicopteridae	-	-	-	-	1	1	1	1
11	Threskiornithidae	-	-	-	-	1	1	1	1
Total		4	4	8	8	26	21	28	23

L'analyse des différentes espèces d'oiseaux d'eau observées, montre l'existence de 11 familles ornithologiques : Anatidae, Ardeidae, Podicipedidae, Rallidae, Recurvirostridae, Charadriidae, Gruidae, Phalacrocoracidae, Phoenicopteridae, Threskiornithidae et Scolopacidae.

Les résultats montrent que les 3 zones humides abritent une diversité avifaunistique riche, 4 espèces appartenant aux 3 familles au niveau de la première zone humide, 8 espèces à la deuxième zone humide de cirque d'Ouarka et 26 espèces à la zone humide du Lac oglat Ed-daira.

Nous avons recensé un nombre total de 28 espèces d'oiseaux appartenant à 9 ordres, 11 familles et 23 genres dans la zone d'étude. Presque les mêmes constations ont été mentionnées dans les travaux de **Gourari et al., (2021)** ; dans le chott Ech Chergui (Tlemcen), ont indentifiés presque les mêmes espèces indentifiées (24 espèces d'oiseaux à 12 familles et 07 Ordres).

La famille des Anatidées est la plus dominante représentative en matière de richesse spécifique avec 11 espèces (soit 39,20%) ou les Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*) sont très abondants dont deux populations ont été distinguées sédentaires et un autre hivernant. La présence du Canard souchet (*Anas clypeata*) est aussi importante, elles sont souvent regroupées sur les plans d'eaux. Cette dominance de la famille Anatidées est aussi signalée par **Guergueb et al., (2014)** dans le du chott El-Hodna (M'sila), **Gourari et al., 2021** ; dans le chott Ech chergui (Tlemcen) et **Bezzalla et al., (2018)** dans leChott Tinsilt (Oum El-Bouaghi). La dominance de cette famille est due à l'importance de leur richesse spécifique à l'échelle Holarctique.

Les mêmes 11 espèces sur quinze espèces d'Anatidés recensés en Algérie ont été observées dans d'autre recherche similaire, par les investigations de **Bendahmane et al., (2014)** au niveau de la zone humide de Dayet El-Ferd (Tlemcen).

L'ordre dominant et le plus riche en espèces est celui des Ansériformes, avec 11 espèces avec une seule famille des Anatidées. Les Charadriiformes viennent en deuxième position avec 3 familles et 6 espèces (Charadriidae, Recurvirostridae et Scolopacidae), puis viennent les Gruiformes (3espèces), les Phalaropteriformes, les Péléciformes puis les Podicipediformes respectivement et qui sont représentées chacune par 1 ou 2 espèces.

Leurs distributions spatiales, nous a révélé une répartition préférentielle sur la troisième zone ou le dérangement est moins par rapport zones humides des oasis et de Ain Ouarka.

III. 3. Caractérisation biogéographique (Types fauniques) de l'avifaune aquatique observée

L'origine biogéographique des oiseaux d'eau recensés durant la période d'étude est indiquée dans la figure ci-après.

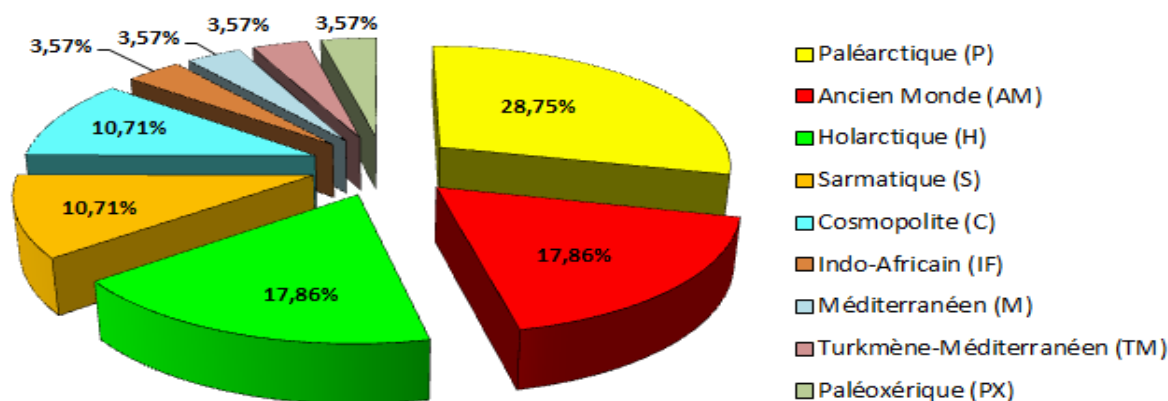


Figure 33. Distribution des espèces d'oiseaux d'eau recensées dans la zone d'étude par catégories fauniques (Selon Voous, 1960)

D'après la figure 33, l'avifaune aquatique recensée appartient à 9 types fauniques définis selon Voous (1960). Le type faunique Paléarctique domine les autres types avec un pourcentage de 28,75%. Il est suivi par l'Ancien monde et l'Holarctique avec 5 espèces chacun (17,86%) puis par le Cosmopolite et Sarmatique avec 10,71% chacun et enfin les types fauniques monspécifique (Paléoxérique, Méditerranéen Turkmène-Méditerranéen Indo-Africain) avec 3,57%.

D'une manière générale, l'avifaune observée est dominé par le type paléarctique. Plus précisément les origines européenne, européo-turkestaniennne et méditerranéenne y tiennent une large part. La dominance de type faunique "Paléarctique" montre que l'avifaune à une tendance biogéographique d'appartenance à l'aire du paléarctique. Nos résultats concordent avec les résultats trouvés par Isenmane et Moali (2000) pour l'avifaune algérienne; Bacha (2010) dans le Sebkhet Bazer (Batna); Chenchouni (2011) dans le Lac Ayata (El Oued); Milla *et al.*, (2012) dans le Sahel algérois; Bensizerara *et al.* (2013) sur le Sebkhet Djendli (Batna) et Gourari *et al.*, 2021; dans le chott ech chergui (Tlemcen).

Selon plusieurs auteurs : Steavenson *et al.*, 1988, Coulthard, 2001; Boulekhssaïm *et al.*, 2006; Guergueb *et al.*, 2014; Moreau, 1945; Voous, 1960; Snow, 1978; Lebreton et Ledant, 1980; Blondel, 1982; Covas et Blondel, 1998; Isenmane et Moali, 2000; Thévenot *et al.*, 2003; Isenman *et al.*, 2005, Farhi et Belhamra, 2012, l'Algérie renferme une grande diversité de zones humides qui constituent des haltes de passage et d'hivernage pour les oiseaux d'eau migrateurs du Paléarctique. Ainsi, l'ensemble de l'Afrique du Nord intègrent la zone du paléarctique occidental sur le plan biogéographique.

D'après **Isenmane et Moali (2000)** ; **Isenmane et al. (2003)**, l'influence du paléarctique dans la composition de l'avifaune de l'Afrique du Nord-Ouest reste sensible jusqu'au centre du Sahara et la prépondérance de l'avifaune afro-tropicale n'apparaît vraiment que dans le sud du Sahara, au-delà du tropique du cancer du fait que le Sahara constitue une barrière à la remontée des oiseaux afrotropicaux. Ainsi, **Blondel (1979)**, indique que l'Afrique du Nord appartient à la grande région paléarctique et constitue la limite Sud de cette dernière.

Le mouvement et le déplacement de l'avifaune est en général plus ou moins connu notamment pour l'Algérie de l'Ouest avec l'Europe ainsi que les voies de transit des oiseaux migrateurs. Il y a une bonne relation avec les espèces de l'Holarctis d'une part et celles du Palearctis, avec les échanges dans l'autre sens si on continue la route des oasis de la Saoura jusqu'à Adrar et Timimoun, et dans l'autre sens jusqu'à Oran et Mostaganem. La présence de l'eau sur ce transect ou voie de l'Ouest de l'Algérie pour les oiseaux migrateurs est salutaire pour l'avifaune (**Bouzenoune, 1999**). Donc, le sud-oranais peut contribuer d'une façon favorable dans l'hivernage et la nidification des oiseaux d'eau et d'autre part leur servir de site de passage durant leurs voyages de migrations.

Heim de Balsac (1936), souligne aussi que l'avifaune algérienne est composée principalement d'éléments méditerranéens au nord de l'Algérie et d'éléments sahariens au sud. Ces derniers remplacent les premiers au sud d'une ligne de démarcation qui suit l'isohyète 200 mm partant de Gabes (Tunisie) passant par Biskra, Mécheria (Naama) et Feguig jusqu'à Tiznit (Maroc). **Isenmane et Moali (2000)**, notent que 24 espèces dans l'Algérie dont la distribution est exclusivement ou partiellement saharienne parmi elles des espèces sont notées au niveau de la région de Naama. Ceux-ci montrent le caractère climatique aride de notre région d'étude caractérisée par la présence considérable de l'espèce nicheuse du Tadorne Casarca (*Tadorna ferruginea*) et Tadorne tadorne (*Tadorna tadorna*) au niveau des biotopes steppiques près sahariennes dans la région de Naama.

En effet, l'avifaune recensée au niveau de la zone d'étude possède des caractéristiques biogéographiques semblables à celle de la Méditerranée de façon générale (**Lebreton et Ledant, 1980**), bien qu'elle soit située dans une zone de transition entre deux aires biogéographiques différentes (**Blondel, 1979**). Ce fait s'explique aisément par la situation géographique du l'Afrique du Nord par rapport à l'Europe et à la partie occidentale de l'Asie.

De plus, les grandes ceintures désertiques orientées de l'ouest vers l'est, comme d'ailleurs les grands systèmes montagneux du Paléarctique, ont joué depuis la fin du tertiaire un rôle de barrière qui contre la dispersion des faunes et des flores paléarctiques et afro-tropicales, ce qui explique le fait que les échanges nord-sud entre les continents ont joué un rôle plus discret dans l'ancien monde que dans le nouveau, où les grandes barrières montagneuses sont orientées du nord vers le sud (**Blondel, 1986, 1990**).

Selon **Bonter (2010)**, la position biogéographique et la structure des paysages et des habitats sont quelques-unes des causes qui favorisent l'invasion de certaines espèces d'oiseaux.

Ainsi, plusieurs auteurs dont **Houhamdi et Samraoui (2002)** ; **Chabi (2009)** **Metallaoui et Houhamdi (2010)** ; **Boudraa et al., (2014)** ; **Gourari et al., 2021**) expliquent cette variation biogéographique par ce que l'Algérie héberge une diversité des zones humides comme habitats surtout pour l'avifaune aquatiques ; par sa position géographique au niveau du paléarctique occidentale lui confère une importance capitale comme halte migratoire entre l'Europe et l'Afrique surtout pour les oiseaux migrateurs.

Ces trois sites d'étude accueillent annuellement plusieurs espèces d'oiseaux migrateurs en provenance d'Europe. On note aussi que l'atlas saharien consitute également un lieu de halte de nombreux oiseaux qui traversent la Méditerranée et le Sahara. Ils constituent une véritable niche écologique ainsi un refuge pour la faune, lui procurant des conditions favorables à l'abri, nourriture.

Selon **SRAT (2010)**, L'oasis est le lieu de passage et constitue une étape, pour de nombreux oiseaux migrateurs, durant les deux passages, le premier passage a lieu en septembre- octobre et concerne la migration Nord-sud, le deuxième passage s'effectue entre Février, mars et avril. Durant cette période les oiseux séjournent durant 20 jours à 01 mois dans la zone humide.

III.4. Statut Trophique des oiseaux d'eau observés

Les oiseaux d'eau occupent au niveau des réseaux trophiques diverses positions (herbivores, zooplanctonophages, insectivores, piscivores), généralement situés au sommet des chaînes alimentaires et leur diversité nous renseigne sur le fonctionnement des divers milieux qu'ils occupent (**Samraoui, 2009**). Donc, une connaissance du régime alimentaire de ces oiseaux est cruciale pour l'identification du rôle de ce groupe sur la structure et le fonctionnement des zones humides. Il permet également d'identifier les proies qui influencent les paramètres démographiques et la dynamique des oiseaux d'eau (**Meddour, 2013**).

L'alimentation est l'activité principale tout au long de l'année, chaque oiseau y consacrant 4 à 15 heures. Ce temps passé à se nourrir varie :

- Selon les espèces : par exemple, un canard herbivore a besoin de plus de temps pour se nourrir qu'un canard granivore ou piscivore (**O.N.C., 1988**).
- Selon la période de l'année : la recherche de nourriture occupe beaucoup plus de temps durant la période migratoire (période de grande dépense d'énergie) qu'en période d'hivernage (**Messai Boubaker et Regui, 2017**)

Dans la zone étude, les espèces d'oiseaux observés sont représentées en 3 catégories trophiques différentes. Les Consommateurs d'invertébrés sont les plus représentés avec 15 espèces, soit 53,57 % des espèces recensées. D'après **Bezzalla et al., 2018**, explique que l'abondance de cette catégorie (Consommateurs d'invertébrés) reflète la richesse du milieu en invertébrés aquatiques qui constituent la nourriture de choix pour plusieurs oiseaux d'eau hivernants notamment les Charadriiformes d'une part ; et la richesse en entomofaune qui vit dans le site et qui est l'aliment d'une gamme importante d'oiseaux.

Ensuite viennent les polyphages en seconde position par la présence de 10 espèces (soit 35,71%) et enfin suivi par les carnivores en troisième place, qui sont faiblement représentés avec 3 espèces soit 10,71%.

Cette dominance de ces 2 premières catégories trophiques (Consommateurs d'invertébrés et polyphages) est aussi notée par les auteurs : **Milla et al., 2012** au niveau de l'avifaune du sahel algérois et) et **Bezzalla et al., 2018** dans le Chott Tinsilt (Oum El-Bouaghi).

La prédominance des oiseaux polyphages s'explique par la très grande richesse de la faune des arthropodes, et par une grande production de fleurs, de graines, de fruits et de baies par des essences cultivées et ornementales indigènes et exotiques (**Doumandji et Doumandji-Mitiche, 1992**).

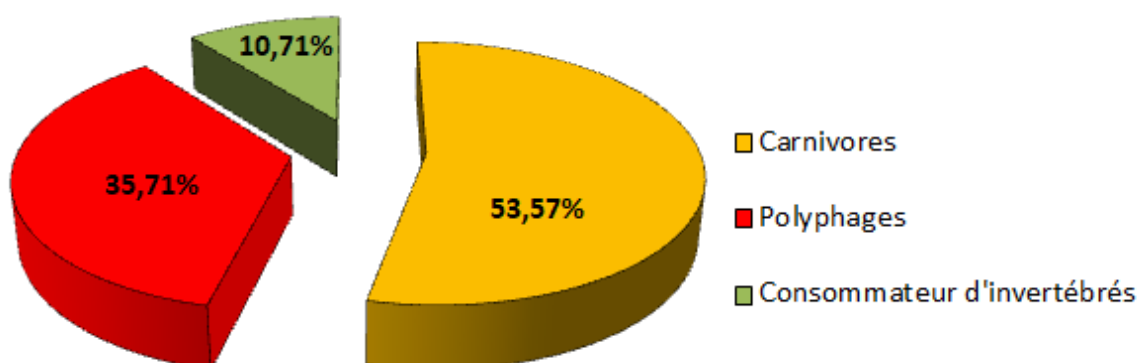


Figure 34. Régime alimentaire des espèces observées dans les zones humides

La richesse élevée de ces lieux est due principalement au fait que ces milieux sont attrayants surtout pour les oiseaux d'eau qui trouvent une nourriture abondante et variée. A titre d'exemple, les plantes d'eau attirent les larves d'insectes dont se nourrissent les Anatides et certains Charadrides.

D'après **Blondel, (1979)** ; **Dajoz, (2006)** ; **Djouadi, (2011)**, la distribution précise des effectifs d'oiseaux dans le temps et dans l'espace n'est pas fortuite car elle est régie par diverses conditions écologiques du milieu notamment les disponibilités alimentaires. Pour des causes liées à leur biologie (régime alimentaire, rythme d'activités, morphologie, écologie...etc.), les oiseaux opèrent un véritable partage/sélection de l'espace en fonction de leurs exigences écologiques. La quantité et la qualité des ressources alimentaires disponibles (**Pöysä, 1983** ; **Pirot et al., 1984**) y jouent aussi un rôle. La quiétude joue aussi un rôle important dans la distribution de ces oiseaux sur le plan d'eau (**Nilsson, 1970**).

Parmi les caractéristiques biologiques des oiseaux la plus spectaculaire, est la migration, véritable stratégie adaptative qui conduit les oiseaux à chercher plus loin des zones d'accueil et de stationnement plus favorables sur le plan climatique et alimentaire (**Chalabi, 1990**).

D'après **Bouzenoune, 1999**, le stationnement en grand nombre des oiseaux dépend de la nourriture trouvée sur le site d'accueil au niveau dans la région aride de Naama. En effet, pour **Dajoz (1974)**, c'est le régime alimentaire de l'oiseau qui détermine notamment son caractère migrateur ou sédentaire. **Von Frish (1969)** estime que les motifs qui poussent les oiseaux à se déplacer sont d'ordre alimentaire et climatique.

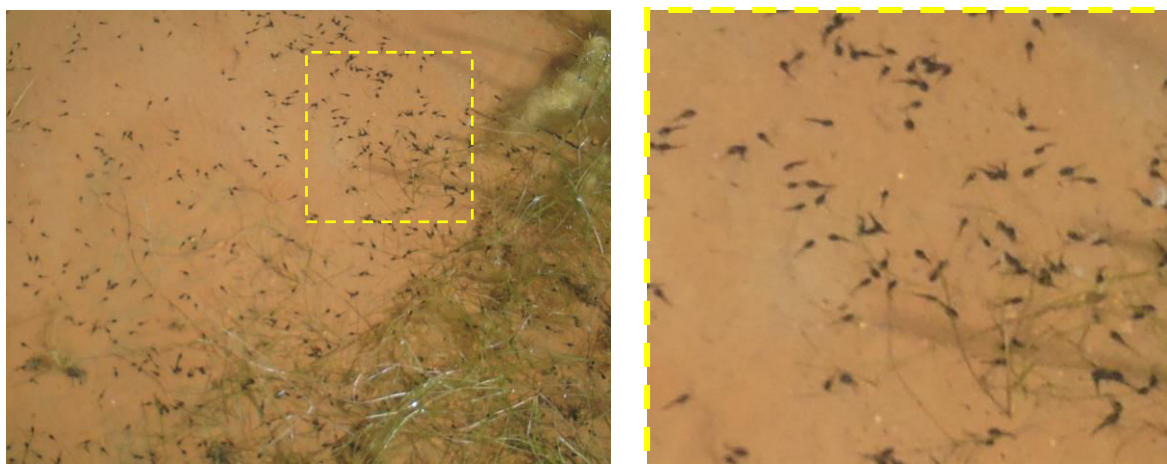


Figure 35. Têtards, Type d'alimentation dans l'eau du lac Oglat Ed-daira pour les oiseaux d'eau (polyphage, des larves des amphibiens, poissons,..)

III.5. Statut de protection

Tableau 38. Statuts juridique de conservation de l'avifaune aquatique

N°	Nom scientifique de l'espèce	Lois de protection						
		UICN (I)	(C) (II)	(B) (III)	(W) (IV)	(R) (V)	(D) (VI)	(P) (VII)
1	<i>Anas acuta</i>	LC			W2	R3		
2	<i>Anas clypeata</i>	LC			W2	R3		
3	<i>Anas crecca</i>	LC			W2	R3		
4	<i>Anas platyrhynchos</i>	LC			W2	R2		P
5	<i>Aythya ferina</i>	NT			W2	R3		P
6	<i>Marmaronetta angustirostris</i>	LC			W2	R3	D1	P
7	<i>Oxyura leucocephala</i>	EN					D1	P
8	<i>Tadorna ferruginea</i>	VU		B1	/	R2	D1	P
9	<i>Tadorna tadorna</i>	LC			W2	R2		P
10	<i>Netta rufina</i>	LC		B2	W2	R3	D1	
11	<i>Aythya fuligula</i>	LC			W2	R3		
12	<i>Ardea cinerea</i>	LC		B2	W2	R2		P
13	<i>Egretta garzetta</i>	LC			W2	R2	D1	P
14	<i>Charadrius hiaticula</i>	LC		B2	W2	R2	D1	P
15	<i>Charadrius dubius</i>	LC			W2	R2	D1	
16	<i>Grus grus</i>	LC		B2	W2	R2	D1	P
17	<i>Phalacrocorax carbo</i>	LC		B2	W2	R3		
18	<i>Podiceps nigricollis</i>	LC			W2	R3		
19	<i>Tachybaptus ruficollis</i>	LC	C2	B2	W2	R2		P
20	<i>Fulica atra</i>	LC			W2	R2		P
21	<i>Gallinula chloropus</i>	LC			W2	R3		
22	<i>Himantopus himantopus</i>	LC			W2	R2	D1	
23	<i>Recurvirostra avosetta</i>	LC			W2	R2		
24	<i>Tringa ochropus</i>	LC			W2	R3	D1	P
25	<i>Actitis hypoleucos</i>	LC		B2	W2	R2	D1	
26	<i>Phoenicopiterus roseus</i>	LC	C2		W2	R2		P
27	<i>Bubulcus ibis</i>	LC			W2	R2		
28	<i>Plegadis falcinellus</i>	LC		B2	W2	R2	D1	P

(I)- UICN2016: [LC = Préoccupation mineure ; NT = Quasi-menacé ; VU = Vulnérable ; EN = En danger]

(II) - Convention de CITES (C) :
Annexe (C1): espèces menacées d'extinction, qui sont ou pourraient être affectées par le commerce
Annexe (C2): espèces dont le commerce nécessite une réglementation stricte pour éviter une exploitation incompatible avec leur survie.

(III)- Convention de Bonn (B) :
Annexe (B1) : espèces migratrices menacées ;
Annexe (B2) : énumère des espèces migratrices dont l'état de conservation est défavorable et qui nécessitent la conclusion d'accords internationaux pour leur conservation et leur gestion, ainsi que celles dont l'état de conservation bénéficierait d'une manière significative de la coopération internationale qui résulterait d'un accord international.

(IV)- Accord d'AEWA (W) : annexe (W2) : espèces d'oiseaux auxquelles s'applique le présent accord. (V)- Convention de Berne (R) :
Annexe (R2) : Espèces de faune strictement protégées (protection étendue aux habitats); Annexe 3 : Espèces de faune protégées.

(VII)- Lois algériennes :
protection au niveau national (P) : Décret exécutif 12-235 du 24 mai 2012 modifiée et actualisée.

Au total 15 espèces (53,57%) recensées sont protégées par la loi Algérienne (n°12-235) dont une espèce figure dans la catégorie« Vulnérable » (VU) de la liste rouge des espèces menacées d'extinction de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN).

Ce taux représente 27% de l'avifaune aquatique algérienne protégée, où les Anatidae prédominent avec 5 espèces. 89,28 % des espèces recensées ont un statut de Préoccupation mineure selon la liste rouge de l'IUCN. Les résultats obtenus dans le présent travail concordent avec ceux des auteurs qui ont travaillé dans des milieux arides (**Guergueb et al., 2014; Gourari et al., 2021 ; Youcefi et Marouf, 2022**).

On constate aussi, que la famille la plus dominante en espèces protégées est celle des Anatidés, elle compte 9 espèces sur les 16 recensées en Algérie parmi lesquelles, six (6 espèces) sont protégées à savoir : *Anas platyrhynchos*, *Aythya ferina*, *Marmaronetta angustirostris*, *Oxyura leucocephala*, *Tadorna ferruginea* et *Tadorna tadorna*.

Seules 02 espèces ont un statut "Vulnérable" (*Marmaronetta angustirostris* et *Tadorna ferruginea*) une espèce ont un statut "Quasi-menacé" (*Aythya ferina*) et une espèce en danger (*Oxyura leucocephala*). Ces statuts sont déterminés suivant les critères fondés sur différents facteurs biologiques associés au risque d'extinction : taille de population, taux de déclin, aire de répartition géographique, degré de peuplement et de fragmentation de la répartition (UICN, 2020).

En effet, son importance réside également dans la présence régulière de nombres significatifs d'espèces menacées ou vulnérables comme l'Erismature à tête blanche, ce qui devrait être un argument suffisant pour la protection de ces sites. D'après Youcefi & Marouf, (2022), cette espèce *Oxyura leucocephala*, est strictement sédentaire en Afrique du Nord, classée comme « en danger d'extinction » dans la liste rouge de l'IUCN [BirdLife International, 2021.], et protégée par la législation algérienne en tant qu'espèce menacée de disparition (**Ordonnance n° 06-05 du 15 juillet 2006**).

En Algérie, la réglementation et les textes législatifs constituent le noyau fonctionnel pour la protection des ressources naturelles et des oiseaux en particulier (**Belhamra, 2005**).

La région de Naama abrite une richesse avifaunistique très remarquable tant sur le statut juridique que celui de protection. Selon **Gourari et al., (2021)**, il y a une similitude très élevée est enregistrée entre la réglementation Algérienne et étrangère. Dans la région de Naâma, sur l'ensemble des espèces recensées, 6 espèces d'oiseaux sont censées bénéficier de plus d'attention puisqu'elles sont déclarées protégées par la réglementation (décret N°83- 509 du 20 août 1983 relatif aux espèces animales non domestiques protégées) en application de la loi relative à la protection de l'environnement.

Il s'agit de *Hieraeetus pennatus*, de *Tadorna ferruginea*, de *Buteo rufinus*, d'*Aquila rapax* de *Gypaetus barbatus* et enfin de *Chlamydotis undulata*. Ainsi, le statut de protection de l'avifaune aquatique de la région de Naama reflète l'importance de ce site sur le plan national et international.

III.6. Statut phénologique des oiseaux d'eau observés

Les zones humides qui disposent de plusieurs caractéristiques naturelles et environnementales permettant le repeuplement de différentes espèces d'oiseaux et d'en faire une station de migration saisonnière. Le suivi régulier des effectifs de l'avifaune aquatique permis de définir le statut et la phénologie de toutes ces espèces dans la région de Naama. Globalement, les zones humides dans la région de Naama sont exploitées par les oiseaux d'eau pour y hiverner, et y stationner à l'occasion des migrations, ou de s'y reproduire. Les oiseaux peuvent avoir plusieurs statuts phénologiques en fonction de la période de l'année durant laquelle ils sont présents dans un lieu donné.

Dans la figure 36 ci-après, sont dressés les statuts phénologiques des différentes espèces d'oiseaux d'eau recensées au cours de la présente étude dans les zones humides classées dans la région de Naama.

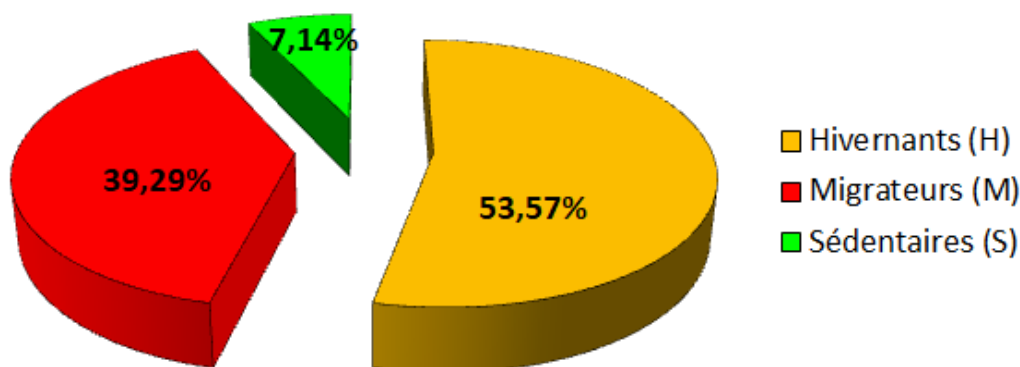


Figure 36. Statut phénologique de l'avifaune aquatique recensée dans la zone d'étude

L'analyse du statut phénologique des 28 espèces d'oiseaux d'eau retenues met en évidence l'abondance d'espèces répondant aux statuts de migrateur. Nous avons enregistré 15 espèces hivernantes soit 53,57% de l'ensemble de l'avifaune recensée, 11 espèces migratrices (39,29%) et 2 espèce sédentaire (S) soit 7,14%.

Les résultats obtenus dans le présent travail concordent avec ceux des auteurs qui ont travaillé dans des milieux arides (**Bezzela et al., 2018 ; Youcefi et Marouf, 2022**). Cette dominance des espèces migratrices, compte tenu des conditions trophiques favorables du milieu. Selon **Bezzela et al., 2018**, expliquent que la prédominance des oiseaux migrateurs hivernants reflète l'importance que représente ce site pour l'accueil d'une telle avifaune. En effet, il offre un refuge propice et sécurisé de gagnage pour les oiseaux d'eau qui détiennent à eux-seuls plus que la moitié des oiseaux signalés. En outre, le plan d'eau possède des ressources trophiques riches tant en qualité qu'en quantité pour les oiseaux sédentaires qui sont faiblement représentés par rapport aux oiseaux migrateurs. Parmi ces dernières, on cite le *Tadorna furruginea* et *Himantopus himantopus*.

Par exemple, on note l'hivernage régulière de certaines espèces dans les zones humides de la région de Naama (cas *Anas acuta*, *Anas crecca*, *Anas platyrhynchos*, *Tringa erythropus*), ce qui confirme les constations des auteurs (**BirdLife International, 2021 ; Youcefi et Marouf, 2022**).

La diversité des biotopes humides dans la région de Naama (steppe, Atlas saharien, chotts) joue un rôle important dans l'accueil des oiseaux migrateurs. Outre les espèces hivernantes dans tout le nord algérien qui étendent leur territoire d'hivernage jusque dans le milieu steppique à l'image du Canard souchet, du grèbe castagneux, de la Foulque macroule, et du Fuligule morillon, il accueille des migrateurs en passage printanier et automnal. Il s'agit plus de Limicoles qui hivernent en Afrique sahélienne et qui empruntent notamment en retour de migration la voie ouest et utilisent alors les zones humides pour faire des haltes. Dans ce contexte, ces sites permettront certainement une meilleure protection qui conduira à la restauration des habitats qui peuvent alors accueillir plus migrateurs et éventuellement aussi plus de nicheurs.

Selon **Samraoui et al., (2006)**, plusieurs espèces dont le statut a été décrit comme des oiseaux hivernants ou de passage, tel que le *Tadorna tadorna*, *Tadorna ferruginea*, *Recurvirostra avosetta*, et *Himantopus himantopus* et beaucoup d'autre espèces ont nichées avec succès dans ce complexe. Ces oiseaux d'eau adaptent leurs comportements en fonction des quartiers d'hivernage (**Baldassare et Bolen, 1994**) qui varient selon les conditions climatiques, la disponibilité des ressources trophiques, la profondeur de l'eau et les pressions anthropiques (**Tamisier et Dehorter, 1999**), aussi il est important de mieux comprendre les pressions sélectives qui s'exercent sur l'avifaune en Afrique du Nord, qui représente pour beaucoup de taxons l'extrême limite de leur aire de répartition (**Mayache, 2008 ; Bezzalla et al., 2018**).

D'après **Filter et Roux, 1982**, le cycle biologique annuel des oiseaux d'eau connaît cinq grands événements en général : la migration d'automne, la migration de printemps, l'hivernage, la reproduction et la mue.

Les oiseaux d'eau sont un élément particulièrement attractif et important, du fait de leurs migrations sur de longues distances, et de leur potentiel comme indicateurs de l'état et de la valeur des zones humides (**Jacobs et al., 2006**). La migration est un mouvement saisonnier et régulier de certains oiseaux qui se déplacent entre une aire de reproduction et une aire d'hivernage. A la fin de l'été, les oiseaux mettent le cap sur des régions où l'hiver est plus doux, puis reviennent au printemps pour la reproduction. Durant les migrations, les oiseaux exécutent chaque année deux mouvements obligatoires qui s'effectuent au rythme d'un aller et retour (**Jarry, 1988**).

La migration prénuptiale appelée le REMONT se déroule au printemps du Sud vers le Nord. La migration postnuptiale appelée la DESCENTE s'effectue en fin d'été-automne, du Nord vers le Sud (Gerard, 1987 ; Dorst, 1950 ; Filter et Roux., 1982 ; Saifouni, 2009).

III.7. Etude de cas des oiseaux d'eau

Etude la phénologie et comportement diurne du tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*) dans la zone humide d'Oglat Eddaira (Ain Ben Khelil)

L'étude écologique (phénologie et bilan diurne) du tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*) (Anatidae) au lac Oglat Eddaira (Ain Ben Khelil), Sud-ouest de l'Algérie, a été réalisée pendant trois années consécutives d'août 2017 à juillet 2020. Alors que le tadorne a le statut d'espèce sédentaire, on la trouve toute l'année, persistant en faible nombre au milieu de l'été (juillet-août). Les effectifs de Tadorne ont commencé à augmenter à partir de la première décade de septembre avec l'arrivée des populations hivernantes et reproductrices. De grands nombres de tadornes ont été principalement enregistrés entre fin janvier et début mars. Lors de notre suivi, le bilan des rythmes d'activités diurnes était dominé par l'alimentation dans l'eau et sur les berges (68%), suivi par le lissage (16,77%), la natation (9,85%), le sommeil (4,67%) et le vol. (1,22%). On peut donc conclure que la zone humide d'Oglat Eddaira joue le rôle de pâturage diurne pour cet Anatidé.

Le tadorne casarca *Tadorna ferruginea* (Pallas, 1764) est largement distribuée en Europe du Sud-Est et en Asie centrale (Mackinnon *et al.*, 2000, Shurulinkov *et al.*, 2020), hivernant principalement dans la péninsule indochinoise, l'Inde, le Japon, la Péninsule coréenne, Afrique du Nord (Heinzel *et al.*, 1974) et du centre au sud de la Chine (Mackinnon *et al.*, 2000). La population mondiale est estimée entre 170 000 et 220 000 oiseaux (Wetland International, 2017).



Figure 37. Le tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*) dans la zone humide d'Oglat Eddaira

L'espèce est qualifiée de « quasi menacée » dans les pays de l'UE27 (**Birdlife International, 2015**). De petites populations isolées sont présentes au Maroc, en Algérie et en Ethiopie (**Cramp, Simmons, 1986 ; Madge, Burn, 1988**). Étant l'une des rares espèces qui se reproduisent de manière erratique sur de vastes étendues de régions arides d'Afrique du Nord, le tadorne casarca s'est révélée être une espèce difficile à étudier.

Bien qu'il soit connu que l'Afrique du Nord est une importante zone de reproduction et d'hivernage pour les oiseaux aquatiques (**Green et al., 2002 ; Smart et al., 2005 ; Samraoui et al., 2011 ; Boulekhssaim et al., 2013**). En Algérie, le Tadorne casarca est une espèce phare des zones humides des hauts plateaux et du Sahara. Il fréquente régulièrement de grands plans d'eau peu profonds (**Isenman et Mouali, 2002 ; Boulekhssaim et al., 2006, 2013 ; Noudjem et al., 2015 ; Bounab et al., 2017**). Afin de se concentrer sur le rôle écologique de zones humides protégées dans le maintien des populations d'oiseaux d'eau, il est important de rendre compte de l'écologie (abondance, distribution spatiale et temporelle et suivi du budget temporel diurne) du tadorne casarca *Tadorna ferruginea* dans la zone humide d'Oglat Eddaira. L'intérêt principal de cette recherche est de comprendre les exigences écologiques du tadorne et les menaces qui pèsent sur ces oiseaux, afin d'attirer l'attention sur la nécessité de la conservation et de la gestion des zones humides pour la protection et la préservation des anatidés reproducteurs et hivernants.

La phénologie et le comportement diurne du tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*) ont été étudiés au lac Oglat Eddaira (Ain Ben Khilil) pendant trois années consécutives d'août 2017 à juillet 2020. Les oiseaux ont été comptés chaque semaine ; le comptage individuel est possible lorsqu'un groupe de Tadorne casarca est proche des points d'observation (moins de 200 m) et compte moins de 200 individus, une estimation visuelle est faite dans le cas contraire (**Blondel, 1975 ; Houhamdi, 2002**).

Au cours de la même campagne, un suivi régulier des rythmes d'activité diurne du tadorne casarca *Tadorna ferruginea* a été effectué. Le comptage a été réalisé toutes les heures de 8 h à 17 h pendant le temps d'observation sur 80 à 100 % des individus présents sur le site en utilisant la méthode du scan (instantaneous scan sampling), très adaptée à ce type de terrain (grand, ouvert et peu perturbé) (**Altmann, 1974**) et a été corrigé et amélioré par Baldassare et al. (1988) et Losito et al. (1989). Ainsi, une fois par semaine, d'août 2017 à juillet 2020, nous avons réalisé des scans de la majorité des individus dont les comportements étaient faciles à observer (**Houhamdi, Samraoui, 2001, 2003, 2007 ; Amorabda et al., 2015 ; Merzoug et al., 2015 ; Charchar et al., 2019**). Les activités mesurées sont : dormir, se nourrir dans l'eau et sur les berges, se toiletter, nager et voler.

Les données ont ensuite été analysées à l'aide d'une analyse multivariée des correspondances (avec le logiciel XLStat) pour décrire les relations entre les différentes activités.

III.7.1. Évolution de la population (nombre d'oiseaux)

Le Tadorne casarca a présenté des tendances d'abondance similaires entre 2017/2018, 2018/2019 et 2019/2020 dans la zone d'étude. L'espèce a été trouvée toute l'année, persistante en faible nombre au milieu de l'été mois (juillet/août), avec une population allant de 59 à 91 personnes. Le Nombres de tadorne casarca a commencé à augmenter à partir de la première décade de septembre avec l'arrivée des populations hivernantes et reproductrices. Un grand nombre de tadorne casarca étaient principalement enregistré entre la fin Janvier et début Mars (Fig. 2), confirmant les résultats obtenus lors des études dans les zones arides (**Nouidjem et al., 2012 ; Bensaci et al., 2012, 2013**).

Au cours de la période d'étude, le nombre de tadornes casarca a culminé à 234 oiseaux au cours de la dernière décennie de janvier 2018 et 256 et 264 d'oiseaux pour les deux compagnes 2019-2020 respectivement, dans la première décade de mois de mars (Fig. 38).

Cette augmentation des effectifs est observée chez tous les oiseaux anatidés hivernants et reproducteurs des zones humides méditerranéennes (**Tamisier et Dehorter, 1999 ; Houhamdi, 2002 ; Houhamdi, Samraoui, 2002**).

Il est principalement observé en petits groupes et rarement associé à d'autres espèces d'oiseaux. Les oiseaux occupent les berges et les bords (endroits boueux) des lacs, mais durant les mi-journées, ils traversent le lac sans s'arrêter. Le Tadorne casarca, qui est une espèce sensible à la variation de profondeur d'eau, ne change pas son nombre en fonction de la variation de profondeur d'eau dans cette région, contrairement à ceux des zones humides des régions arides et semi-arides d'Algérie (**Nouidjem et al., 2015 ; Bounab et al., 2017**).

Le tadorne est une espèce présente souvent solitaire et ne se mélange pas trop avec les autres espèces d'Anatidés présentes sur le site, sauf avec le Canard Colvert s'il est présent dans le site. Le canard colvert est rare dans la région.

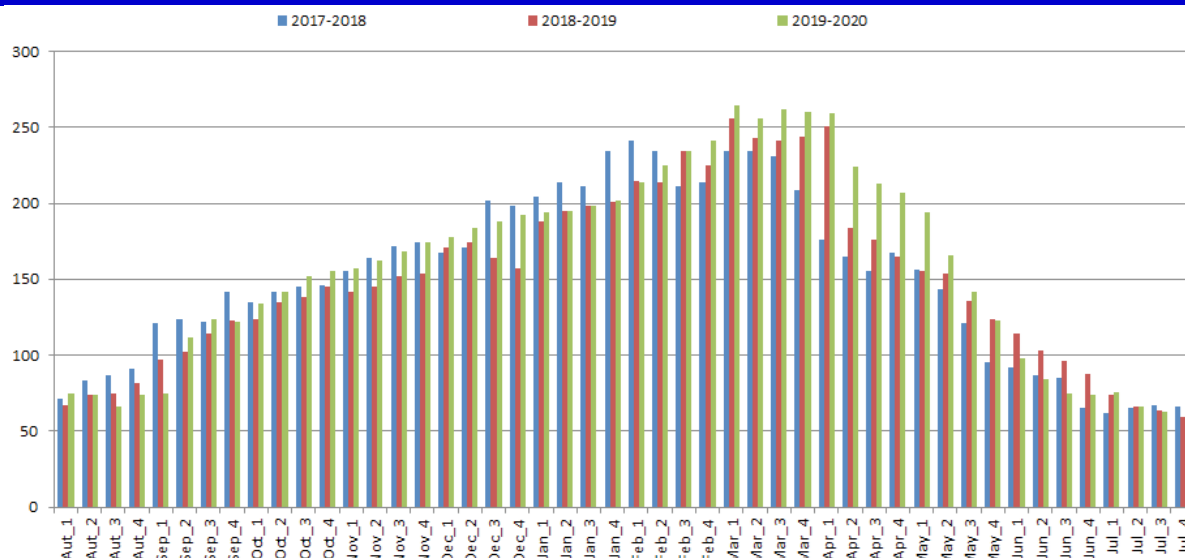


Figure 38. Évolution de l'abondance du Tadorne casarca *Tadorna ferruginea* à Oglat Eddaira (Ain Ben Khilil) en 2017/2018 (bleu), 2018/2019 (rouge) et 2019/2020 (vert)

III.7.2. Etude du comportement diurne

Après 3 ans de suivi hebdomadaire du comportement diurne du Tadorne casarca; l'activité de vol présentait la plus faible valeur du budget temps (1,22 %) de 8h à 17h au lac d'Oglat Eddaira (Ain Ben Khilil). Les résultats obtenus ont montré que le budget temps était dominé par l'activité d'alimentation (alimentation sur berges et alimentation en eau), ce qui a donné une valeur supérieure à 68%.

La deuxième activité diurne était l'activité de lissage avec 16,77 %, suivie de la natation (9,85 %), de sommeil (4,67 %) et enfin, l'activité de vol qui a montré la valeur la plus faible du budget temps (1,22%) (**Fig. 39**).

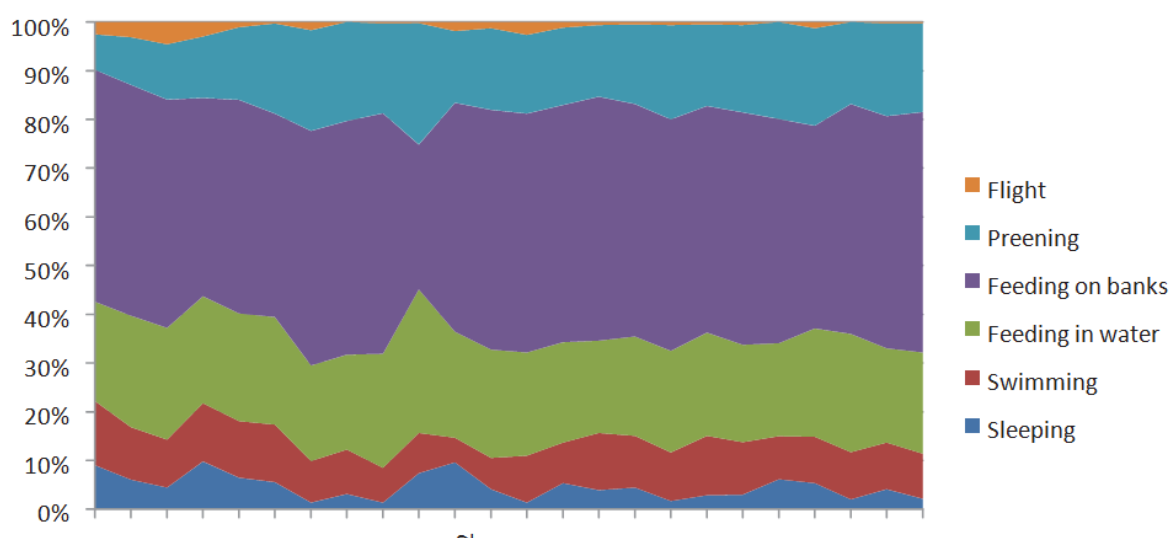


Figure 39. Bilan des activités à rythme diurne du Tadorne casarca *Tadorna ferruginea* à Oglat Eddaira (Ain Ben Khilil) en 2017/2018, 2018/2019 et 2019/2020.

L'alimentation est une activité essentielle pour toutes les espèces d'Anatidae (Tamisier, Dehorter, 1999 ; Houhamdi, 2002 ; Houhamdi, Samraoui, 2002 ; Boulekhssaim *et al.*, 2006 ; Charchar *et al.*, 2016). Au lac d'Oglat Eddaira (Ain Ben Khilil), le tadorne casarca se nourrissait de différentes manières, soit en filtrant la boue de l'eau, soit en marchant sur les berges, soit en nageant dans les régions profondes (25-45 cm) (Khafou *et al.*, 2013). Son régime alimentaire dépend principalement de Crustacés tels que *Hydrobia* et *Artemia* (Chadenas, 2003). Ainsi, pendant la période d'étude et loin de la saison de reproduction, les tadorne casarca ont passé la majeure partie de leur temps à se nourrir. Ces oiseaux mangent différemment au cours de la journée.

Contrairement aux résultats obtenus par Boulekhssaim *et al.*, (2013), Khafou (2014), Nuidjem (2014) et Bounab (2018) au niveau des zones humides du Sahara, des hauts plateaux de l'est de l'Algérie et des zones humides du Maroc, la majeure partie de cette activité a été observé sur les berges le long de la journée (47,88%) dans la zone humide d'Ain Ben Khelil. Le taux d'évolution de cette activité a montré un schéma stable, où le taux maximum a été enregistré à la mi-Mars (51,33%) et le taux minimum au cours du mois de juin (42%) (Fig. 37A).

Dans l'eau, cette activité a été observée avec un taux moyen équivalent à 21,69 % (Fig. 37B). Elle est souvent observée à la mi-journée (11 h et 15 h), où la plupart des oiseaux sont rassemblés dans le plan d'eau et commencent à manger. Ses cours varient peu et affichent une courbe plus ou moins stable. Le taux maximum enregistré est d'environ 24,33 % à 24,66 % durant la mi-novembre et la fin juin.

L'activité de lissage et l'entretien du plumage s'observent principalement dans l'eau et rarement sur les berges. À Oglat Ed दौरا, le tadorne casarca présentait un taux moyen de lissage d'environ 16,67 % (Fig. 39). Le graphique de cette activité montre une variation remarquable au cours de la période d'étude, avec des augmentations et des diminutions observées tout au long de la période de suivi. Le maximum enregistré pour cette activité était de 22,66% à la fin novembre (Fig. 40C). Il convient de noter que pendant la journée, les taux les plus élevés ont été observés tôt le matin. Ces taux diminuaient progressivement au cours de la journée.

La natation est souvent accompagnée d'autres activités telles que l'alimentation, le sommeil et faire la cour. Mais il survient surtout lors d'un changement de lieu et pour éviter la dérive induite par le vent et les vagues, où il se manifeste de manière collective (Tamisier, Dehorter, 1999). Le taux maximum enregistré pour cette activité était d'environ 14,66% à la mi-août (Fig. 40D). Le graphique montre une diminution graduelle dans le temps entre août et

janvier, puis il revient pour montrer une nouvelle augmentation entre la fin janvier et la fin avril. Les taux semblent augmenter vers la fin de la saison d'hivernage.

Dans l'ensemble, le tadorne casarca présentait un taux général de nage estimé à 9,85 % (Fig. 40C). Cette activité est souvent observée à la mi-journée associée à l'activité de natation.

Contrairement aux autres Anatidés, où le sommeil est une activité essentielle (Tamisier et Dehorter, 1999 ; Houhamdi, 2001, 2003, 2007 ; Houhamdi *et al.*, 2008, 2009 ; Merzoug *et al.*, 2014 ; Charchar *et al.*, 2016, 2019 ; Bouchaala *et al.*, 2017), cette activité occupait la cinquième place dans le budget temps diurne du tadorne rousse à Oglat Eddaira avec un taux de 4,67 %. Les taux d'évolution de cette activité dans le temps et tout au long de la période d'étude montrent un rythme en dents de scie, présentant plusieurs pics (Fig. 40E), dont le maximum a été enregistré lors du démarrage de l'étude au cours du mois de septembre (12 %). En général, cette activité a été observée beaucoup plus pendant la mi-journée et a montré des taux décroissants pendant la journée. Cette activité a été observée préférentiellement dans l'eau.

Le vol est observé avec le taux le plus faible (1,22%) dans ce budget temps diurne. Son évolution dans le temps a montré un rythme variable. La première période constatée entre août et décembre a été caractérisée par des taux allant de 0% à 5,33%, où l'on a enregistré le taux maximum, soit 5,33% durant la mi-septembre, et la seconde période notée entre décembre et juillet a montré des taux variant entre 0 % et 4,33 %, avec un maximum enregistré début février (Fig. 40F). Cette activité a été principalement observée tôt le matin. Ces vols concernaient principalement des vols de changement de lieu et de regroupement d'oiseaux dans un plan d'eau. Les vols observés dans l'après-midi étaient souvent causés par des perturbations (humaines et animales) ou survenus suite au vol d'autres oiseaux appartenant à d'autres espèces aviaires, principalement des Anatidés, connus pour leur caractère féroce, entre août et septembre. Il survient souvent à la suite de perturbations par des rapaces diurnes ou après le vol d'une autre espèce d'anatidés.

Cette étude sur les activités diurnes du tadorne casarca à Oglat Eddaira a montré une différence significative par rapport aux études rapportées par Boulekhssaim *et al.*, (2013), Khafou (2014), Nouidjem (2014) et Bounab (2018) dans les zones humides du Sahara, les hauts plateaux de l'est algérien et les zones humides du Maroc, où le tadorne casarca consacre une part importante de son budget diurne au sommeil et au repos. Ces variations des taux d'activité diurne s'expliquent par des différences dans les conditions locales, notamment la disponibilité et la distribution de la nourriture, des facteurs abiotiques tels que la température de l'eau (thermorégulation) et des facteurs biotiques tels que la prédation et la compétition intra et interspécifique.

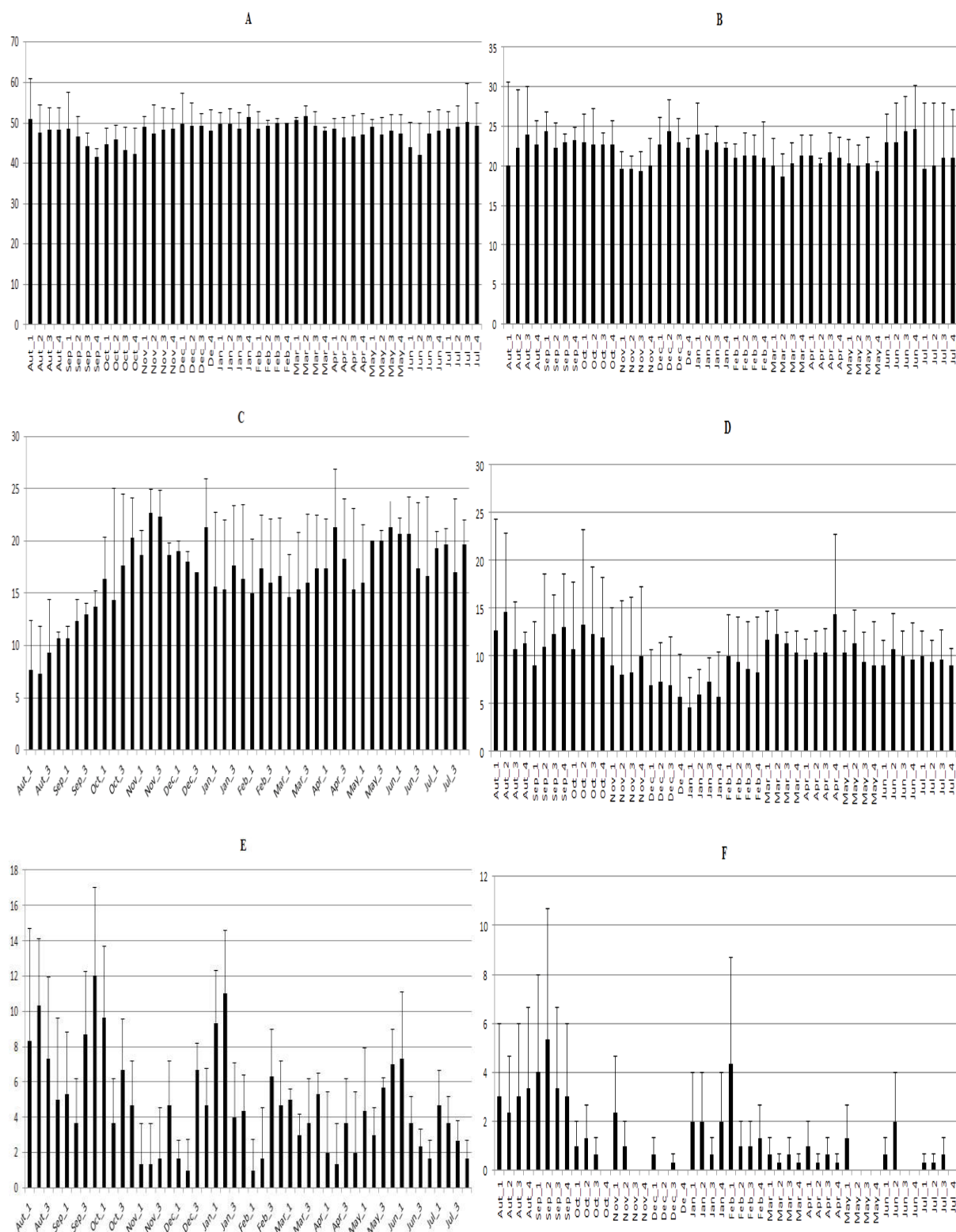


Figure. 40. Évolution des schémas d'activité diurne du Tadorne casaraca *Tadorna ferruginea* dans la zone humide d'Oglat Eddaira (Ain Ben Khilil) en 2017/2018, 2018/2019 et 2019/2020. A : alimentations sur les berges ; B : alimentation dans l'eau ; C : toilettage ; D : nage ; E : sommeil ; F : vol.

Notes : 01 - première semaine du mois ; 02 - deuxième semaine du mois ; 03 - troisième semaine du mois ; 04 - quatrième semaine du mois.

III.7.3. Traitement statistique multivarié des rythmes d'activité diurnes

L'analyse des correspondances représente 60,97% des informations (**Fig.41**) et montre que le comportement diurne du tadorne casarca de la zone humide d'Oglat Eddaira (Ain Ben Khelil) se subdivise en quatre groupes plus ou moins distincts :

Le premier groupe représenté par l'activité dominante qu'est l'alimentation des berges, enregistrée avec des taux élevés lors de notre suivi, caractérise généralement la période entre janvier et juillet (Fig. 38). Pendant cette période, le niveau d'eau du lac, où l'oiseau consacre l'essentiel de son temps à manger sur les berges, monte sous l'effet de la pluie. Ces résultats corroborent les résultats d'études ultérieures menées par **Nouidjem (2014)**, **Khaff ou (2014)** et **Bounab (2018)** et confirment la sensibilité du tadorne casarca aux eaux profondes

Le second groupe est représenté par le lissage. Au cours du mois de novembre, il caractérise généralement les nouveaux arrivants au lac qui doivent changer leurs plumes abîmées après une longue migration. Entre les mois de mai et juin et lors des journées ensoleillées, on observe que l'oiseau lisse soigneusement sa plume sur les rives du lac.

Le troisième groupe comprend l'alimentation dans l'eau, le sommeil et la nage (Fig. 38). Ces trois activités sont enregistrées pendant les mois d'octobre à septembre, pendant la période d'hivernage, qui se caractérise par l'arrivée de la population migratrice, où l'alimentation et le sommeil dans l'eau représentent le meilleur moyen de récupération et de conservation de l'énergie, et pendant la période d'avril à juin ; période de reproduction où l'oiseau commence à chercher son partenaire et à construire son nid. Ces activités sont également observées pendant la période de mi-journée. Enfin, le dernier groupe représenté par le vol a été observé avec de faibles taux lors de notre suivi. Cette activité caractérise également les premières arrivées au lac (août-septembre), où l'on observe des vols de positionnement ou des changements de groupe.

L'analyse des correspondances montre également que l'activité alimentaire est associée à la nage. Cela permet aux oiseaux de se nourrir à la surface de l'eau dans des zones dégagées de toute végétation et à l'écart des autres canards occupant les mêmes terres de la zone humide (**Fig. 41**).

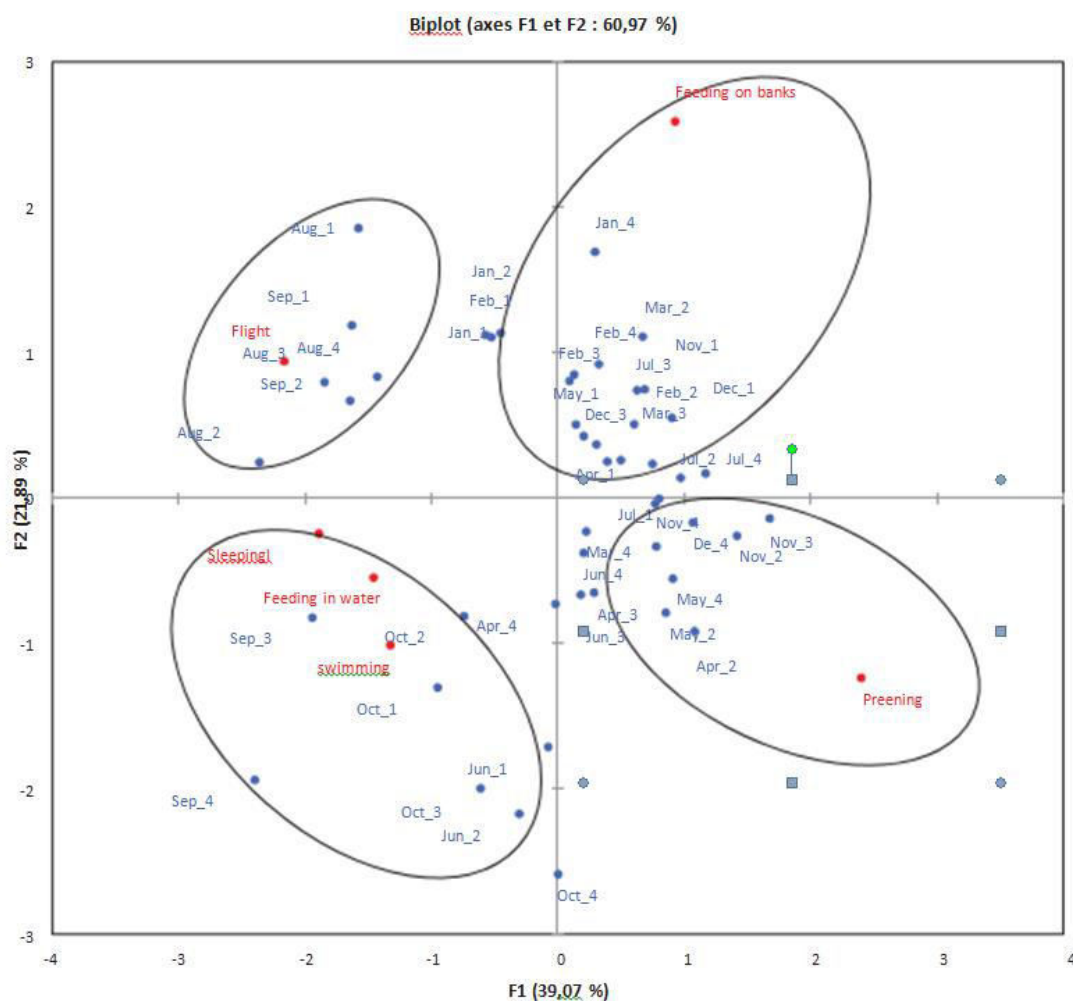


Figure 41. Analyse (CA) plan factoriel 1×2 des rythmes diurnes des activités du Tadorne casarca *Tadorna ferruginea* dans la zone humide d'Oglat Eddaira (Ain Ben Khilil) durant les années 2017/2018, 2018/2019 et 2019/2020.

(Notes : 01 - première semaine du mois ; 02 - deuxième semaine du mois ; 03 - troisième semaine du mois ; 04 - quatrième semaine du mois).

Ainsi, comme tous les plans d'eau de la région (Sahara), Oglat Ed दौरا (Ain Ben Khilil) est un terrain de pâturage diurne très approprié pour le tadorne casarca et pour de nombreuses autres espèces d'Anatidés. Cet engraissement diurne est constaté en début de matinée sur les berges du lac et au fil de la journée, le tadorne casarca *Tadorna ferruginea* entre dans l'eau et continue à se nourrir soit en inclinant ou plongeant sa tête ou seulement son bec.

Ces résultats, collectés sur trois années consécutives de suivi, apportent cependant de nouvelles informations sur le comportement diurne des Anatidés. Mais nous pensons qu'il serait préférable de déterminer le rôle écologique et le fonctionnement de cet écosystème aquatique continental sur plusieurs années (hivernage et reproduction) et de fédérer les travaux sur l'ensemble des espèces d'Anatidés car il est nécessaire à la conservation et/ou à la restauration de cet écosystème humide.

Chapitre IV :**Menaces et perspectives de développement des zones humides dans la région de Naâma****Introduction**

La région de Naâma recèle d'importantes bio-ressources réparties sur les plaines steppiques, les montagnes, les chotts et l'espace présaharien et saharien. Il est aussi considéré comme une région particulièrement riche en ressources naturelles et en diversité biologique. Le phénomène de désertification (sécheresse et ensablement) a atteint un seuil critique, menaçant sérieusement et de manière régulière les ressources naturelles, les écosystèmes, les infrastructures et les populations et leurs biens.

L'objectif de ce chapitre est d'établir un diagnostic écologique pour déterminer les potentialités et les contraintes des zones humides et de ses environs immédiats, et ensuite de définir les mesures de protection de ces sites d'importance écologique.

VI.1. Identification des menaces et les Facteurs défavorables affectant les caractéristiques écologiques des zones humides de la région de Naâma

Les zones humides de Naâma ont des valeurs importantes et jouent un rôle primordial pour maintien durable des équilibres naturels. Malgré leur importance, les zones humides sont en état de détérioration. La biodiversité de ces zones humides est soumise à une dégradation souvent irréversible et se trouve confrontée à plusieurs altérations.

Elles sont subies de nombreuses menaces d'ordre naturelles et d'ordre anthropiques qui pèsent sur la biodiversité : Pression démographique, la sécheresse, la désertification, les phénomènes naturels de grande ampleur comme la salinisation et le comblement par l'érosion, la surexploitation des nappes associées, utilisation abusive des ressources en eau (pour l'agriculture et le développement touristique), exploitations excessives de l'agriculture, le drainage, la pêche et de l'élevage, la faiblesse de la législation algérienne en faveur de la protection des zones humides, car aucune lois juridiques régissant directement la protection des zones humides, la perte et/ou la perturbation des habitats, conversion des habitats, les espèces étrangères invasives, réduction de la surface de leurs plans d'eau, la surexploitation, le changement climatique et la pollution par les rejets pollués d'eaux usées (SRAT, 2010 ; DGF, 2006 ; Medouni, 1996 ; Bouldjedri *et al.*, 2011 ; Benaradj et Boucherit, 2014).

L'absence d'aires protégées intégrant les écosystèmes qui caractérisent cette région tels que atlasique, steppique, forestier, oasien et aquatique, constitue également un handicap au maintien de la biodiversité (MATE, 2013).

Pour le cas de la végétation, le surpâturage entraîne la dégradation de la végétation qui empêche de la régénération et même le tassement du sol qui rend imperméable lors de la germination des grains. En effet, la dégradation de la végétation hygro-halophytes qui est le refuge et le site de reproduction de plusieurs espèces sédentaires et/ou nicheuses. Ce qui perturbe significativement l'occupation spatiotemporelle du site par les oiseaux d'eau.

Pour le cas de la faune et l'avifaune aquatique en particulier, on note les menaces suivantes : le dérangement, la chasse, la récolte des œufs, la capture des oiseaux, le braconnage, le manque d'équipements de surveillance de ces sites et la dégradation des habitat écologique (Cyr, 2013 ; Gourari *et al.*, 2021). Selon Bezella *et al.*, (2018), la chasse représente également une des sources majeure de dérangement des oiseaux notamment ceux qui se trouvent près des drains et à la périphérie. Le prélèvement d'œufs ou d'oisillons aux nids de certaines espèces nicheuses en bordures des deux plans d'eau.

La pression de la population et l'avancée de l'agriculture sur les écosystèmes menacent la faune sauvage, du fait que ces activités requiert souvent une transformation préalable des espaces naturels qui conduit à la détérioration progressive des habitats de la faune sauvage et à la diminution des espèces animales autochtones et de la biodiversité végétale (ME, 2003)

VI.1.1. Cas de la zone Humide « Oasis de Moghrar et Tiout »

Les facteurs défavorables aux caractéristiques écologiques sur le site Oasis de Moghrar et Tiout, qui touchent le site de façon négative et accélèrent la dégradation de la biodiversité du patrimoine phœnicicole est ainsi menacée sur la région de Naâma (DGF, 2003 ; SRAT, 2010):

- Intensification des phénomènes de sécheresse/Aridité par une rudesse climatique particulière.
- Pompages excessifs dans la nappe phréatique mettent en danger les foggaras,
- Utilisation de nouveau mode de production par le développement de l'agriculture moderne a favorisé la mise en place d'une nouvelle agriculture basée sur la grande exploitation en monoculture et l'irrigation à partir de moyens puissants de pompage de l'eau.
- Le fléau de l'ensablement est l'un des principaux problèmes auxquels est confronté l'oasis, plusieurs foggaras se sont effondrés et d'autres se sont ensablées et détériorées
- L'assèchement des nappes, par la remontée de la nappe superficielle et par la salinisation des terres agricoles.
- L'utilisation de techniques modernes de captage d'eau.
- Abandon de la foggara des Oasiens.

- Changement climatique et conditions géologiques et climatologiques agressives,
- Salinité de ses eaux due à une concentration suite une évaporation intense
- Les mutations régressives s'expliquent par la croissance démographique, la surexploitation des ressources en eaux, la remontée des sels.
- Abandon de la palmeraie
- Assèchement de la nappe initiale
- Élevage d'animaux et pâturage
- une exploitation inappropriée des ressources naturelles entraînant leur désertification et la déstabilisation de leurs fonctions sociales avec un appauvrissement des populations qui y vivent
- Abandon progressif des modes de gestion traditionnels
- la sécheresse et le réchauffement climatique
- La salinisation due aux eaux d'irrigation, généralement situées au niveau des dépressions (problème du drainage) et au manque d'entretien du réseau de drainage
- les mutations socio-économiques qui encouragent l'intensification culturelle et la spécialisation, voire à la monoculture
- Le développement de l'agriculture moderne qui a favorisé un rabattement des nappes par la mise en place d'une nouvelle agriculture basée sur la monoculture et l'irrigation (diminution ou un tarissement du débit),
- l'ensablement,
- les facteurs de désertification liés,
- l'augmentation du volume des rejets des eaux usées dans les centres urbains,
- le risque de développement de maladies,
- l'inadaptation des textes qui régissent l'utilisation des ressources en terre, conditionnées par les ressources en eau, ne facilitant pas l'accès et la mise en valeur de ces terrains.
- la perte de ces terres et à leur conversion à d'autres usages.



Figure 42. Facteurs menaçants de la zone humide des « Oasis de Moghrar & Tiout »
(Surpâturage ; Érosion ; Pompage ; maladies des palmiers)

VI.1.2. Cas de la zone Humide de « Cirque d'Ain Ouarka »

Les principales facteurs défavorables aux caractéristiques écologiques sur le site de Cirque d'Ain Ouarka (DGF, 2004 ; Youb, 2008) sont:

- Déversements des eaux de bain public (Hammam) contiennent produits cosmétiques de toilette (shampooing, savon, henné...) et des produits détergeant dans le lac mitoyen ont conduit les autorités locales au raccordement des eaux usées du Hammam au collecteur d'égout du village touristique (Bungalows).
- Décharge publique et lieux de rejets des eaux usées, décharge de matériaux ferreux, débris, gravats et ordures
- Pollution et Eaux usées. La superficie de ce lac, qui était autrefois estimée à 13 hectares, s'est également réduite à moins de 4 hectares, car il a perdu beaucoup de ses particularités, notamment le nombre d'oiseaux endormis dont la reproduction a diminué ces dernières années en raison de cette pollution
- Le rejet des eaux usées directement dans les étangs et dans le versant opposé en pleine nature
- Gestion irrationnelle des eaux tant sur le plan technique que sur le plan économique, ce qui pourrait conduire à moyen terme à un véritable drame écologique (assèchement des lacs).
- Tourisme thermal
- Déchets de l'urbanisation
- Urbanisation et extension touristique et aménagements touristiques
- Le prélèvement d'eau
- Surexploitation,
- Salinisation,
- Prélèvement d'espèces, Chasse et Braconnage : le phénomène croissant de la chasse des types d'oiseaux migrateurs par certains pendant leurs saisons de migration, a conduit à l'extinction d'espèces rares et a créé un environnement dangereux pour elles dans cette région. De nombreux canards et autres oiseaux qui vivent dans les zones humides ont été enlevés.
- Exploitation irrationnelle du sel gemme
- Dérangement par population et les visiteurs
- Dégradation d'habitat (végétation)
- Phénomène d'eutrophisation



Figure 43. Facteurs menaçants de la zone humide de Cirque d'Ain Ouarka (surexploitation ; pollution ; sécheresse ;....)

VI.1.3. Cas de la zone Humide d' « Oglat Ed-daira »/Ain Ben Khelil

Parmi les facteurs défavorables aux caractéristiques écologiques sur le site d'Oglat Ed-Daira (DGF, 2004 ; Bouzenoune, 1999, Kaabèche, 2005 ; Amara, 2006), qui manifestent par une baisse de nombre d'oiseaux d'eau migrateurs dans la zone humide par la dégradation de la couverture végétale et celle des sols sont :

- l'agriculture et l'élevage
- les défrichements et dégradation du couvert végétal,
- le pacage excessif et coupes illicites,
- le détournement de l'eau pour l'abreuvement du cheptel,
- l'envasement du lac et l'envahissement des formations dunaires
- Surexploitation des ressources et des parcours
- Dérangement par les excursions et les sorties des visiteurs
- forte pression anthropique dans les environs immédiats du Haoud qui est souvent l'attraction des troupeaux et de la faune sauvage
- sécheresse et la faible pluviométrie engendrant une réduction du plan d'eau
- le processus de désertification constitue la principale menace
- le braconnage menacent sérieusement l'écosystème ;
- l'ouverture de nouvelles pistes traversant le haoud
- la pollution de l'eau

- Les pompages illicites d'eau pour l'irrigation des terres agricoles avec surtout l'installation d'une activité agricole à proximité des zones humides peuvent à long terme entraîner l'assèchement de plans d'eau. Selon **Medouni (1996)**, ces pompages dilapident une considérable quantité d'eau vitale pour l'avifaune aquatique
- la récolte des matériaux (bois, roseaux, terre)



Figure 44. Facteurs menaçants de la zone humide d'Oglat Ed-daira (-Surpâturage ; -sécheresse et assèchement du lac ; exploitation du bois ; défrichement des parcours ; ...)

VI.2. Mesures de Conservation et de gestion

Les zones humides de Naâma méritent la mise en œuvre d'outils et de moyens adéquats afin d'assurer leur préservation, leur gestion et leur valorisation dans le cadre du développement durable. Plusieurs actions ont été menées ces dernières années pour la conservation et la gestion des écosystèmes :

- Ratification de l'Algérie à la convention de Ramsar (dès 1982), pour l'élaboration d'une gestion stratégique qui repose sur la vision d'un programme durable pour le classement et la mise en valeur de toutes les zones humides recensées à travers le territoire national.
- la mise en œuvre de la convention de Ramsar comme le projet de gestion intégrée
- classement ces 3 sites (Oasis Moghrar & Tiout, Cirque d'Ain Ouarka et lac d'Oglat Ed-daira) de la région de Naâma comme des zones humides dans la liste de Ramsar. Ce classement constitue un label de reconnaissance international, et non une protection réglementaire ou une mesure contraignante.
- Reconnaissance et classement international des zones humides répondant aux critères de la liste Ramsar.
- Actions de sensibilisation du public à valeurs naturelles, économiques et culturelles par l'organisation des journées dans différentes régions du pays (journée Mondiale des zones humides).
- En matière de stratégie de gestion de cette biodiversité menacée, la conservation in situ par le biais de la création d'aires protégées est vitale, mais il reste à définir les catégories les plus adéquates dans la gamme proposée par la législation en vigueur, qui demeure encore assez limitée et qu'il conviendrait d'agrandir et d'en préciser les attributs (**Benkheira, 2008**)
- La connaissance de l'origine de différentes menaces et les pressions qui s'exercent sur ce biotope, et de chercher les solutions pour une meilleure gestion. L'importance des zones humides et le souci de leur protection contre toute menace de dégradation imposent une parfaite connaissance de leurs composantes (sol, eau et végétation).
- La gestion de ces aires nécessite une base de données scientifique fiable sur le capital faunistique disponible, la dynamique des populations animales et leurs réponses aux perturbations naturelles (sécheresse...) ou anthropique (chasse, prélèvements pour l'exportation, aménagements liés au développement, exploitation des mines....) (**ME, 2003**) ;
- La nécessité de maintenir et de préserver les caractéristiques écologiques et les richesses de ces zones, par une utilisation rationnelle des ressources

- L'élaboration de plans de gestion visant à assurer un développement participatif, durable et équitable est donc une priorité. Ces plans devront être conçus de manière intégrée, en conciliant tous les objectifs de développement durable.
- Formation des gestionnaires des zones humides en direction des cadres exerçant dans les structures déconcentrées de l'administration des forêts.
- Organisation des campagnes de nettoyage,
- Signalisation des dangers des cours d'eau,
- boisement des berges des plans d'eau
- réalisation de panneaux d'orientation et d'autres de sensibilisation sur la fragilité des sites.
- Lutte contre l'avancée du désert,
- la protection contre l'ensablement,
- les campagnes de reboisement,
- l'élimination des déchets et l'entretien des lacs pour la survie
- l'interdiction du pompage d'eau illicite,
- la lutte contre le braconnage et la chasse illégale.
- la conservation les espèces floristique et faunistique.
- une surveillance permanente des sites, (préservation, et leur sauvegarde)

L'ensemble de ces mesures conservatoires devrait en outre impérativement être accompagné d'une campagne de sensibilisation des populations locales sur l'intérêt de la conservation des milieux naturels, en vue de leur implication dans la gestion des sites (**Bouahim *et al.*, 2010**).

VI.2.1. Cas de la zone Humide « Oasis de Moghrar et Tiout »

Les oasis constituent également des zones humides d'intérêt majeur. Leur importance écologique, économique et sociale en fait des sites d'aménagement et de préservation prioritaires.

La protection du système oasien et des palmeraies nécessite des mesures suivantes :

- Réhabilitation et de sauvegarde les infrastructures hydrauliques traditionnelle (foggara)
- La sauvegarde ce patrimoine écologique, biologique, social et culturel de valeur mondiale.
- La sauvegarde et la conservation du patrimoine phytogénétique indispensable pour permettre aux systèmes de culture oasiens de conserver leurs potentialités d'adaptation, de résistance et de production,
- Une gestion maîtrisée et rigoureuse de l'eau
- entretien des systèmes hydrauliques oasiens et réhabilitation des systèmes d'irrigation et de drainage),

- le maintien et l'extension des protections végétales naturelles : jardins, palmeraies avec notamment l'arrêt de l'urbanisation de ces palmeraies,
- Le maintien et le développement des productions agricoles et des systèmes productifs adaptés au système oasien,
- Mettre en œuvre les opérations d'éducation et de sensibilisation destinées aux élèves et la population issus des clubs verts, de surveillance et de recensement des oiseaux aquatiques migrateurs en zones humides.

VI.2.2. Cas de la zone Humide de « Cirque d'Ain Ouarka »

- Interdiction de l'utilisation des produits chimiques (shampooings, divers savons et les détergents) par les curistes est formellement obligatoire.
- Le déversement, écoulement, dépôts directs ou indirects de toutes matières susceptibles d'altérer le milieu aquatique sont strictement interdits
- Encouragement des ONGs pour participer à la conservation de l'éco– système de AinOurka.
- Installation d'une zone d'extension touristique
- protéger l'environnement du site et procéder à une gestion rationnelle des ressources
- classement comme aire protégée,
- installation d'une station d'épuration des eaux usées afin de protéger la biodiversité existante par l'utilisation des systèmes simples tels que le lagunage. Ce dernier consiste à favoriser les actions de la nature sans apport d'énergie ni de moyen mécanique ou chimiques se présente de nos jours comme alternative intéressante pour l'épuration des eaux usées (Youb, 2008).
- Interdire le transport du sel par voie motorisée le long de la route contournant les lacs. Cette mesure permettra à la faune le calme nécessaire à son développement.
- Limiter l'expansion de la salinité et l'envasement de grandes parties du des bassins d'eau douce
- La mise en valeur de ce lac continental, qui est un refuge pour les oiseaux migrateurs.
- Procéder en urgence à la modification du mode de captage de la source thermale en vue de permettre au trop plein de se déverser comme auparavant dans les lacs en vue de lui assurer une régénération naturelle progressive.
- Intégrer la protection de l'écosystème d'Ain Ouarka dans la démarche d'aménagement environnemental.

VI.2.3. Cas de la zone Humide d' « Oglat Ed-daira »/Ain Ben Khelil

- Travaux de restauration (reboisements),
- Plantation de la bande verte autour du village de Ain Ben Khelil (**Bouzenoune, 2003, Kaabèche, 2004**).
- la conservation de toutes les espèces d'oiseaux (migrateurs et sédentaires)
- Réhabilitation et mise en défens des parcours steppiques

Conclusion

Les zones humides de la wilaya de Naâma constituent un patrimoine naturel remarquable en raison de leur richesse biologique floristique et faunistique et de leur attrait touristique très particulier du fait de sa position géographique et climatique (aride et saharien) par une partie des plaines steppiques au nord et d'autre dans l'atlas saharien au Sud.

Ces zones humides par leur potentialité écologique particulière (qualité paysagère), doivent bénéficier d'une protection stricte qui nécessite une surveillance permanente. Ceci n'implique que les mesures de protection, par la sensibilisation de la population locale, la gestion durable et de conservation de ces ressources naturelles.

À partir de ce travail, on peut dire que les écosystèmes humides des régions arides sont très vulnérables aux effets anthropiques et aux conditions climatiques très rudes, ce qui a des conséquences directes sur la flore et la faune.

En perspective, il est urgent de comprendre les impacts de dérangement anthropique des habitats sur la biodiversité des zones humides en Algérie et particulièrement dans les régions arides qui présentent une sensibilité élevée.

Conclusion Générale

Conclusion générale et Perspectives

La wilaya de Naâma est une région steppique par excellence, caractéristiques du Sud oranais où l'équilibre écologique est compromis par l'action conjuguée des facteurs anthropiques et des aléas climatiques ces deux dernières décennies. La wilaya comprends plusieurs zones humides éparpillées sur le territoire de la (oasis chotts, sebkhas, les dayas et les lacs), dont trois sont classées sur la liste de la de Ramsar d'importance internationale. Il s'agit de la zone humide « Le cirque de Aïn Ouarka » dans la commune d'Asla, « Les oasis / palmeraies de Tiout et de Moghrar » ainsi que « Le lac de Oglat Eddaira » dans la commune d'Aïn Ben Khelil. Par sa position géographique particulière, ces zones humides forment un vrai carrefour ou de relais pour les oiseaux migrateurs car se trouvant sur la route ou « flyway » de l'Ouest Algérien et de l'Algérie occidentale vers l'Afrique. Ce sont des sites d'escale, d'accueil incontournable et des haltes indispensables de passage d'hivernage et de reproduction pour nombreux oiseaux d'eau migrateurs et sédentaires.

La première zone humide, le lac d'Ogla ed-daïra est situé en plein zone steppique aride à Aïn Ben Khelil à eau saumâtre, saisonnier; généralement est alimenté par les eaux de ruissellement d'oueds temporaires. La deuxième : le Cirque de Aïn Ouarka, est situé au cœur des Monts des Ksours dans l'Atlas Saharien occidental, le site qui fait partie de la commune de Asla, et la troisième zone humide représentée par les Oasis de Moghrar et Tiout sont reliées par un important cours d'eau, l'Oued Namous. Elles se localisent sur le revers Sud des Monts des Ksour avec leurs regs, hamadas et oueds plus ou moins sec, dans le bioclimat saharien caractérisé par de faibles précipitations, 100 mm/an environ.

Du point de vue climatique, la région est caractérisée par un climat de type méditerranéen avec un gradient bioclimatique décroissant du Nord au Sud, allant du semi-aride à l'aride inférieur et présaharien. Les précipitations sont faibles et irrégulières, elles varient de 190 à 250 mm/an. La fréquence de la sécheresse semble augmenter dans les dernières décennies. L'étude climatique montre une diminution très nette des précipitations et une légère augmentation des températures. Cela place les stations météorologiques sur le climagramme d'Emberger vers des bioclimats plus secs et plus chauds. Les zones humides présentent une grande amplitude bioclimatique et sont soumises à un climat semi-aride, aride à saharien. Ils se contentent d'une faible pluviométrie, de l'ordre de 150 à 250 mm/an et parfois moins. Ce phénomène s'étend des hautes plaines steppique jusqu'au piémont de l'atlas saharien dont les moyennes annuelles des précipitations oscillent entre 250 mm au Nord et 150 mm au Sud. Les données relatives à la température montrent des hivers froids ($-0,3 < m < 2^{\circ}\text{C}$), et des étés très chauds ($32^{\circ}\text{C} < M < 39^{\circ}\text{C}$). Ceci coïncide avec les étages de végétation du Mésô et du thermo-méditerranéen.

Du point de vue floristique, les zones humides présentent une importante diversité floristique sur le plan biologique, systématique et biogéographique. L'inventaire floristique réalisé sur l'aire d'étude permet de recenser 210 taxons, répartis en 44 familles et 148 genres. L'analyse systématique de la flore recensée est très variable et hétérogène. Les Asteraceae et les Poaceae, Fabaceae et Brassicaceae sont les mieux représentées dans le cortège floristique avec un taux de 48% de la richesse floristique. L'analyse biologique établie selon la liste floristique globale, montre l'importance et la prédominance des thérophytes sur les autres formes avec 125 espèces soit 59,52%, cette prédominance est caractéristique de la végétation des régions arides qui s'adaptent au milieu saharien et steppique. De l'analyse biogéographique, il ressort la prédominance de l'élément méditerranéen, élément endémique et Sahariens avec, ces 3 éléments comptent un taux élevé de 71, 42 % soit 150 espèces. Cette distribution biogéographique des espèces met en évidence les divers éléments phytochoriques, cette répartition est constituée par un ensemble hétérogène et confirme l'affinité méditerranéenne de la flore de la région qui s'agence entre les 2 ensembles les hautes plaines au Nord steppique et l'atlas saharien au Sud. Les types biologiques et phytogéographiques permettent d'apprécier les différentes stratégies d'adaptation de vie et une large répartition géographique. Le cortège floristique cache une grande phytodiversité hétérogène sur plan quantitatif et qualitatif ; celle-ci est liée à la position géographique, à la structure édaphique, à l'histoire géologique, à l'altitude, aux types de végétation méditerranéens steppiques ou sahariennes, à l'orographie, à la diversité des climats, à la topographie, à la nature et à la profondeur des sols, et aux divers degrés de la pression anthropozoïque.

Ces zones humides possèdent aussi une végétation indicatrice et caractéristique des milieux humides, composée majoritairement de plantes hygrophiles et hydro-halophytes (affectionnant les sols riches en eau). Les plus communes de ces espèces sont le roseau *Phragmites australis*, le jonc (*Juncus maritimus*), le tamarix (*Tamarix gallica*) et des herbacées hygrophiles. Ces plantes se développent sur des sols humides de manière temporaire ou permanente et affectionnent les abords du plan d'eau (lacs, mares, étangs, oued). Elles sont adaptées aux variations souvent brutales et extrêmes des niveaux d'eau et sont ainsi caractéristiques des zones humides. Cette végétation hygrophile (Tamaricaceae, Rosière, Juncaceae) autour plans d'eau représente un biotope pour la faune sauvage, et plus particulièrement pour l'avifaune aquatique, sédentaire ou migratrice qui le fréquente régulièrement. L'analyse de la distribution qualitative et quantitative, confirme l'importance des zones humides algériennes pour l'hivernage des oiseaux d'eaux.

Du point de vue avifaunistique, ces zones humides renferment aussi un fort potentiel biogénétique avec plus 28 espèces d'oiseaux d'eau. L'inventaire de l'avifaune aquatique durant une période d'étude a permis de recenser 28 espèces réparties en 9 ordres et 11 familles et 23 genres dans la zone d'étude. L'ordre dominant et le plus riche en espèces est celui des Ansériformes, avec 11 espèces avec une seule famille des Anatidées. Les Charadriiformes viennent en deuxième position avec 3 familles et 6 espèces (Charadriidae, Recurvirostridae et Scolopacidae), puis viennent les Gruiformes (3 espèces), les Phalaropteriformes, les Péléciformes puis les Podicipediformes respectivement et qui sont représentées chacune par 1 ou 2 espèces. La famille des Anatidées est la plus dominante représentative en matière de richesse spécifique avec 11 espèces (soit 39,28%) ou les Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*) est très abondant dont deux populations ont été distinguées sédentaires et une autre hivernante. La présence du Canard souchet (*Anas clypeata*) est aussi importante. Ces canards sont souvent regroupés sur les plans d'eaux.

Sur le plan biogéographique, l'avifaune aquatique recensée appartient à 9 types fauniques. Le type faunique Paléarctique domine les autres types avec un pourcentage de 28,75%. Il est suivi par l'Ancien monde et l'Holarctique avec 5 espèces chacun (17,86%) puis par le Cosmopolite et Sarmatique avec 10,71% chacun et enfin les types fauniques monospécifique (Paléoxérique, Méditerranéen Turkmène-Méditerranéen Indo-Africain) avec 3,57%. D'une manière générale, l'avifaune observée est dominée par le type paléarctique. Plus précisément les origines européennes, européo-turkestaniennes et méditerranéennes y tiennent une large part. La dominance de type faunique "Paléarctique" montre que l'avifaune a une tendance biogéographique d'appartenance à l'aire du Paléarctique.

Le suivi régulier des effectifs de l'avifaune aquatique nous a permis de définir le statut et la phénologie de toutes ces espèces dans la région de Naâma. Globalement, ces zones humides sont exploitées par les oiseaux d'eau pour y hiverner et y stationner pendant leurs migrations, ou même s'installer pour s'y reproduire. Les oiseaux peuvent avoir plusieurs statuts phénologiques en fonction de la période de l'année durant laquelle ils sont présents dans un lieu donné. L'analyse du statut phénologique des 28 espèces d'oiseaux d'eau retenues met en évidence l'abondance d'espèces répondant aux statuts d'Hivernant et migrateur. Nous avons enregistré 15 espèces Hivernantes soit 53,57% de l'ensemble de l'avifaune recensée, 11 espèces migratrices et 2 espèces sédentaires soit 7,14%. Il en ressort ainsi, que ces zones humides de Naâma jouent un rôle primordial dans le maintien de l'avifaune aquatique pendant les saisons d'hivernage et de nidification des oiseaux d'eau.

Le statut de protection de l'avifaune aquatique de la région de Naâma reflète l'importance de ce site sur le plan national et international. Au total 15 espèces (53,57%) recensées sont protégées par la loi Algérienne (n°12-235) dont une espèce figure dans la catégorie «Vulnérable» (VU) de la liste rouge des espèces menacées d'extinction de l'Union Internationale pour la Conservation de la Nature (UICN). Ce taux représente 27% de l'avifaune aquatique algérienne protégée, où les Anatidae prédominent avec 5 espèces. 89,28 % des espèces recensées ont un statut de préoccupation mineure selon la liste rouge de l'IUCN. Nous constatons aussi, que la famille la plus dominante en espèces protégées est celle des Anatidés, elle compte 9 espèces sur les 16 recensées en Algérie parmi lesquelles, six (6 espèces) sont protégées à savoir : *Anas platyrhynchos*, *Aythya ferina*, *Marmaronetta angustirostris*, *Oxyura leucocephala*, *Tadorna ferruginea* et *Tadorna tadorna*.

L'étude écologique (phénologie et bilan diurne) du tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*) (Anatidae) au niveau lac Oglat Ed दौरا (Ain Ben Khelil) a été réalisée pendant trois années consécutives de suivi. Elle montre que le tadorne casarca a le statut d'espèce sédentaire, on la trouve toute l'année, persistant en faible nombre au milieu de l'été (juillet-août). Les effectifs ont commencé à augmenter à partir de la première décade de septembre avec l'arrivée des populations hivernantes et nicheuses. De grands nombres de tadornes ont été principalement enregistrés entre fin janvier et début mars. Lors de notre suivi, le bilan des rythmes d'activités diurnes était dominé par l'alimentation dans l'eau et sur les berges (68%), suivi par le lissage (16,77%), la natation (9,85%), le sommeil (4,67%) et le vol. (1,22%). Nous pouvons donc conclure que la zone humide d'Oglat Ed दौरا joue le rôle de gagnage diurne pour cet Anatidé.

L'analyse de ces résultats nous a permis de montrer l'importance de ces sites à l'échelle locale, régionale et internationale sur le plan floristique et faunistique. Ainsi, la présence d'une diversité floristique et avienne, ce qui justifié leur classification comme des zones humides sur la liste de la Convention Ramsar d'importance internationale. Elles renferment une flore riche, en espèces protégées endémiques vulnérables et menacées (*Helianthemum lippi*, *Helianthemum hirtum*, *Pistacia atlantica*, *Saccocalyx satureioides*) et une avifaune aquatique avec 12 espèces d'oiseaux protégées. Elles constituent un refuge hivernal important pour l'avifaune aquatique, en particulier les espèces protégées (*Aythya anyroca*, *Oxyura leucocephala*, *Anas clypeata*, *Anas platyrhynchos*, *Anas acuta*, *Tadorna ferruginea* et *Tadorna tadorna*. Cette biodiversité est liée à la position géographique, à la structure édaphique, à la géologie, à l'altitude, aux types de végétation steppique ou saharienne, à l'orographie, à la diversité des climats, à la topographie, à la nature des sols et enfin aux divers degrés de la pression anthropozoïque.

L'évolution temporelle de l'avifaune aquatique au cours de la période d'étude nous a permis de déterminer leurs modalités d'occupation spatiale des zones humides de Naâma.

Les données bioécologiques obtenues par les études floristiques et faunistique (avifaune aquatique et terrestre) et la variabilité spatio-temporelle de leur biotope au cours de ces dernières années doivent être comprises comme une source d'information importante quand il s'agit de déterminer les actions de conservation et le développement futur des sites, qui, pour la plupart, sont d'une importance internationale. Ces écosystèmes fragiles sont menacés de dégradation et des mesures d'urgence s'avèrent nécessaires à mettre en œuvre dans le cadre de la protection, de la conservation, de la régénération, de l'amélioration et la de gestion des espaces naturels.

La situation actuelle de l'état de la biodiversité dans les zones humides de la région nous incite à déployer des efforts pour un diagnostic approfondi afin de mieux connaître et agir pour la sauvegarde ce patrimoine. L'importance de ces zones humides et le souci de leur protection contre toute menace de dégradation imposent une parfaite connaissance de leurs composantes (sol, eau et végétation). Dans une optique de conservation, ces milieux constituent un patrimoine qui nécessite une sauvegarde accrue et une gestion rationnelle qui devra s'inscrire dans le cadre d'un développement respectueux de l'environnement.

Ce travail, loin d'être exhaustif, ne constitue qu'une étape dans la connaissance préliminaire de l'un des écosystèmes les plus diversifiés, riches en diversité biologique, qu'elle soit animale ou végétale. Il mérite d'être poursuivi par d'autres études complémentaires plus approfondies afin de comprendre le fonctionnement de cet écosystème à la fois fragile et complexe.

En perspectives de cette contribution il serait important de continuer ces relevés afin de contribuer à la mise en œuvre d'un plan de gestion en faveur de la conservation dans un cadre d'une gestion durable des espèces d'oiseaux inféodés au sein des zones humides dans la région de Naâma (Sud-ouest algérien).

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

- Albane L. Harzallah I. Hocini N., 2013.** Écologie et occupation spatio-temporelle de l'avifaune aquatique du chott EL Hodna . Mémoire pour obtenir le diplôme d'ingénieur d'Etat en écologie végétale et environnement. Département de biologie - Option: écosystèmes Forestiers Université.
- Alessio Satta, 2022.** L'impérative restauration des zones humides en méditerranée. Tribune Les Echos
- ANAT (Agence Nationale pour l'aménagement du territoire) 1997 :** Étude de faisabilité pour le classement du site de Aïn Ouarka en aire protégée.
- Althmann J. (1974)** Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*. 4: 227-267.
- Amor Abda, W., Merzoug, S., Belhamra, M. & Houhamdi M. (2015).** Phenology and diurnal behaviour of the Northern Shoveler *Anas clypeata* in the Guerbes- Sanhadja wetland complex (north-eastern Algeria). *Zoology and Ecology*, 25(1), 19-25. DOI: 10.1080/21658005.2014.994361.
- Aïdoud A., 1989.** Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques pâturés des hautes plaines Algéro-oranaises (Algérie). Thèse Doct. U.S.T.H.B. Alger. pp 43- 210.
- Amara M., 2014.** Contribution à l'étude des groupements à *Pistacia atlantica subsp. atlantica* dans le Nord-Ouest algérien. Thèse de Doctorat. Département d'Ecologie et Environnement. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen. 189p.
- Amara M, 2010.** Diagnostic phytoécologique d'une zone humide en milieu steppique cas «Oglet Ed Daïra », commune Ain Ben Khelil. W de Naâma. Mém. Mag. Foresterie. Univ. Tlemcen.142 p
- ANRH ., 1993.** Carte pluviométrique de l'Algérie du Nord au 1/500000" (2 feuilles, une notice de 49 p.). Ministère de l'Équipement, éd. I.N.C., Alger.
- Aimé S., 1991.** Etude écologique de la transition entre les bioclimats sub-humides, semi-arides et arides dans l'étage thermo-méditerranéen du tell oranais (Algérie occidentale). Thèse Doctorat Université d'Aix-Marseille III : 194p. + Annexes
- Babali B., 2014.** Contribution à une étude phytoécologique des monts de Moutas (Tlemcen- Algérie occidentale): Aspects syntaxonomique, biogéographique et dynamique. Thèse de Doctorat. Département d'Ecologie et Environnement. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen. 160p
- Bakhti., 2005.** Contribution à l'étude des interrelations sol- végétation dans une zone humide (Chott El-Honda-W. de M' Sila). Mémoire d'ingénieur. Dép. Agro. Univ. Batna. p 94.
- Baldassare G.A., Paulus S.L., Tamisier A. & Titman R.D. (1988).** *Workshop summary: Techniques for timing activity of wintering waterfowl: Waterfowl in winter*. Univ. Minnesota press, Minneapolis. 23p.
- Barkoudah Y., VAN DER SAR D. 1982.** L'*Acacia raddiana* dans la région de Béni-Abbès (Algérie). *Bull. Soc. Hist. Nat.fr. du Nord* ; 70 (1 à 4): 79-121.
- Barnaud, G. (1991).** Qu'est-ce qu'une zone humide. Compte rendu des avis d'experts, définitions scientifique et juridique. Laboratoire ESNM-MNHN. Rapport inédit
- Barry J.P. & Celles J.C., 1972, 1973.** Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara Algérien (entre 0° et 6° de longitude Est). *Nat. Monsp. Sér. Bot*, 23-24. pp 5-48.
- Belhacini F., 2011.** Contribution à une étude floristique et biogéographique des matorrals du versant sud de la région de Tlemcen. Département d'Ecologie et Environnement Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen. 125p.
- Benaradj A., 2009.** Mise en défens et remontée biologique des parcours steppique dans la région de Naâma : dissémination et multiplication de quelques espèces steppique. Mémoire de Magistère, Faculté des Science de la Nature et de la Vie, Université de Mascara, 229p.
- Benaradj A., Boucherit H , 2014.** Gestion intégrée des ressources pastorales dans la région de Naâma (Algérie). *Revue algérien de développement économique* N °01 . 19-29.
- Benaradj A., Boucherit H., Benniou R. & Bouarfa S., 2020.** Systèmes de production dans l'oasis d'Asla (Naama, Algérie). *Revue des Bioressources* Vol 10 n° 1 : 55 – 74.
- Benaradj A., Charchar N., Boucherit H., Ouakid M.-L., Houhamdi M., 2022:** Phenology and diurnal behaviour of ruddy shelduck *Tadorna ferruginea* at Oglat Eddaira (Ain Ben Khilil) wetland, Southwest of Algeria. *Ekologia (Bratislava)*, Vol. 41, No. 1, p. 70–77, 2022.
- Benaradj Abdelkrim, Boucherit Hafidha, Benniou Ramdane, Bouarfa Said, 2020.** Système de culture oasien dans la région Moghrar (Naâma, Algérie). *Revue des Régions Arides* n°46 (1/2020) – Numéro spécial – Actes du 6ème Meeting International "Agriculture Oasienne et Développement Durable" Zarzis (Tunisie), 19-21 décembre 2018 : 101-108.

- Abdelkrim Benaradj, Hafidha Boucherit, Abdelkader Bouderbala and Okkacha Hasnaoui, 2021.** Biophysical Effects of Evapotranspiration on Steppe Areas: A Case Study in Naâma Region (Algeria) [Online First], IntechOpen, DOI: 10.5772/intechopen.97614. Available from: <https://www.intechopen.com/online-first/biophysical-effects-of-evapotranspiration-on-steppe-areas-a-case-study-in-na-ma-region-algeria>
- Benaradj A., Boucherit H., Hasnaoui O. & Babali B., 2021.** Phytoécologie de la formation steppique à Drinn (*Stipagrostis pungens*) dans la région de Naâma (ouest Algérien). *Fl. Medit.* 31: 159-171
- Bouallala M., 2006.** Contribution à l'étude phytoécologique des écosystèmes : cas du Djebel Aïssa (Monts des Ksours, Aïn Sefra, Nâama). Mémoire de magister, Faculté des Sciences, Département de Biologie. Université d'Oran Es-Sénia. 90 p.
- Bouallala M., 2013.** Etude floristique et nutritive spatio-temporelle des parcours camelins du Sahara Occidental Algérien. Cas des régions de Bechar Et Tindouf. Thèse Doctorat Es Sciences. Département Des Sciences Agronomiques. Faculté Des Sciences de la Nature Et De La Vie Et Des Sciences De La Terre et De L'univers Université Kasdi Merbah Ouargla ; 123p.
- Birnbaum P., 2012.** Biodiversité au Sahel. Les forêts du Mali. Edition Quae. 208p.
- B.N.E.D.R., 1986,** Etude d'aménagement d'une zone steppique de 100 000 hectares dans la wilaya de Naama, phase I : analyse de la situation actuelle de la zone de Tiout-Asla. Rapport numéro 1. 140p.
- Bellatreche., 1994.** Ecologie et biogéographie de l'avifaune forestière nicheuse de la Kabylie des Babors (Algérie). Thèse de Doctorat (Ecologie), Université de Bourgogne (Dijon) France, 154p.
- Bensaci, E., Saheb, M., Cherief-Bouteraa, N., Cherief, A., Qninba, A. & Houhamdi M. (2012).** Un second cas de nidification de la Mouette rieuse *Chroicocephalus ridibundus* en Algérie. *Alauda*, 80(2), 153-154.
- Bensaci, E., Saheb, M., Nouidjem, Y., Bouzegag, A. & Houhamdi M. (2013).** Biodiversité de l'avifaune aquatique des zones humides sahariennes: Cas d'Oued Righ (Algérie). *Physio Géol*, 7, 31-42. DOI: 10.4000/physiogeol.3198.
- Benkheira A., 2008.** Étude des données floristiques et faunistiques d'un milieu écologique aride et leur intégration dans un SIG cas de Oglat Ed-daira (Naama - Algérie). Institut des sciences de la Nature et de la Vie. Centre universitaire de Mascara
- Bendahmane I., Mostefai N., Moulay Meliani Kh. et Houhamdi M., 2014.** Statut phénologique de la famille des anatides dans la zone humide de dayet El-Ferd – Tlemcen (Algérie). *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 139(1-4) : 83-89.
- Bensaci E. (2011).** Eco-éthologie du flamant rose *Phoenicopterus roseus* dans la Vallée de Oued Righ (Sahara oriental algérien). Université du 08 mai 1945, Guelma. 183p.
- Bensizerara D., Chenchouni H., Sibachir A and Houhamdi M., 2013.** Ecological status interactions for assessing bird diversity in relation to a heterogeneous landscape structure. Feathers and eggshells for conserving genetic diversity. *Avian Biology Research* 6 (1): 67-77
- Bezzalla, A., Chenchouni, H., Maazi, M.C., Houhamdi, M. (2018).** Statuts bioécologiques de l'avifaune de Chott Tinsilt (Wilaya d'Oum El-Bouaghi, Hauts Plateaux de l'Est Algérien). In: Moulai, R. (Ed). *Proceedings of Congres CNAO1 & CIOA4*, Univ. Bejaia, 2018, pp. 74-98.
- Blondel J. (1975).** Analyse des peuplements d'oiseaux d'eau. Elément d'un diagnostic écologique. I: La méthode des échantillonnages fréquentiels progressifs (E.F.P). *Terre et Vie*. 29: 533-589.
- Blondel J., 1986.** Biogéographie évolutive. Masson, Paris, 221 p
- Blondel J., 1990.** Biogéographie évolutive à différentes échelles : l'histoire des avifaunes méditerranéennes. *Acta 19, Congressus internationalis ornithologici*, 1 : 155-188.
- Bird Life International (2015).** European Red list assessment. Ruddy Shelduck (*Tadorna ferruginea* Pallas, 1764). <http://www.birdlife.org>.
- Bouchaala, L., Charchar, N., Boukhemza, M. & Houhamdi M. (2017).** Behavior and phenology of Wigeon *Anas penelope* in the Garaet of Hadj-Tahar (Skikda, Northeast of Algeria), Algeria. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(2), 361-364.
- Boucherit H., 2018.** Etude ethnobotanique et floristique de la steppe à Remth (*Hammada scoparia*) dans la région de Naâma (Algérie occidentale). Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. Département des Sciences Agronomiques. Faculté des Sciences de la nature de la vie et sciences de la terre et de l'univers. 180p.
- Boucherit Hafidha, Benaradj Abdelkrim et Boughalem Mostafia, 2020.** Analyse de l'agrosystème oasien de Béni-ounif (Béchar- Algérie). *Revue des Régions Arides* n°46 (1/2020) – Numéro spécial – Actes du 6ème Meeting International "Agriculture Oasienne et Développement Durable" Zarzis (Tunisie), 19-21 décembre 2018 : 109-114.

- Boucherit H., Benabdeli K., Benaradj A. 2017.** Biological recovery the steppe of Hammada scoparia after enclosure in the region of Naama (Algeria). *Ekologia* (Bratislava), Vol. 36, No. 1, p. 52–59.
- Boucherit H., Benabdeli K., Benaradj A., 2017.** Contribution to the phytotherapy against scorpion sting envenomation in the Naama region (Algeria), *Lazaroa* 38 (1) : 75-82.
- Boucherit H., Benaradj A., Bouderbala A., 2021.** Conservatory Management of Natural Resources in the Naâma Region (Southwest Algeria). *Water Conservation Science and Engineering*. <https://doi.org/10.1007/s41101-021-00118-9>
- Boucherit, H., Benabdeli, K., Benaradj A., 2017.** Caractérisation floristique de la steppe a *Hammada scoparia* dans l'atlas Saharien oranais (Naama- Algérie). *Revue Agrobiologia* 7(2): 483-490.
- Boudraa W., Bouslama Z. et Houhamdi M., 2014.** Inventaire et écologie des oiseaux d'eau dans le marais de Boussedra (Annaba, nord-est de l'Algérie). *Bull. Soc. zool. Fr.*, 2014, 139(1-4) : 279-293.
- Bouldjedri M., de Bélair G., Mayache B. , Muller S.-D., 2011.** Menaces et conservation des zones humides d'Afrique du Nord : le cas du site Ramsar de Beni-Belaid (NE algérien). *C. R. Biologies* 334 : 757–772
- Boulkhssaim, M., Houhamdi, M. & Samraoui B. (2006).** Status and diurnal behavior of the Shelduck *Tadorna tadorna* in the Hauts Plateaux, northeast Algeria. *Wildfowl*, 56, 65-78.
- Bounab, C. (2018).** Phénologie et structure des Tadornes (*Tadorna de Belon* et *Tadorna casarca*) dans le Chott El-Hodna (wilaya de M'sila, Algérie). Thèse de Doctorat, Université Djillali Liabes de Sidi Bel abbes, Algeria.
- Boumezbeur A. (1993).** Ecologie et biologie de la reproduction de l'Erismature à tête blanche (*Oxyra leucocephala*) et du fuligule nyroca (*Fuligula nyroca*) sur le Lac Tonga et le Lac des Oiseaux) Est algérien. Thèse doctorat USTL. Montpellier. 250p.
- Boumezbeur A., 2001.** *Atlas des zones humides algériennes d'importance internationales*. Direction Générale des Forêts, Ben Aknoun Alger, 65 pp.
- Bouzenoune A., 1984.** Etude phytogéographique et phytosociologique des groupements végétaux du sud oranais (wilaya de Saida). Thèse Doct.3e cycle, Univ.Sci.Technol. Haouari Boumediene, Alger, 225p
- Bouzenoune Amar, 1999.** "Etude portant projet de classement du site de oglat ed daïra en aire protégée", wilaya de Naama. Projet relatif a la conservation de la biodiversité et de la gestion durable de ressources naturelles. Direction Generale des Forets. Numero du projet: ALG/00/G35/A/1G/99. 100p.
- Bouzenoune Amar, 2003.** Etude portant projet de classement du site d'Oglat Ed Daira en aire protégée" wilaya de Naama. Direction générale des forets, projet relatif à la conservation de la biodiversité et de la gestion durable de ressources naturelles numéro du projet: Alg/00/g35/a/1g/99, 100p.
- Brahimi Djamel, 2020.** Bio écologie des orthoptères et régime alimentaire de principales espèces dans les deux régions arides Naâma et El-Bayad (sud-ouest Algérie). THESE de Doctorat en Science en Écologie Animale. Département d'Écologie et Environnement Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Abou bakr Belkaïd-Tlemcen. 127p.
- Britton R.H. & Crivelli A.J. 1993.** Wetlands of southern Europe and North Africa: Mediterranean wetlands. In: Whigham D.F., Dykyjova D. & Hejny S. (Eds.). *Wetlands of the World* I.Kluwer, Netherlands, 129–194
- CAR/PAP. 2019.** La gouvernance des zones humides côtières en Méditerranée - Manuel. B. Shipman et Ž. Rajković. Split, Croatie. 76p
- 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, 145p.
- Chessel D. & Doledec S. (1992).** *ADE software. Multivariate analysis and graphical display for environmental data* (version 4). Université de Lyon. 86p.
- C F N., 2022.** Rapport de dénombrement des oiseaux d'eau dans la Wilaya de Naama, Conservation des forêts de la Wilaya de Naama
- Chabi L., 2009.** Origine, voies de migration et destination des principales espèces d'oiseaux d'eaux migratrices entre l'Eurasie et l'Algérie. Thèse de doctorat université INA El Harech, Alger, 123 p.
- Chalabi., 1990.** Contribution à l'étude de l'importance des zones humides algériennes pour la protection de l'avifaune. (cas du lac Tonga , PNEK). Thèse de Magister en Sciences Agronomiques. INA El Harrach
- Chadenas, C. (2003).** L'homme et l'oiseau sur les littoraux d'Europe occidentale: Appropriation de l'espace et enjeux territoriaux: vers une gestion durable. Thèse Doctorat, Université de Nantes, France.
- Charchar, N., Boucaala, L., Belhamra, M. & Houhamdi M. (2016).** Diurnal time budget of wintering Teal *Anas crecca crecca* (Anatidae) at GaraetHadj-Tahar (Skikda) Northeast Algeria. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(1), 540-545.

- Charchar, N., Bouchaâla, L. & Houhamdi M. (2019).** Phenology and diurnal behavior of marbled duck *Marmaronetta angustirostris* in the ecocomplex of wetlands of Guerbes Sahhadja North-east of Algeria. *Ecol. Mediterr.*, 45(2), 35-43. DOI: 10.3406/ecmed.2019.2087.
- Chedad A., Bendjoudi D., Guezoul O., 2020.** Biodiversité de l'avifaune aquatique d'une zone humide artificielle à Kef Doukhane (Ghardaia, sahara Algérien). *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 145(4) : 383-400.
- Chenchouni H. 2011.** Diagnostic écologique et évaluation du patrimoine biologique du Lac Ayata (Vallée de l'Oued Righ : Sahara septentrional Algérien). Thèse de Magistère en Ecologie Saharienne et environnement
- Chekchaki,S.,(2012).**Caractérisation morpho-analytique des sols des aulnaies Badji-MokhtarAnnaba.
- Chettouh A., 2021.** Contribution à l'étude de classement d'une zone humide en aire protégée. Cas du Lac Tamelaht -Commune de Béjaia, Mémoire du Master en Ecologie. Département des sciences biologiques de l'environnement. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université A. MIRA - Béjaia
- Cowardin L.M., Carter V., Golet F.C. & Laroe E.T. 1979.** Classification of wetlands and deep water habitats of the United States. US Fish and Wildlife Service, 131 p.
- Cyr M. A., 2013.**Efficacité des conventions Internationales sur la protection des espèces migratrices: études de cas du bécasseau maubèche(*Calidris canutus*) des sous-espèces rufa et canutus.Thèse en écologie internationale (maîtrise en biologieincluant un cheminement de type cours en écologie internationale) Faculté des Sciences Université deSherbrooke, Québec, Canada, 122 p.
- CITES., 1994.** Identification Guide - Birds: Guide to the Identification of Bird Species Controlled under the Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. A project of the Canadian Wildlife Service of Environment Canada and Baie-Comeau College.
- Cramp, S. & Simmons K.E.L. (1986).** Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa.Vol. 1: Ostrich to ducks. Oxford: Oxford University Press.
- Cornet A. et Deleau P. 1951.** Carte Géologique au 1/500.000. Publiée par le service de la Carte Géologique d'Algérie.
- DGF (Direction Générale des Forêts) 2003.** Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar Le Cirque de Aïn Ouarka, Wilaya de Nâama. 6p.
- DGF, 2003.** Fiche descriptive Ramsar de classement de la zone humide Oasis de Moghrar et de Tiout, Algérie FDR pour le Site n° 1302, Formulaire FDR créé par le SISR V.1.6 - 14 mars 2018 <https://rsis.ramsar.org/ris/1302>
- DGF, 2003.** Fiche descriptive Ramsar de classement de la zone humide Oasis de Moghrar et de Tiout, Algérie FDR pour le Site n° 1302, Formulaire FDR créé par le SISR V.1.6 - 14 mars 2018 <https://rsis.ramsar.org/ris/1302>
- DGF., 2004.** Atlas des zones humides algériennes d'importance internationale. 4e Edition, Ed. direction Générale des Forêts. Alger. 107p
- D.G.F. (2004).** Fiche descriptive Ramsar de classement de la zone humide Oglat Ed-Daira
- DGF, 2006.** Stratégie nationalede gestion ecosystemique des zones humides d'Algerie. 71p.
- DGF (Direction générale des forêts), 2006.** Inventaire des zones humides d'Algérie.
- DGF., 2007.** Zones humides en Algérie. Doc. Poly. D.G.F. 15p.
- Dorst J., 1950.** Les migrations des oiseaux. Petite bibliothèque payot, 430 p.
- Doumandji S., Doumandji-Mitiche B., 1992.** Relations trophiques insectes /oiseaux dans un parc du Littoral algérois (Algérie). *Alauda*, 40 (4) : 274-275
- Dagnelie P. (1975).** *Analyse statistique à plusieurs variables*. Les presses agronomiques de Gembloux. A.S.B.L. 362p.
- D.P.S.B de Naama, 2000.** Monographie de la wilaya de Nâama. 160p.
- D.P.S.B de Naama, 2005.** Monographie de la wilaya de Nâama. 164p.
- D.P.S.B de Naama, 2010.** Monographie de la wilaya de Nâama. 167p.
- D.P.S.B de Naama, 2010.** Monographie de la wilaya de Nâama. 166p.
- D.P.S.B de Naama, 2020.** Monographie de la wilaya de Nâama. 165p.
- D.P.S.B de Naama, 2021.** Monographie de la wilaya de Nâama. 165p.
- Elafri A., Halassi I. & Houhamdi M. (2016a).** Diversity patterns and seasonal variation of the waterbird community in Mediterranean wetlands of Northeastern Algeria. *Zoology and Ecology*. 26(1): 9-14.
- Elafri A., Halassi I. & Houhamdi M. (2016b).** Time budget patterns and complementary use of a Mediterranean wetland (Tonga, North-east Algeria) by migrant and resident waterbirds. *Rivista Italiana di Ornitologia - Research in Ornithology*. 86 (1): 55-64.
- Farhi Y. & Belhamra M., 2012.** Typologie et structure de l'avifaune des Ziban (Biskra, Algerie). *Courrier du Savoir – N°13*, 127-136

- Filter R. et Roux F., 1982.** Guide des oiseaux, sélection du readers Digest, 493 p.
- Fustec E., Lefeuvre J. C., 2000.** Fonctions et valeurs des zones humides, Paris : Dunod, 426 p
- Grenot, C. (1992).**- Aménagement des Parcs nationaux, de la faune et des aires protégées. Rapport mission FAO/OTAN, projet TCP/ALG/0156. 47 pages + 13 annexes.
- Gerard P., 1987.** Migrations, l'espoir de la sauvagine, la revue nationale de la chasse, n°482, pp : 70 -74
- Green, A.J., El Hamzaoui, M., El Agbani, M.A. & Franchimont J. (2002).** The conservation status of Moroccan wetlands with particular reference to waterbirds and to changes since 1978. Biol. Conserv., 104, 71–82. DOI:10.1016/S0006-3207(01)00155-0.
- Guergueb El-Yamine, Bensaci Ettayib, Nouidjem Yacine, Zoubiri Asma, Kerfouf Ahmed et Houhamdi Moussa, 2014.** Aperçu sur la diversité des oiseaux d'eau du chott El-Hodna (algérie). *Bull. Soc. Zool. Fr.*, 2014, 139(1-4) : 233-244.
- Gourari B., Bouacha M.-I et Bounaceur F., 2021.** Statuts de protection et de conservation de l'avifaune recensée dans le chott ech chergui oriental (Algérie occidentale). *Revue Agrobiologia* 11(2): 2777-2790
- Halimi A., 1980.** L'Atlas Blideen , climat et étages végétaux. Edit. O.P.U. Alger, 484p.
- Heinzel, H., Fitter, R.S.R. & Parslow J.L.F. (1974).** The Birds of Britain and Europe: with North Africa and the Middle East. London: Collins.
- Houhamdi M. (1998).** Ecologie du Lac des Oiseaux, Cartographie, Palynothèque et utilisation de l'espace par l'avifaune aquatique. Thèse de Magister. Univ. Badji Mokhtar, Annaba. 198p.
- Houhamdi M., Bensaci E., Nouidjem Y., Bouzegag A., Saheb M. & Samraoui B. (2008a).** Eco-éthologie des Flamants roses *Phaenicopterus roseus* hivernants dans la Vallée de Oued Righ, Sahara oriental algérien. *Aves*. 45 (1): 15-27.
- Houhamdi M., Hafid H., Seddik S., Bouzegag A., Nouidjem Y., Bensaci E., Maazi M-C. & Saheb M. (2008b).** Hivernage des Grues cendrées *Grus grus* dans le complexe des zones humides des hautes plaines de l'Est algérien. *Aves*. 45 (2): 93-103.
- Houhamdi M., Maazi M-C., Seddik S., Bouaguel L., Bougoudjil S. & Saheb M. (2009).** Statut et écologie de l'Erimature à tête blanche *Oxyura leucocephala* dans les zones humides des hautes plaines de l'Est algérien. *Aves*. 46(1): 129-148.
- Houhamdi M. & Samraoui B. (2001).** Diurnal time budget of wintering Teal *Anas crecca crecca* L. at Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Wildfowl*. 52: 87-96.
- Houhamdi M. & Samraoui B. (2002).** Occupation spatio-temporelle par l'avifaune aquatique du Lac des Oiseaux (Algérie). *Alauda*. 70 (2): 301-310.
- Houhamdi M. & Samraoui B. (2003).** Diurnal behaviour of wintering Wigeon *Anas penelope* in Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Wildfowl*. 54: 51-62.
- Houhamdi M. & Samraoui B. (2008).** Diurnal and nocturnal behaviour of Ferruginous Duck *Aythya nyroca* at Lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Ardeola*. 55 (1): 59-69.
- Houhamdi M. (2002).** *Ecologie des peuplements aviens du Lac des Oiseaux (Numidie orientale)*. Thèse de doctorat, Université Badji Mokhtar Annaba, Algérie. 183p.
- Houhamdi, M., Maazi, M.C., Seddik, S., Bouaguel, L., Bougoudjil, S. & Saheb M. (2009).** Status and ecology of the White-headed duck *Oxyura leucocephala* in the wetlands of the high plains of eastern Algeria. *Aves*, 1, 129-148.
- Houhamdi, M. & Samraoui B. (2001).** Diurnal behavior of common teal *Anas crecca* at lac des Oiseaux, northeast Algeria. *Ardeola*, 55(1), 59-69.
- Houhamdi, M. & Samraoui B. (2002).** Occupation spatio-temporelle par l'avifaune aquatique du Lac des Oiseaux (Algérie). *Alauda*, 70(2), 301-310.
- Houhamdi, M. & Samraoui B. (2003).** Diurnal behavior of wintering Wigeon *Anas penelope* at Lac des Oiseaux, Northeast Algeria. *Wildfowl*, 54, 51-62.
- Houhamdi, M. & Samraoui B. (2007).** Diurnal and nocturnal behaviour of ferruginous duck *Aythya nyroca* at Lac des Oiseaux, Northeast Algeria. *Ostrich – Journal of African Ornithology*, 78(2), 510.
- Houhamdi M. (2002).** *Ecologie des peuplements aviens du lac des oiseaux : Numidie orientale*. Thèse de Doctorat d'état en Ecologie et environnement. Univ. Badji Mokhtar, Annaba (Algérie), 146 p
- Hubert P. Et Marin M., 2001,** Quelle eau boirons-nous demain ?. Edition: fabienne Travers. P 64.
- Isenmann P., Moali A., 2000.** Oiseaux d'Algérie. Société d'études ornithologiques de France (S.E.O.F.), Paris, 332 p
- IGN, 1957.** Carte photogéologique d'Aïn Sefra (Mékalis) (E12) et de Mékalis (Mécheria F11) au 1/100 000e (F12), carte géologique de l'Algérie Bulletin de service géologique de l'Algérie N° 42
- Jacobs, P. et Ochando B., 1979.** Répartition géographique et importance numérique des anatidés hivernants en Algérie. *Gerfault*, 69: 239-31

- Jarry G., 1988.** Les migrations d'oiseaux. Bulletin mensuel de l'O. N. C, n°127, pp : 5 -9
- Kaabeche M., 2003.** Conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles : étude sur la réhabilitation de la flore locale au niveau de la réserve « El - Mergueb » (Wilaya De M'sila, Algérie). Projet DGF, ALG/00/G35/A/1G/99. 42p.
- Kaabeche M., 2005.** Projet DGF-PNUD. Conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles « Oglet Ed daïra » Wilaya de Naama (Algérie). 39p.
- Khaffou, M. (2014).** Biologie et écologie du Tadorne casarca *Tadorna ferruginea* (Pallas, 1764) dans la Zone Humide d'Aguelmam Sidi Ali (Site Ramsar – Moyen Atlas – Maroc) en vue d'une Gestion Durable du Site. Thèse de Doctorat, Université Moulay Ismail, Maroc.
- Khaffou, M., Chahlaoui, A.K. & Samih M. (2013).** Les habitats utilisés par le Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*) dans la zone humide d'Aguelmam Sidi Ali – Site Ramsar – Moyen Atlas – Morocco. International Journal of Biological and Chemical Sciences, 7(2), 598-606. DOI: 10.4314/ijbcs.v7i2.16.
- Koull N. 2015.** Etude phytoécologique spatiotemporelle des zones humides du Nord-est du Sahara septentrional algérien (Région de Ouargla et de l'Oued Righ). THESE de Doctorat en Sciences Agronomiques Département des Sciences Agronomiques Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie Université d'Ouargla. 165p.
- Ledant J. -P., Jacob J.-P., Jacobs P., Malher F., Ochando B., Roche J., 1981.** Mise à jour de l'avifaune algérienne. Le Gerfaut, 71 : 295-398.
- Ledant J.P. et Van Dijk G. (1977).** Situation des zones humides algériennes et leur avifaune. Aves 14: 217-232
- Lebreton P. et Ledant J.P., 1980.** Remarques d'ordre biogéographique et écologique sur l'avifaune méditerranéenne. *Vie et Milieu*, 30 : 195-208.
- Le Houérou H. N., 1995.** Considérations biogéographiques sur les steppes arides du Nord de l'Afrique (A). Sécheresse ; 6 : pp 167-82.
- Lointier, Marc 1996.** Hydrologie des zones humides tropicales. Apport de l'information spatialisée aux problèmes de gestion intégrée: application en Guyane - Thèse de Doctorat: Sciences de la terre: Université Pierre et Marie Curie, Paris VI, - 260 p.
- Long G. 1974.** Diagnostic phytoécologique et aménagement du territoire. I : Principes généraux et méthodes. Masson édit., Paris. 1 vol. 252 p.
- Losito M.P., Mirarchi E. & Baldassare G.A. (1989).** New techniques for time activity studies of avian flocks in view-restricted habitats. *Journal of Field Ornithology*. 60: 388-396.
- Luo, Z.K., Wen, H.Z., Ying, H., Xing, Y.L., Wen, L. & Zhen J.L. (2013).** Seasonal dynamics and habitat selection of Ruddy Shelduck (*Tadorna ferruginea*) (Anseriformes: Anatidae) in Alpine Wetland Ecosystem of Southwest China. *Acta Zool. Bulg.*, 65(4), 469-478.
- Lévêque C. et Mounoulou J.-C., 2001.** Biodiversité, dynamique biologique et conservation, DUNOD, 248 p.
- Maltby, E. et Turner, Re, 1983.** Wetlands of the world. *Geographical Magazine*, 55(1), pp,12–17
- MATE, 2013.** Etude de classement et d'aménagement del'aire protégée des monts des ksour wilaya d'El Bayadh et de Naâma. Rapport n° 1 : étude générale de l'aire. 175p
- M.A.T.E., 2014.** Schéma d'aménagement de l'espace de programmation territoriale hauts plateaux ouest a l'horizon 2030. rapport ii diagnostic territorial stratégique dynamique et structure territoriale système productif -problématiques et enjeux - Scenarios rapport ii: partie d''amenagement plan d''actions territoriales gouvernance 209p.
- MEA (Millennium Ecosystem Assessment), 2005,** Ecosystems and Human Well-Being: Synthesis, Washington, D.C., Island Press, [en ligne] URL: www.maweb.org.
- Mackinnon, J., Phillipps, K. & He F.Q. (2000).** A field guide to the birds of China. Changsha: Hunan Education Press.
- Madge, S. & Burn S. (1988).** Wildfowl. London: Christopher Helm.
- Medouni, F., (1996).**- Bilan et analyse des recensements hivernaux d'oiseaux d'eau en Algérie depuis 1971. Thèse d'ingénieur. INA, 5-18.
- Merzoug, S.E., Amor Abda, W., Belhamra, M. & Houhamdi M. (2014).** Ecoethology of the wintering ferruginous duck *Aythya nyroca* (Anatidae) in Garaet Hadj Tahar (Guerbes-Sanhadja, Northeast of Algeria). *Zoologyand Ecology*, 4, 297-304. DOI: 10.1080/21658005.2014.953800.
- Meddour S., 2013.** Étude du régime alimentaire de la Foulque macroule et de quelques espèces d'Anatidae au niveau de Sebkhet El-Maleh (El-Menéa W.Ghardaïa). Mémoire de d'Ingénieur d'État en Sciences Agronomiques (Spécialité : Protection des végétaux, Option : Zoophytiatrie. Departement

- des sciences Agronomiques. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Kasdi-Merbah Ouargla. 86p.
- Messai Boubaker O. et Reguiat R., 2017.** Analyse de la diversité de l'avifaune de quelques zones humides de la région d'El-Oued (Chott Merouane, Oued Khrouf, Chott Melghigh, Lac Ayata, Lac Tindla) durant la période allant de 1999 à 2017. Mémoire de Master Académique en Sciences biologiques Spécialité : Biodiversité et Environnement Département de biologie. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Echahid Hamma Lakhdar -El Oued. 80p.
- Metallaoui S. et Houhamdi M., 2010.** Biodiversité et écologie de l'avifaune aquatique hivernante dans Garaet Hadj-Tahar (Skikda, Nord-Est de l'Algérie). Hydroécol., Tome 17., 1–16. DOI: 10.1051/hydro/2010002.
- Migoya, R., Baldassarre, G.A. & Losito M.P. (1994).** Diurnal activity budgets and habitat functions of northern Pintail *Anas acuta* wintering in Sinaloa, Mexico. Wildfowl, 45, 134–146.
- Milla A., Marniche F., Makhloufi A., Daoudi-Hacini S., Voisin J. F. et Doumandji S.** 2012. Aperçu de l'avifaune du sahel algérois. Algerian journal of arid environment vol. 2, n°1:3-15
- Mitsch W.J., Gosselink J.G., Anderson C.J., & Zhang L. (2009).** Wetland Ecosystems. Ed. John Wiley & Sons, 304p
- Mitsch, W.J. et Gosselink, J.G., 2007.** Wetlands 4th ed., Wiley, Oxford, 600 p.
- Morgan N.C., 1982.** An ecological survey of standing waters in North West Africa : II. Site descriptions for Tunisia and Algeria. Biological Conservation. 83-113
- Nedjraoui, D., A. Hirche. A, Boughani A, Mostefa, F. Alamani & M. Benariad -1999.** Suivi diachronique des processus de désertification in situ et par télédétection des hautes plaines steppiques du Sud-Ouest Oranais. *Rev.U.R.B.T. et I.N.C.* Alger, 9-15.
- Nouidjem, Y. (2014).** Stationnement et étude écologique du Tadorne casarca, *Tadorna ferruginea* dans les écosystèmes aquatiques de la Vallée d'Oued Righ (Sahara Algérien). Thèse de Doctorat, Université d'Oum ElBouaghi, Oum El-Bouaghi, Algeria.
- Nouidjem, Y., Saheb, M., Bensaci, E., Bouzegag, A., Guergueb, Y. & Houhamdi M. (2015).** Habitat use and distribution of the Ruddy Shelduck *Tadorna ferruginea* in the wetland complex of Oued Righ (Algerian Sahara). Zoology and Ecology, 25(1), 26-33. DOI: 10.1080/21658005.2014.997995.
- Nouidjem, Y., Saheb, M., Mayache, B., Bensaci, E., Bouzegag, A. & Maazi M.C. (2012).** Le Tadorne casarca *Tadorna ferruginea* dans la Vallée de Oued Righ (Sahara Algérien). *Alauda*, 80(4), 301-306.
- Quezel P., 2000.** Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ibis Press, Paris, 109 p.
- Ozenda P., 1977 :** « Flore du Sahara ». 2^{ème} Ed. CNRS. Paris, 622 p.
- Pearce et Crivelli 1994.** Characteristics of Mediterranean Wetlands, Med-Wet Publication1 Tour du Val Arles
- Pouget M., 1980.** Les relations sol-végétation dans les steppes Sud-algéroises. Trav. Et. Doc. ORSTOM. Paris, 555p.
- Ramsar, Iran. (1971).** La convention sur les zones humides :Cinquième Session de la conférence des parties contractantes Kushiro, 9-16 juin 1993
- Ramsar, (2006).** - Le Manuel de la Convention de Ramsar, 4^{ème} édition : Guide de la Convention sur les zones humides (Ramsar, Iran, 1971). 4^{ème} édition Secrétariat. p124.
- Ramsar Convention Secretariat, 2007,** River basin management: Integrating wetland conservation and wise use into river basin management, Ramsar handbooks for the wise use of wetlands, 3rd edition, vol. 7, Gland, Switzerland, Ramsar Convention Secretariat.
- Ramsar., 2013.** Le Manuel de la Convention de Ramsar : Guide de la Convention sur les zones humides (Ramsar, Iran, 1971). 6^{ème} Edition. Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland ; Suisse. 120 p.
- Raunkiaer, C. (1934).** The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography. Oxford University Press, London
- Sarri D., 2017.** Développement durable au sein des aires protégées, cas du Parc National d'El Kala et des sites d'intérêt biologique et écologiques de la région d'El Taraf. Thèse de Doctorat, Farhat Abas University Setif 1, 240 pp.
- Saifouni A., 2009.** État des lieux des zones humides et des oiseaux d'eau en Algérie. Magister en sciences agronomiques, Option : Gestion des Écosystèmes Forestiers. Ecole Nationale Supérieure Agronomique (E.N.S.A.), El Harrach, Alger. 206p.
- Samraoui B. et De Belair G., (1997)** - The Guerbes Sanhadja Wetlands: Part I. Overview. *Ecologie* 28:233-250.
- Samraoui B., De Belair G. & Benyacoub S., 1992.** A much threatened lake : Lac des Oiseaux (North-east Algeria). *Environmental Conservation* 19 : 264–276

- Samraoui, F., Alfarhan, A.H., Al-Rasheid, K.A.S. & Samraoui B. (2011).** An appraisal of the status and distribution of waterbirds of Algeria: indicators of global changes? *Ardeola*, 58, 137–163. DOI: 10.13157/ arla.58.1.2011.137.
- Shurulinkov, P., Daskalova, G., Popov, K., Dalakchieva, S., Tzonev, R., Dimchev, I. & Ralev A. (2020).** Recent changes in the presence status and numbers of ruddy shelduck (*Tadorna ferruginea*) in the Eastern Balkans. *Historia Naturalis Bulgarica*, 41, 41–49. DOI : 10.48027/hnb.41.06001.
- Skinner J, et Zalewski S., 1995,** Fonctions et valeurs des zones humides méditerranéennes. *MedWet* N°2, Tour du Valat, Arlrd (France), 80p
- Smart, M., Essghaier, M., Etayeh, K., Hamza, A., Azafzaf, H., Baccetti, N., Defos du Rau, P. & Dlensi H. (2005).** Wetlands and wintering waterbirds in Libya, January 2005 and 2006. *Wildfowl*, 56, 172–191.
- SRAT, 2010.** Schéma Régional d'Aménagement du Territoire de la Région Programme Hauts Plateaux Centre à l'horizon 2025. Tome 2 : Les caractéristiques physiques, sociales et économiques de la région programme des Hauts Plateaux Centre et les mutations en cours.
- SCA, 2016** (Secrétariat de la Convention de Ramsar, 2016. Citation : Introduction à la Convention sur les zones humides (anciennement Le Manuel de la Convention de Ramsar). Secrétariat de la Convention de Ramsar, Gland, Suisse.
- SCA, 2018** Convention de Ramsar sur les zones humides, (2018). Perspectives mondiales des zones humides : état des zones humides à l'échelle mondiale et des services qu'elles fournissent à l'humanité. Gland, Suisse : Secrétariat de la Convention de Ramsar.
- Tamisier, A. & Dehorter O., 1999.** Camargue, Canards et Foulques. Fonctionnement d'un prestigieux quartier d'hiver. Centre Ornithologique du Gard. Nîmes. 369p.
- T.A.D., 2003.** Etude du phénomène d'ensablement au niveau de la wilaya de Naâma, Mission III : schéma directeur de protection, rapport final. Direction de l'environnement de la wilaya de Naâma. 118p.
- Thorsell, J., Ferster Levy, R. and Sigaty, T. (1997)** A global overview of wetland and marine protected areas on the World Heritage list. A Contribution to the Global Theme Study of World Heritage Natural Sites carried out in collaboration with The World Conservation Monitoring Centre
- Van Dijk G.V., Ledant J.-P., 1983** - La valeur ornithologique des zones humides de l'est algérien. *Biological Conservation*, 26 (2) : 215-226.
- Voous K.H., 1960.** Atlas of European Birds. Ed Nelson. London.
- Wetlands International (2017).** Waterbird population estimates. [wpe.http:// wpe.wetlands. org](http://wpe.wetlands.org).
- Youb O., 2008.** Epuration des eaux usées par lagunage naturel : Etude de la performance du Dispositif de traitement des eaux usées par Lagunage Naturel de Ain Ouarka Wilaya de Naama. Mémoire de Magister en «Science de l'Environnement et Climatologie». Département de physique. Faculté Des Sciences. Université D'Oran. 118p.
- Youcefi A-T. et Marouf A., 2022.** État des connaissances sur l'avifaune de la région de Naama (sud-ouest algérien). *Revue Agrobiologia* : 12(2): 3276-3291
- Zedam A, (2015).** - Etude de la flore endémique de la zone humide de chott El Hodna Inventaire – Présentation. Thèse de doctorat en sciences. Université Ferhat Abbas de Sétif 1. 197p

Annexes



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DU DÉVELOPPEMENT RURAL
DIRECTION GÉNÉRALE DES FORÊTS
CONSERVATION DES FORÊTS DE LA WILAYA DE NAAMA



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة الفلاحة والتنمية الريفية
المديرية العامة للغابات
محافظة الغابات لولاية النعامة



ZONE HUMIDE OGLAT EDAIRA, AIN BEN KHELIL
N° DE CLASSEMENT 1426 DU 12 -12-2004

المنطقة الرطبة عقلة الدايرة- عين بن خليل
رقم التصنيف 1426 بتاريخ 2004-12-12

هذا الموقع الذي تبلغ مساحته 23430 هكتار قد تم تسجيله من طرف الحكومة الجزائرية ضمن قائمة المناطق الرطبة ذات الاهمية العالمية الموضوعة في اطار اتفاقية المناطق الرطبة المبرمة في رامسار (ايران) سنة 1971 بهدف المحافظة عليها و الاستعمال العقلاني للمناطق الرطبة في أنحاء العالم

CE SITE D'UNE SUPERFICIE DE 23430 HECTARES A ÉTÉ INSCRIT PAR LE GOUVERNEMENT ALGERIEN SUR LA LISTE DES ZONES HUMIDES D'IMPORTANCE INTERNATIONALE ÉTABLIE DANS LE CADRE DE LA CONVENTION SUR LES ZONES HUMIDES, TRAITÉ INTERNATIONAL SIGNÉ À RAMSAR (IRAN) EN 1971, DANS LE BUT DE PROMOUVOIR LA CONSERVATION ET L'UTILISATION RATIONNELLE DES ZONES HUMIDES DANS LE MONDE ENTIER.

THIS SITE, COVERING 23430 HECTARES, HAS BEEN DESIGNATED BY THE ALGERIAN GOVERNMENT FOR INCLUSION IN THE LIST OF WETLANDS OF INTERNATIONAL IMPORTANCE ESTABLISHED UNDER THE CONVENTION ON WETLANDS, THE INTERNATIONAL TREATY SIGNED IN RAMSAR (IRAN) IN 1971 TO PROMOTE THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE OF WETLAND AREAS WORLDWIDE.



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DU DÉVELOPPEMENT RURAL
DIRECTION GÉNÉRALE DES FORÊTS
CONSERVATION DES FORÊTS DE LA WILAYA DE NAAMA

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة الفلاحة والتنمية الريفية
المديرية العامة للغابات
محافظة الغابات لولاية النعامة



ZONE HUMIDE CIRQUE AIN OUARKA
N° DE CLASSEMENT 1300 DU 04-06-2003

المنطقة الرطبة عين ورقة

رقم التصنيف 1300 بتاريخ 2003-06-04

هذا الموقع الذي تبلغ مساحته 2350 هكتار قد تم تسجيله من طرف الحكومة الجزائرية ضمن قائمة المناطق الرطبة ذات الأهمية العالمية الموضوعة في إطار اتفاقية المناطق الرطبة المبرمة في رامسار (إيران) سنة 1971 بهدف المحافظة عليها و الاستعمال العقلاني للمناطق الرطبة في أنحاء العالم

CE SITE D'UNE SUPERFICIE DE 2350 HECTARES A ÉTÉ INSCRIT PAR LE GOUVERNEMENT ALGERIEN SUR LA LISTE DES ZONES HUMIDES D'IMPORTANCE INTERNATIONALE ÉTABLIE DANS LE CADRE DE LA CONVENTION SUR LES ZONES HUMIDES, TRAITÉ INTERNATIONAL SIGNÉ À RAMSAR (IRAN) EN 1971, DANS LE BUT DE PROMOUVOIR LA CONSERVATION ET L'UTILISATION RATIONNELLE DES ZONES HUMIDES DANS LE MONDE ENTIER.

THIS SITE, COVERING 2350 HECTARES, HAS BEEN DESIGNATED BY THE ALGERIAN GOVERNMENT FOR INCLUSION IN THE LIST OF WETLANDS OF INTERNATIONAL IMPORTANCE ESTABLISHED UNDER THE CONVENTION ON WETLANDS, THE INTERNATIONAL TREATY SIGNED IN RAMSAR (IRAN) IN 1971 TO PROMOTE THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE OF WETLAND AREAS WORLDWIDE.



RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE ET DU DÉVELOPPEMENT RURAL
DIRECTION GÉNÉRALE DES FORÊTS
CONSERVATION DES FORÊTS DE LA WILAYA DE NAAMA



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة الفلاحة والتنمية الريفية
المديرية العامة للغابات
محافظة الغابات لولاية النعامة



ZONE HUMIDE OUASIS DE MOGHRAR ET DE TIOUT
N° DE CLASSEMENT 1302 DU 04-06-2003

المنطقة الرطبة واحتى مفرار وتيوت

رقم التصنيف 1302 بتاريخ 2003-06-04

هذا الموقع الذي تبلغ مساحته 195500 هكتار قد تم تسجيله من طرف الحكومة الجزائرية ضمن قائمة المناطق الرطبة ذات الاهمية العالمية الموضوعة في اطار اتفاقية المناطق الرطبة المبرمة في رامسار (ايران) سنة 1971 بهدف المحافظة عليها و الاستعمال العقلاني للمناطق الرطبة في أنحاء العالم

CE SITE D'UNE SUPERFICIE DE 195500 HECTARES A ÉTÉ INSCRIT PAR LE GOUVERNEMENT ALGERIEN SUR LA LISTE DES ZONES HUMIDES D'IMPORTANCE INTERNATIONALE ÉTABLIE DANS LE CADRE DE LA CONVENTION SUR LES ZONES HUMIDES, TRAITÉ INTERNATIONAL SIGNÉ À RAMSAR (IRAN) EN 1971, DANS LE BUT DE PROMOUVOIR LA CONSERVATION ET L'UTILISATION RATIONNELLE DES ZONES HUMIDES DANS LE MONDE ENTIER.

THIS SITE, COVERING 195500 HECTARES, HAS BEEN DESIGNATED BY THE ALGERIAN GOVERNMENT FOR INCLUSION IN THE LIST OF WETLANDS OF INTERNATIONAL IMPORTANCE ESTABLISHED UNDER THE CONVENTION ON WETLANDS, THE INTERNATIONAL TREATY SIGNED IN RAMSAR (IRAN) IN 1971 TO PROMOTE THE CONSERVATION AND SUSTAINABLE USE OF WETLAND AREAS WORLDWIDE.

Publications

PHENOLOGY AND DIURNAL BEHAVIOUR OF RUDDY SHELDUCK *Tadorna ferruginea* AT OGLAT EDDAIRA (AIN BEN KHLIL) WETLAND, SOUTHWEST OF ALGERIA

ABDELKRIM BENARADJ^{1,2}, NABIL CHARCHAR³, HAFIDA BOUCHERIT¹, MOHAMED-LAID OUAKID², MOUSSA HOUHAMDI ✉⁴

¹Laboratoire de Gestion Durable des Bio-Ressources dans les Zones Arides et Semi Arides, Centre Universitaire Salhi Ahmed de Naâma, Algérie

²Département de Biologie, Faculté des Sciences, Université Badji Mokhtar d'Annaba, Algérie

³Centre de recherche en biotechnologie (CRBt), Constantine, Algérie

⁴Laboratoire Biologie, Eau et Environnement (LBEE), Faculté SNV-STU, Université 8 Mai 1945 Guelma. BP. 401 24000 Guelma, Algérie; e-mail: houhamdi-moussa@yahoo.fr, moussa.houhamdi@univ-guelma.dz

✉ Corresponding author

Received: 17 November 2020 / **Accepted:** 5 March 2021

Abstract

Benaradj A., Charchar N., Boucherit H., Ouakid M.-L., Houhamdi M.: Phenology and diurnal behaviour of ruddy shelduck *Tadorna ferruginea* at Oglat Eddaira (Ain Ben Khlil) wetland, Southwest of Algeria. *Ekológia (Bratislava)*, Vol. 41, No. 1, p. 70–77, 2022.

The ecological study (phenology and daytime budget) of ruddy shelduck *Tadorna ferruginea* (Anatidae) at Lake Oglat Eddaira (Ain Ben Khlil), Southwest of Algeria, was carried out for three consecutive years from August 2017 to July 2020. While ruddy shelduck has the status of a sedentary species, it was found all year round, persisting at low numbers in mid-summer months (July–August). The numbers of ruddy shelduck began to increase from the first decade of September with the arrival of the wintering and breeding populations. High numbers of ruddy shelduck were mainly recorded between late January and early March. During our monitoring, the balance sheet of the rhythms of daytime activities was dominated by feeding in water and on banks (68%), followed by preening (16.77%), swimming (9.85%), sleeping (4.67%) and flying (1.22%). Therefore, we can conclude that Oglat Eddaira wetland plays the role of a diurnal grazing ground for this Anatidae.

Key words: *Tadorna ferruginea*, phenology, daytime budget, Oglat Eddaira.

Introduction

The ruddy shelduck *Tadorna ferruginea* (Pallas, 1764) is widely distributed in Southeast Europe and central Asia (Mackinnon et al., 2000; Shurulinkov et al., 2020), overwintering mainly in the Indo-China Peninsula, India, Japan, the Korean Peninsula, Northern Africa (Heinzl et al., 1974) and from the central to south China (Mackinnon et al., 2000). The global population is estimated to be between 170,000 and 220,000 birds (Wetland International, 2017). The species is qualified as 'Near Threatened' in EU27 countries (Birdlife International, 2015). Small isolated populations are present in Morocco, Algeria and Ethiopia (Cramp, Simmons, 1986; Madge, Burn, 1988). As one of the few species that breed erratically over large expanses of arid parts of North Africa, the ruddy shelduck has proved to be a difficult species to study.

Although it is known that North Africa is an important breeding and wintering ground for water birds (Green et al., 2002; Smart et al., 2005; Samraoui et al., 2011; Boulekhssaim et al., 2013). In Algeria, the ruddy shelduck is a flagship species

of the wetlands of the high plateaus and the Sahara. It regularly frequents large and shallow bodies of water (Isenman, Mouali, 2002; Boulekhssaim et al., 2006, 2013; Noudjem et al., 2015; Bounab et al., 2017). In order to focus on the ecological role of particular protected wetlands in the maintenance of water bird populations, it is important to report on the ecology (abundance, spatial and temporal distribution and diurnal time budget monitoring) of the ruddy shelduck *T. ferruginea* in such a wetland here, the Oglat Eddaira. The main interest of this research is to understand the ecological requirements of ruddy shelduck and threats to these birds, in order to draw attention to the need for the conservation and management of wetlands for the protection and preservation of breeding and wintering Anatidae.

Material and methods

Study area

The Oglat Eddaira wetland is a geomorphological depression located in the western part of the city of Ain Ben-Khelil, 30

km southwest of the capital of the wilaya of Naama and 4 km northwest of the capital of Ain Ben-Khelil commune. It spreads over the western end of the high steppe plains to the southeast of Chott El-Gharbi. It is brackish water body with an area of 200 ha (Fig. 1), located in the middle of the steppe zone and characterised by a low and irregular rainfall of about 200 mm/year. It is fed by runoff from temporary Oued. This seasonal brackish water body, located in the middle of the arid steppe zone, is surrounded by a plant belt made up of *Tamarix gallica* resulting from reforestation carried out 20 years ago. On observing, in places, beaches of much grazed *Phragmites*. Near the water and along the entire perimeter, there is a very sparse herbaceous vegetation to be noted. It is made up of *Juncus acutus* and *Carex* sp. The width of the belt reaches more than 100 m per location and slows down the advance of the sand dunes which run along the southern part. The lands surrounding the wetland are occupied by the riparian populations settled on the rangelands between El Marfag–El Mesdouria and the cultivated areas along Oued Rokaima. The current status of these areas, however, remains classified as private land and archs. The Oglat Eddaira offers with its variety of natural landscapes and its permanent lake a sample of steppe ecosystem with a global interest due to its floristic diversity (alfa, sagebrush, esparto and halophyte formations, and pistachio of the atlas in the dayates). The wild avifauna frequenting this wetland is mainly composed of ruddy shelduck *T. ferruginea*, common shelduck *Tadorna tadorna*, marbled teal *Marmarometta angustirostris*, common teal *Anas crecca*, mallard duck *Anas platyrhynchos*, northern shoveler *Anas clypeata*, northern pintail *Anas acuta*, common pochard *Aythya ferina*, ferruginous duck *Aythya nyroca*, greater flamingo *Phoenicopterus roseus*, common moorhen *Gallinula chloropus*, booted eagle *Hieraaetus pennatus*, houbara bustard *Chlamydotis undulata*, white-backed stilt *Himantopus himantopus* and elegant avocet *Recurvirostra avosetta*.

Sampling

The phenology and diurnal behaviour of ruddy shelduck *T. ferruginea* were studied at Lake Oglat Eddaira (Ain Ben Khilil) for three consecutive years from August 2017 to July 2020. Birds were counted weekly; individual counting is possible when a ruddy shelduck group is near to observation points (within 200 m) and counts less than 200 individuals, and a visual estimation is made otherwise (Blondel, 1975; Houhamdi, 2002). During the same campaign, regular monitoring of diurnal activity rhythms of the ruddy shelduck *T. ferruginea* was done. It was carried out every hour from 8 am to 5 pm during all the observation times on 80%–100% of the individuals present in the site using the scan method, *instantaneous scan sampling*, which is very suitable for this type of terrain (large, open and little disturbed) (Altmann, 1974) and was corrected and improved by Baldassare et al. (1988) and Losito et al. (1989). Thus, once a week, from August 2007 to July 2020, we carried out scans of the majority of individuals whose behaviours were easy to observe (Houhamdi, Samraoui, 2001, 2003, 2007; Amorabda et al., 2015; Merzoug et al., 2015; Charchar et al., 2019). The activities measured are: sleep, feeding in the water and on the banks, grooming, swimming and flying. The data were then analysed using a multivariate correspondence analysis (with XL-Stat software) to describe the relationships between the different activities.

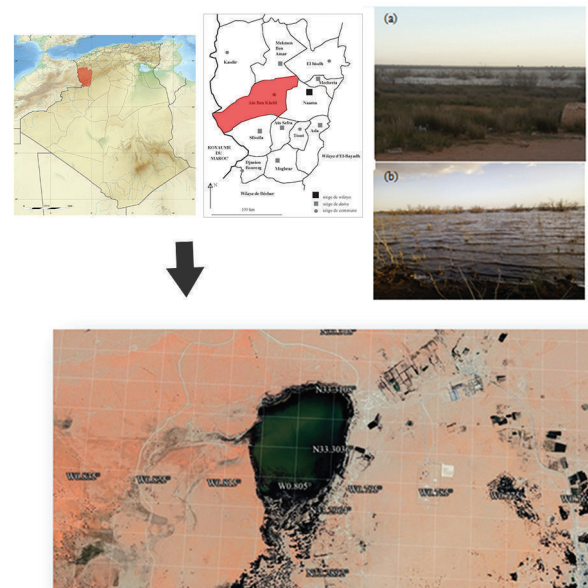


Fig. 1. General views of Oglat Eddaira (Ain Ben Khilil) wetland: (a) oriental sector, (b) western sector (photos taken on 29 March 2019 by Houhamdi M.); (c) location map of Oglat Eddaira (Ain Ben Khilil) wetland.

Results and discussion

Evolution of population (bird number)

Ruddy shelduck exhibited similar abundance trends between 2017/2018, 2018/2019 and 2019/2020 within the study area. The species was found all year round, persisting at low numbers in mid-summer months (July–August), with a population ranging from 59 to 91 individuals. The numbers of ruddy shelduck began to increase from the first decade of September with the arrival of the wintering and breeding populations. High numbers of ruddy shelduck were mainly recorded between late January and early March (Fig. 2), confirming the results obtained in previous studies in Saharan wetland (Nouidjem et al., 2012; Bensaci et al., 2012, 2013). During the study period, the numbers of ruddy shelduck peaked at 234 birds in the last decade of January 2018 and 256 and 264 birds for 2019 and 2020, respectively, in the first decade of March (Fig. 2). This increase in number is observed among all wintering and breeding Anatidae birds of Mediterranean wetlands (Tamisier, Dehorter, 1999; Houhamdi, 2002; Houhamdi, Samraoui, 2002). This species is often solitary. It is mainly observed as small groups and rarely associated with other bird species. The birds occupy the banks and edges (muddy places) of lakes, but during the mid-days, they cross the lake without stopping. The ruddy shelduck, which is a species sensitive to variation in water depth, does not change its number according to variation in water depth in this region, unlike the ones in the wetlands in the arid and semi-arid regions of Algeria (Nouidjem et al., 2015; Bounab et al., 2017). The ruddy shelduck is an often solitary species and does not mix too much with other Anatidae

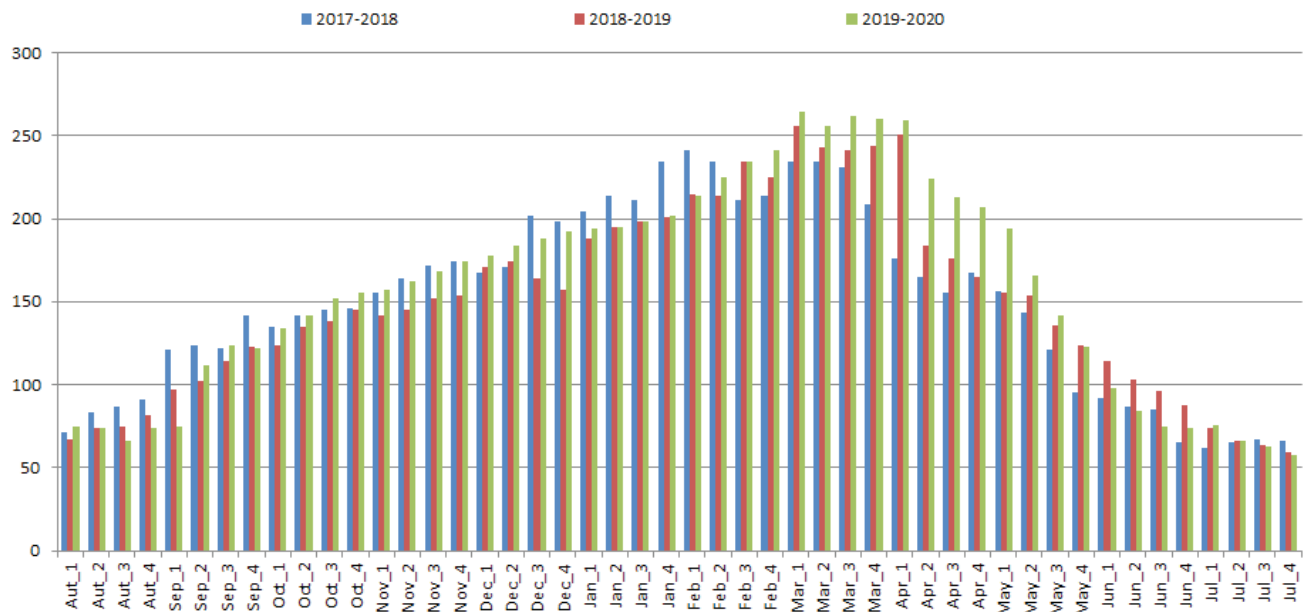


Fig. 2. Evolution of the abundance of ruddy shelduck *Tadorna ferruginea* at Oglat Eddaira (Ain Ben Khlil) in 2017/2018 (blue), 2018/2019 (red) and 2019/2020 (green).

Notes: 01 – first week of the month; 02 –second week of the month; 03 – third week of the month; 04 – fourth week of the month.

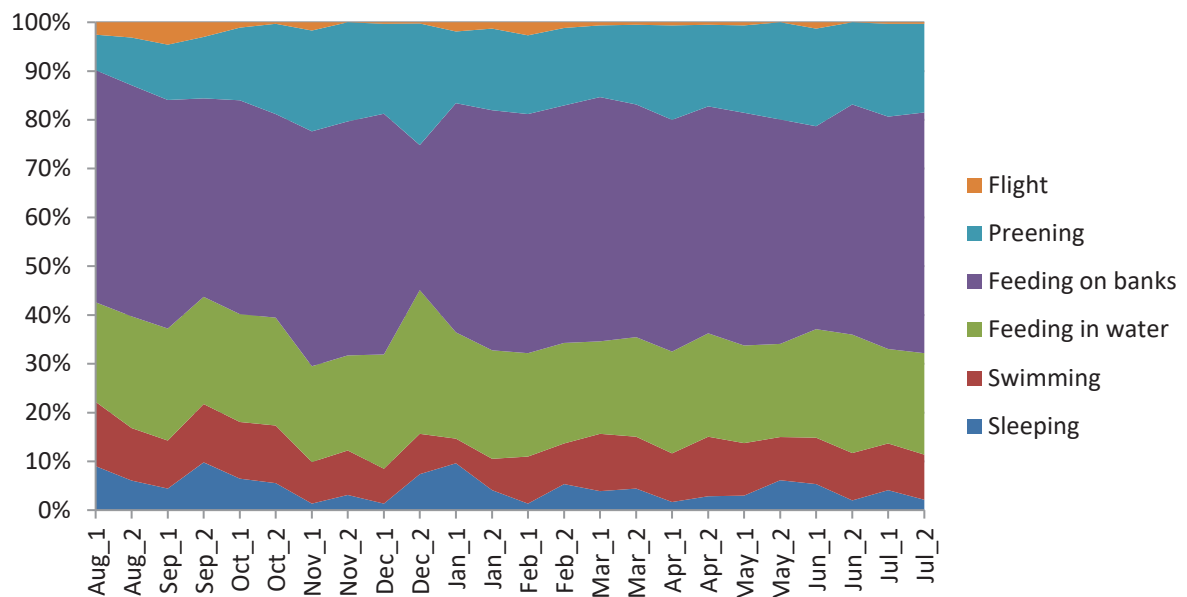


Fig. 3. Balance sheet of diurnal rhythm activities of ruddy shelduck *Tadorna ferruginea* at Oglat Eddaira (Ain Ben Khlil) in 2017/2018, 2018/2019 and 2019/2020.

species on the site, except with the mallard duck if it is present in the site. The mallard duck is rare in the region.

Study of diurnal behaviour

After 3 years of weekly monitoring of diurnal behaviour of ruddy shelduck from 8 am to 5 pm at the lake of Oglat Eddaira (Ain

Ben Khlil), the obtained results showed that the budget time was dominated by feeding activity (feeding on banks and feeding in water), which gave a value more than 68%. The second diurnal activity was preening activity with 16.77%, followed by swimming (9.85%), sleeping activity (4.67%) and, finally, flying activity which showed the lowest value of the budget time (1.22%) (Fig. 3).

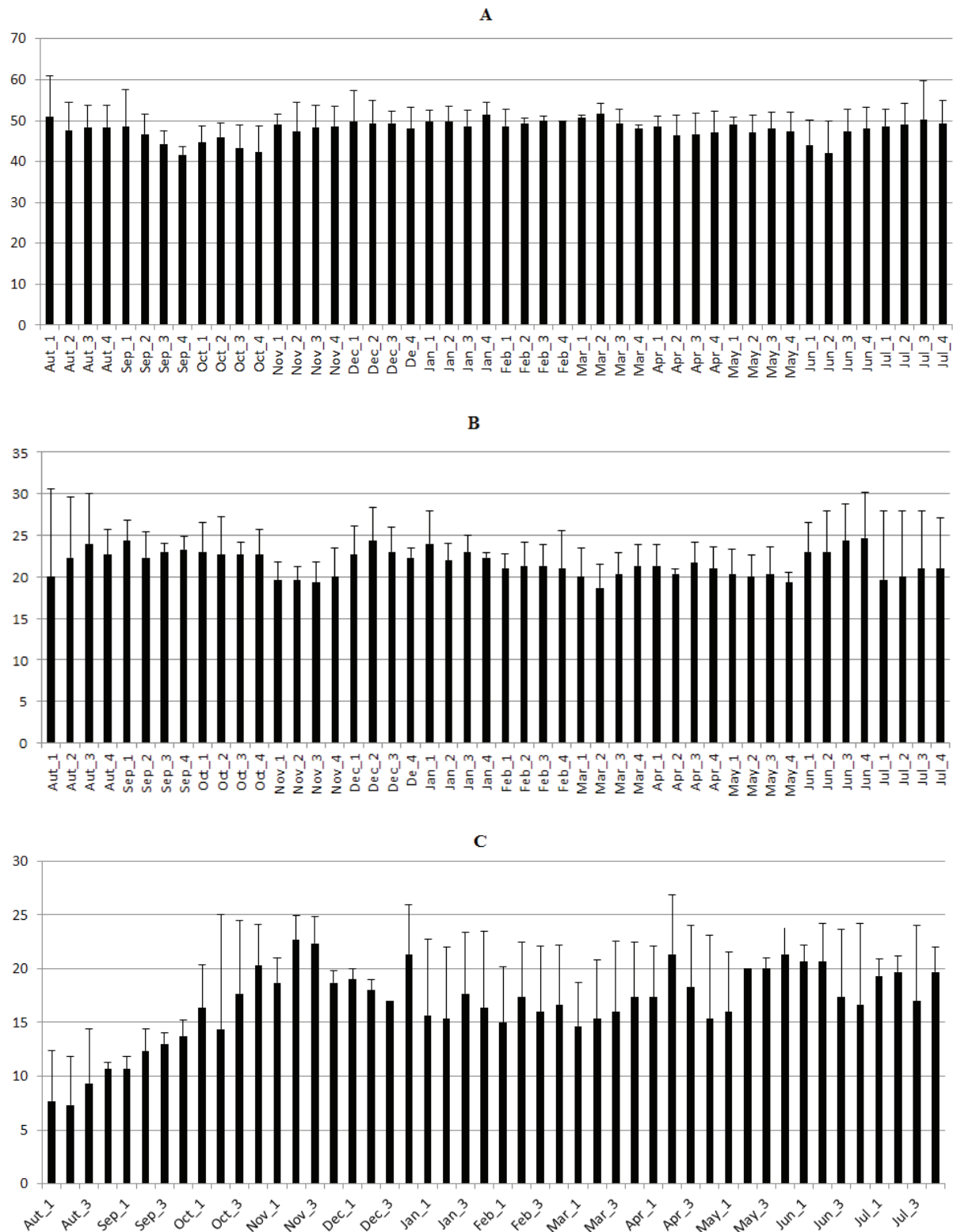


Fig. 4. Evolution of diurnal activity patterns of ruddy shelduck *Tadorna ferruginea* at Oglat Eddaira (Ain Ben Khilil) wetland during 2017/2018, 2018/2019 and 2019/2020. A: feeding on banks; B: feeding in water; C: preening.
Notes: 01 – first week of the month; 02 – second week of the month; 03 – third week of the month; 04 – fourth week of the month.

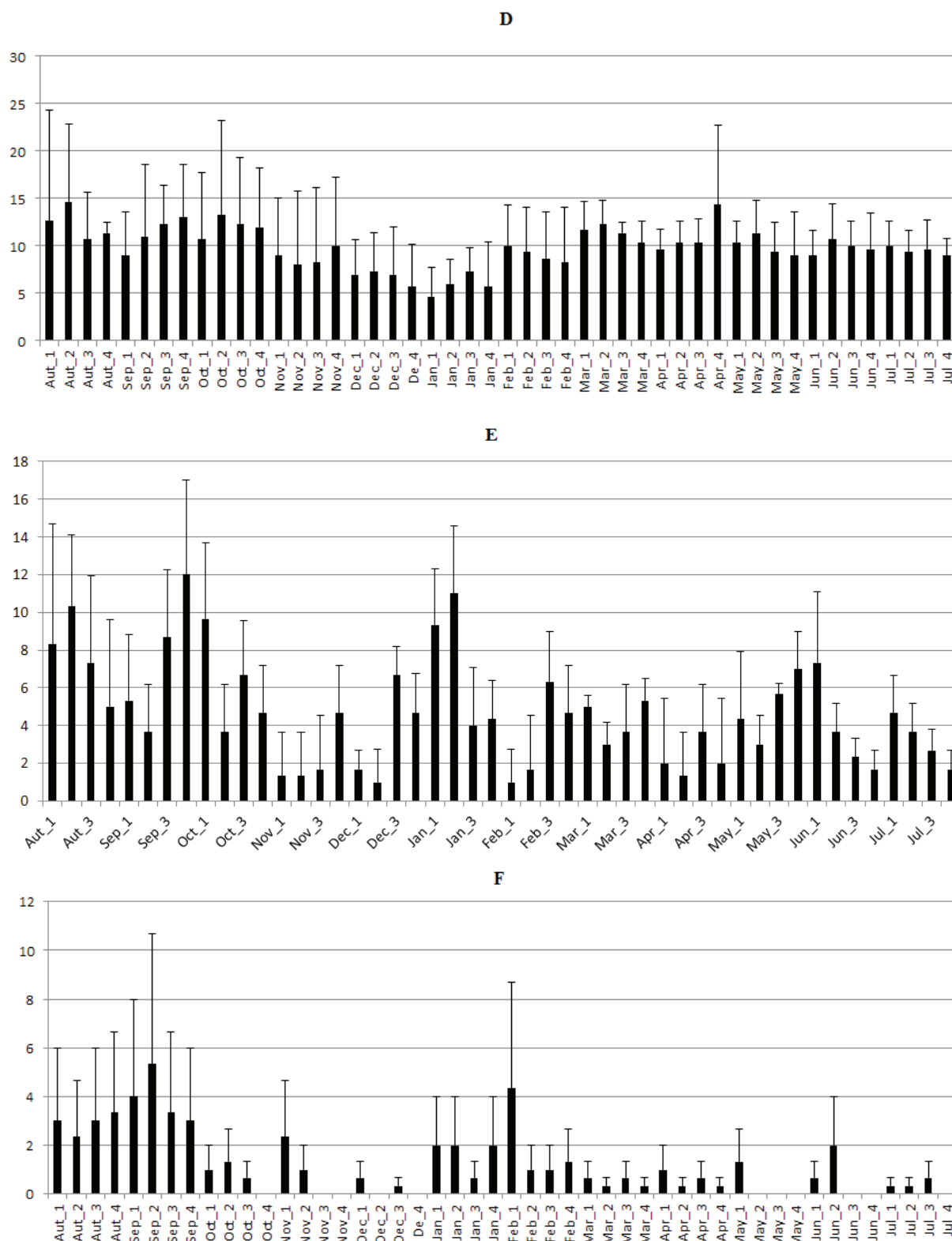


Fig. 4. Evolution of diurnal activity patterns of ruddy shelduck *Tadorna ferruginea* at Oglat Eddaira (Ain Ben Khilil) wetland during 2017/2018, 2018/2019 and 2019/2020. C: preening; D: swimming; E: sleeping; F: flight.
Notes: 01 – first week of the month; 02 – second week of the month; 03 – third week of the month; 04 – fourth week of the month.

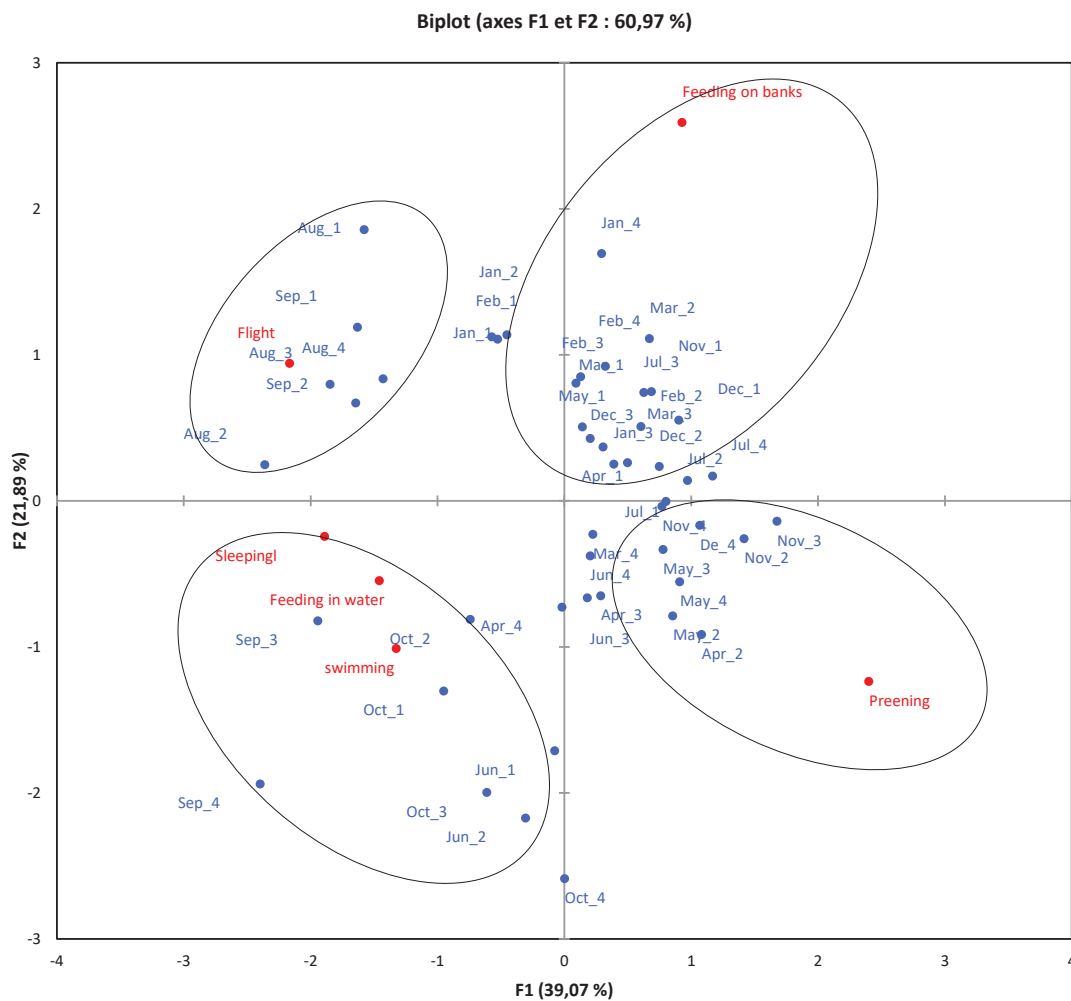


Fig. 5. Analysis (CA) factorial plan 1 × 2 of diurnal rhythms of activities of ruddy shelduck *Tadorna ferruginea* at Oglat Eddaira (Ain Ben Khilil) wetland during 2017/2018, 2018/2019 and 2019/2020.

Notes: 01 – first week of the month; 02 – second week of the month; 03 – third week of the month; 04 – fourth week of the month.

Feeding is an essential activity for all Anatidae species (Tamisier, Dehorter, 1999; Houhamdi, 2002; Houhamdi, Samraoui, 2002; Boulekhssaim et al., 2006; Charchar et al., 2016). At the lake of Oglat Eddaira (Ain Ben Khilil), ruddy shelduck was foraging in different ways, either by filtering the mud from the water or walking on the banks or by swimming in deep regions (25–45 cm) (Khafou et al., 2013). Its diet depends mainly on Crustaceans such as *Hydrobia* and *Artemia* (Chadenas, 2003). Thus, during the study period and far from the breeding season, ruddy shelduck birds spent most of their time foraging (Figures). These birds eat differently during the day. Unlike the results obtained by Boulekhssaim et al. (2013), Khafou (2014), Nuidjem (2014) and Bounab (2018) at the wetlands of Sahara, high plateaus of eastern Algeria and wetlands of Morocco, most of this activity was observed on banks along the day (47.88%) in this wetland. The evolution rate of this activity showed a stable pattern, where the maximum rate was recorded during mid-March (51.33%) and the minimum rate during the following month (42%) in June (Fig. 4A). In water, this activity was observed with

an average rate equivalent to 21.69% (Fig. 4B). This activity is often observed at mid-day (11 am and 3 pm), where most birds are gathered in the water body and start to eat; its rates vary little and display a more or less stable graph. The maximum rate recorded is around 24.33%–24.66% during mid-November and end of June.

Preening activity and maintenance of the plumage are observed mainly in water and rarely on the banks. At Oglat Eddaira, ruddy shelduck exhibited an average rate of preening of around 16.67% (Fig. 3). The graph of this activity shows remarkable variation during the study period, with increases and decreases observed throughout our period of monitoring. The maximum recorded for this activity was 22.66% at the end of November (Fig. 4C). It should be noted that during daytime, the highest rates were observed during the early mornings. These rates gradually decreased during the course of the day.

Swimming is often accompanied with other activities such as feeding, sleeping and courtship. But it occurs mainly when changing location and to avoid drift induced by wind and waves,

where it manifests in a collective manner (Tamisier, Dehorter, 1999). The maximum rate recorded for this activity was around 14.66% during mid-August (Fig. 4D). The graph shows a gradual decrease over time between August and January, and then it returns to show an increase again between the end of January until the end of April (Figure). Rates appear to increase towards the end of the wintering season. Overall, ruddy shelduck exhibited a general rate of swimming estimated at 9.85% (Fig. 4C). This activity is often observed at mid-day associated with the activity of swimming.

Unlike other Anatidae, where sleeping is an essential activity (Tamisier, Dehorter, 1999; Houhamdi, 2001, 2003, 2007; Houhamdi et al., 2008, 2009; Merzoug et al., 2014; Charchar et al., 2016, 2019; Bouchaala et al., 2017), this activity occupied the fifth position in the diurnal budget time of ruddy shelduck at Oglat Eddaira with a rate of 4.67%. The evolution rates of this activity over time and throughout the study period show a sawtooth pace, exhibiting several peaks (Fig. 4E), the maximum of which was recorded during the start of the study during the month of September (12%). In general, this activity was observed much more during the mid-day and showed decreasing rates during the day. This activity was observed preferentially in water.

The flight was found with the lowest rate (1.22%) in this diurnal time budget. Its evolution over time showed a variable pace. The first period noted between August and December was characterised by rates ranging from 0% to 5.33%, where we recorded the maximum rate, or 5.33% during mid-September, and the second period noted between December and July showed rates varying between 0% and 4.33%, with the maximum recorded at the beginning of February (Fig. 4F). This activity was mainly observed during early mornings. These flights mainly concerned changing place and grouping flights of birds in water body. The flights observed in the afternoons were often caused by disturbances (humans and animals) or occurred following the flight of other birds belonging to other avian species, mainly Anatidae, which are known for their fierce character, between August and September. It often occurred as a result of disturbances by diurnal raptors or after the flight of another species of Anatidae.

This study on the daytime activities of ruddy shelduck at Oglat Eddaira showed a significant difference compared to the studies reported by Boulekhsaim et al. (2013), Khafou (2014), Nuidjem (2014) and Bounab (2018) at the wetlands of Sahara, high plateaus of eastern Algeria and wetlands of Morocco, where ruddy shelduck allocates an important part of its daytime budget to sleeping and resting. These variations in the rates of diurnal activity are explained by differences in local conditions, including food availability and distribution, abiotic factors such as water temperature (thermoregulation) and biotic factors such as predation and intra and interspecific competition.

Multivariate statistical treatment of diurnal activity rhythms

The correspondence analysis represents 60.97% of the information (Fig. 5) and shows that the diurnal behaviour of the ruddy shelduck at Oglat Eddaira (Ain Ben Khlil) wetland is subdivided into more or less distinct four groups:

The first group represented by the dominant activity which is riverbank feeding, recorded with high rates during our monitor-

ing, generally characterises the period between January to July (Fig. 5). During this period, the water level of the lake, where the bird allocates most of its time to eating on banks, rises as a result of rain. These results corroborate with the results of subsequent studies carried out by Noudjem (2014), Khaffou (2014) and Bounab (2018) and confirm the sensitivity of ruddy shelduck to deep water.

The second group is represented by preening. During the month of November, it generally characterises new arrivals to the lake that have to change their damaged feathers after a long migration. Between the months of May and June and in sunny days, the bird is observed to be carefully preening its feather on the shores of the lake.

The third group comprises feeding in water, sleeping and swimming (Fig. 5). These three activities are recorded during the months of October–September, during wintering period, which is characterised by arrival of the migratory population, where feeding and sleeping in water represents the best means of recovery and conservation of energy, and during April–June period of reproduction when the bird begins to seek its partner and construct its nest. These activities are also observed during the mid-day period.

Finally, the last group represented by flight was observed with low rates during our monitoring. This activity also characterises the first arrivals at the lake (August–September), where we observed positioning flights or group changes.

The correspondence analysis also shows that the feeding activity is associated with swimming. This allows birds to feed on the surface of water in areas cleared of all vegetation and away from other ducks occupying the same areas of the wetland (Fig. 5).

Conclusion

Like all water bodies in the region (Sahara), Oglat Eddaira (Ain Ben Khlil) is a very suitable diurnal grazing ground for ruddy shelduck and for many other species of Anatidae. This diurnal fattening is noted at the beginning of the mornings on the banks of the lake and as the day passes on, the ruddy shelduck *T. feruginea* enters water and continues to feed either by tilting or dipping its head or only its beak.

These results, collected over three consecutive years of monitoring, however, provide new information concerning the diurnal behaviour of Anatidae. But we believe that it would be preferable to determine the ecological role and functioning of this continental aquatic ecosystem over several years (wintering and reproduction) and bring together the work on all species of Anatidae as it is necessary for handing over and/or restoring this wetland.

References

- Amor Abda, W., Merzoug, S., Belhamra, M. & Houhamdi M. (2015). Phenology and diurnal behaviour of the Northern Shoveler *Anas clypeata* in the Guerbes- Sanhadja wetland complex (north-eastern Algeria). *Zoology and Ecology*, 25(1), 19–25. DOI: 10.1080/21658005.2014.994361.
- Baldassare, G.A., Paulus, S.L., Tamisier, A. & Titman R.D. (1988). Workshop summary: Techniques for timing activity of wintering waterfowl. In M.W. Weller (Ed.), *Waterfowl in winter* (pp. 23–26). Minneapolis: University of Minnesota Press.

- Bensaci, E., Saheb, M., Cherief-Bouteraa, N., Cherief, A., Qninba, A. & Houhamdi M. (2012). Un second cas de nidification de la Mouette rieuse *Chroicocephalus ridibundus* en Algérie. *Alauda*, 80(2), 153–154.
- Bensaci, E., Saheb, M., Noudjem, Y., Bouzegag, A. & Houhamdi M. (2013). Biodiversité de l'avifaune aquatique des zones humides sahariennes: Cas d'Oued Righ (Algérie). *Physio Géo*, 7, 31–42. DOI: 10.4000/physio-geo.3198.
- Bird Life International (2015). *European Red list assessment*. Ruddy Shelduck (*Tadorna ferruginea* Pallas, 1764). <http://www.birdlife.org>.
- Blondel, J. (1975). Analysis of populations of water birds. Element of ecological diagnosis. I: Progressive sampling method frequency (EFP). *Rev. Ecol.-Terre Vie*, 29, 533–589.
- Bouchaala, L., Charchar, N., Boukhemza, M. & Houhamdi M. (2017). Behavior and phenology of Wigeon *Anas penelope* in the Garaet of Hadj-Tahar (Skikda, Northeast of Algeria), Algeria. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(2), 361–364.
- Boulkhsaim, M., Houhamdi, M. & Samraoui B. (2006). Status and diurnal behavior of the Shelduck *Tadorna tadorna* in the Hauts Plateaux, north-east Algeria. *Wildfowl*, 56, 65–78.
- Bounab, C. (2018). *Phénologie et structure des Tadornes (Tadorne de Belon et Tadorne casarca) dans le Chott El-Hodna (wilaya de M'sila, Algérie)*. Thèse de Doctorat, Université Djillali Liabes de Sidi Bel abbes, Algeria.
- Chadenas, C. (2003). *L'homme et l'oiseau sur les littoraux d'Europe occidentale: Appropriation de l'espace et enjeux territoriaux: vers une gestion durable*. Thèse Doctorat, Université de Nantes, France.
- Charchar, N., Boucaala, L., Belhamra, M. & Houhamdi M. (2016). Diurnal time budget of wintering Teal *Anas crecca crecca* (Anatidae) at Garaet-Hadj-Tahar (Skikda) Northeast Algeria. *Journal of Entomology and Zoology Studies*, 5(1), 540–545.
- Charchar, N., Bouchaala, L. & Houhamdi M. (2019). Phenology and diurnal behavior of marbled duck *Marmaronetta angustirostris* in the eco-complex of wetlands of Guerbes Sahhadja North-east of Algeria. *Ecol. Mediterr.*, 45(2), 35–43. DOI: 10.3406/ecmed.2019.2087.
- Cramp, S. & Simmons K.E.L. (1986). *Handbook of the birds of Europe, the Middle East and North Africa*. Vol. 1: *Ostrich to ducks*. Oxford: Oxford University Press.
- Green, A.J., El Hamzaoui, M., El Agbani, M.A. & Franchimont J. (2002). The conservation status of Moroccan wetlands with particular reference to waterbirds and to changes since 1978. *Biol. Conserv.*, 104, 71–82. DOI: 10.1016/S0006-3207(01)00155-0.
- Heinzel, H., Fitter, R.S.R. & Parslow J.L.F. (1974). *The Birds of Britain and Europe: with North Africa and the Middle East*. London: Collins.
- Houhamdi, M. (2002). *Ecology of avian populations of Lac des Oiseaux (oriental Numidia)*. Doctoral thesis, University of Badji Mokhtar, Annaba, (Algeria).
- Houhamdi, M., Maazi, M.C., Seddik, S., Bouaguel, L., Bougoudjil, S. & Saheb M. (2009). Status and ecology of the White-headed duck *Oxyura leucocephala* in the wetlands of the high plains of eastern Algeria. *Aves*, 1, 129–148.
- Houhamdi, M. & Samraoui B. (2001). Diurnal behavior of common teal *Anas crecca* at lac des Oiseaux, northest Algeria. *Ardeola*, 55(1), 59–69.
- Houhamdi, M. & Samraoui B. (2002). Occupation spatio-temporelle par l'avifaune aquatique du Lac des Oiseaux (Algérie). *Alauda*, 70(2), 301–310.
- Houhamdi, M. & Samraoui B. (2003). Diurnal behavior of wintering Wigeon *Anas penelope* at Lac des Oiseaux, Northeast Algeria. *Wildfowl*, 54, 51–62.
- Houhamdi, M. & Samraoui B. (2007). Diurnal and nocturnal behaviour of ferruginous duck *Aythya nyroca* at Lac des Oiseaux, Northeast Algeria. *Ostrich – Journal of African Ornithology*, 78(2), 510.
- Isenmann, P. & Moali A. (2000). *Les oiseaux d'Algérie/ Birds of Algeria*. Paris: SEOF.
- Khaffou, M. (2014). *Biologie et écologie du Tadorne casarca Tadorna ferruginea (Pallas, 1764) dans la Zone Humide d'Aguelmam Sidi Ali (Site Ramsar – Moyen Atlas – Maroc) en vue d'une Gestion Durable du Site*. Thèse de Doctorat, Université Moulay Ismail, Maroc.
- Khaffou, M., Chahlaoui, A.K. & Samih M. (2013). Les habitats utilisés par le Tadorne casarca (*Tadorna ferruginea*) dans la zone humide d'Aguelmam Sidi Ali – Site Ramsar – Moyen Atlas – Morocco. *International Journal of Biological and Chemical Sciences*, 7(2), 598–606. DOI: 10.4314/ijbcs.v7i2.16.
- Losito, M.P., Mirarchi, E. & Baldassarre G.A. (1989). New techniques for timing activity studies of avian flocks in view-restricted habitats. *J. Field Ornithol.*, 60, 388–396.
- Luo, Z.K., Wen, H.Z., Ying, H., Xing, Y.L., Wen, L. & Zhen J.L. (2013). Seasonal dynamics and habitat selection of Ruddy Shelduck (*Tadorna ferruginea*) (Anseriformes: Anatidae) in Alpine Wetland Ecosystem of Southwest China. *Acta Zool. Bulg.*, 65(4), 469–478.
- Mackinnon, J., Phillpotts, K. & He F.Q. (2000). *A field guide to the birds of China*. Changsha: Hunan Education Press.
- Madge, S. & Burn S. (1988). *Wildfowl*. London: Christopher Helm.
- Merzoug, S.E., Amor Abda, W., Belhamra, M. & Houhamdi M. (2014). Eco-ethology of the wintering ferruginous duck *Aythya nyroca* (Anatidae) in Garaet Hadj Tahar (Guerbes-Sanhadja, Northeast of Algeria). *Zoology and Ecology*, 4, 297–304. DOI: 10.1080/21658005.2014.953800.
- Migoya, R., Baldassarre, G.A. & Losito M.P. (1994). Diurnal activity budgets and habitat functions of northern Pintail *Anas acuta* wintering in Sinaloa, Mexico. *Wildfowl*, 45, 134–146.
- Noudjem, Y. (2014). *Stationnement et étude écologique du Tadorne casarca, Tadorna ferruginea dans les écosystèmes aquatiques de la Vallée d'Oued Righ (Sahara Algérien)*. Thèse de Doctorat, Université d'Oum El-Bouaghi, Oum El-Bouaghi, Algeria.
- Noudjem, Y., Saheb, M., Bensaci, E., Bouzegag, A., Guergueb, Y. & Houhamdi M. (2015). Habitat use and distribution of the Ruddy Shelduck *Tadorna ferruginea* in the wetland complex of Oued Righ (Algerian Sahara). *Zoology and Ecology*, 25(1), 26–33. DOI: 10.1080/21658005.2014.997995.
- Noudjem, Y., Saheb, M., Mayache, B., Bensaci, E., Bouzegag, A. & Maazi M.C. (2012). Le Tadorne casarca *Tadorna ferruginea* dans la Vallée de Oued Righ (Sahara Algérien). *Alauda*, 80(4), 301–306.
- Samraoui, F., Alfarhan, A.H., Al-Rasheid, K.A.S. & Samraoui B. (2011). An appraisal of the status and distribution of waterbirds of Algeria: indicators of global changes? *Ardeola*, 58, 137–163. DOI: 10.13157/arla.58.1.2011.137.
- Shurulinkov, P., Daskalova, G., Popov, K., Dalakchieva, S., Tzonev, R., Dimchev, I. & Ralev A. (2020). Recent changes in the presence status and numbers of ruddy shelduck (*Tadorna ferruginea*) in the Eastern Balkans. *Historia Naturalis Bulgarica*, 41, 41–49. DOI : 10.48027/hnb.41.06001.
- Smart, M., Essghaier, M., Etayeh, K., Hamza, A., Azafzaf, H., Baccetti, N., Defos du Rau, P. & Dlensi H. (2005). Wetlands and wintering waterbirds in Libya, January 2005 and 2006. *Wildfowl*, 56, 172–191.
- Tamisier, A. & Dehorter O. (1999). *Camargue, Canards et Foulques*. Fonctionnement d'un prestigieux quartier d'hiver. Nîmes: Centre Ornithologique du Gard.
- Wetlands International (2017). *Waterbird population estimates*. [wpe.http://wpe.wetlands.org](http://wpe.wetlands.org).

FLORISTIC DIVERSITY OF THE GROUPING AT *PISTACIA ATLANTICA* IN THE REGION OF NAÂMA (ALGERIA)

Abdelkrim Benaradj ^{1*}, Hafidha Boucherit ¹, Okkacha Hasnaoui ²

¹Laboratory of Sustainable Management of Natural Resources in Arid and Semi-Arid Areas, Salhi Ahmed University Center of Naama, Algeria

²Laboratory of Plant Ecology and Management of Natural Ecosystems, Tlemcen. Dr Tahar Moulay University of Saida, Algeria



Abstract

Floristic inventory carried out on grouping range at *Pistacia atlantica* in southern region of Naama makes it possible to identify 135 taxa, divided into 36 families and 105 genera. This large specific diversity, belong to 36 botanical families, best represented (48%) being Asteraceae, Poaceae, Fabaceae and Brassicaceae. The biological analysis shows predominance of Therophytes with 68 species, i.e. 50%. This predominance is characteristic of arid regions vegetation which adapt to saharan and steppe environment. The biogeographic analysis reveals a predominance of three biogeographical types (mediterranean, saharan and endemic) with a rate of 64% or 87 species. This biogeographic distribution reveals floristic heterogeneity and confirms mediterranean affinity of region flora, which combines three sets: high steppe plains, saharan atlas and Saharan border to South.

Keywords: floristic diversity, grouping, *Pistacia atlantica*, Saharan atlas

1. INTRODUCTION

The saharan atlas covers important plant resources spread over plains, mountains, chotts, dayas and saharan areas (Benaradj, 2017).

According to MICLE (1997), their potential for biological resources and their impressive diversity across the country imperatively require a preservation strategy is developed.

The ratification by Algeria, the Convention on Biological Diversity is an important step in the management of this valuable capital and an irrefutable proof which strengthens the position of our country in the conservation of biological diversity across planetary and in building sustainable development (Benaradj et al., 2015a)

The purpose of this study is to analyze ecological and floristic indicators of grouping at *Pistacia atlantica*. This woody and xero-thermophilic species of *Anacardiaceae* family is a tree par excellence of arid, semi-arid and saharan areas, although for Boudy (1952), pistachio trees are characteristic species of mediterranean region. Most of range is found in North Africa (Morocco, Algeria, Tunisia), but it is also found in Canary Islands, Libya (Cyrenaica), Cyprus and the Near East (Quézel and Médail, 2003).

We have focused our work on establishment of a descriptive inventory of grouping situation in *Pistacia atlantica*. It was carried out at an area of this taxon in Naama region. This work has not been undertaken in arid and saharan zones to date; Hence its interest.

2. MATERIALS AND METHODS

2.1. Geographic location

Trees of *Pistacia atlantica* are well distributed in study station of Hadjadj (South of Naama). This choice was imposed naturally by *Pistacia atlantica* dissemination in saharan atlas. This choice is to better understand the phytoecological aspects of its distribution in this part of the region of Naama.

On biogeographical level, study station is part of saharan atlas (sub-sector AS1) sector in sense of Quézel and Santa (1962); that is to say in most western part of Algeria.

Hadjadj station is located 20 km south of Ain Sefra and 30 km north of Moghrar (between Ain Sefra and Moghrar). It is spread over an area of more than 30.000 hectares and on altitudes oscillating between 930 m and 1.300 m. Trees of *Pistacia atlantica* are well dispersed in talwegs and outcrops of mountains or valley.

Geographically, study area is between 32°41'31.74" N and 32°38'12.15" N of north elevation and between meridians of longitude 0°26'29.83"W and 0°22 '20.82"W to the west (Fig.1).

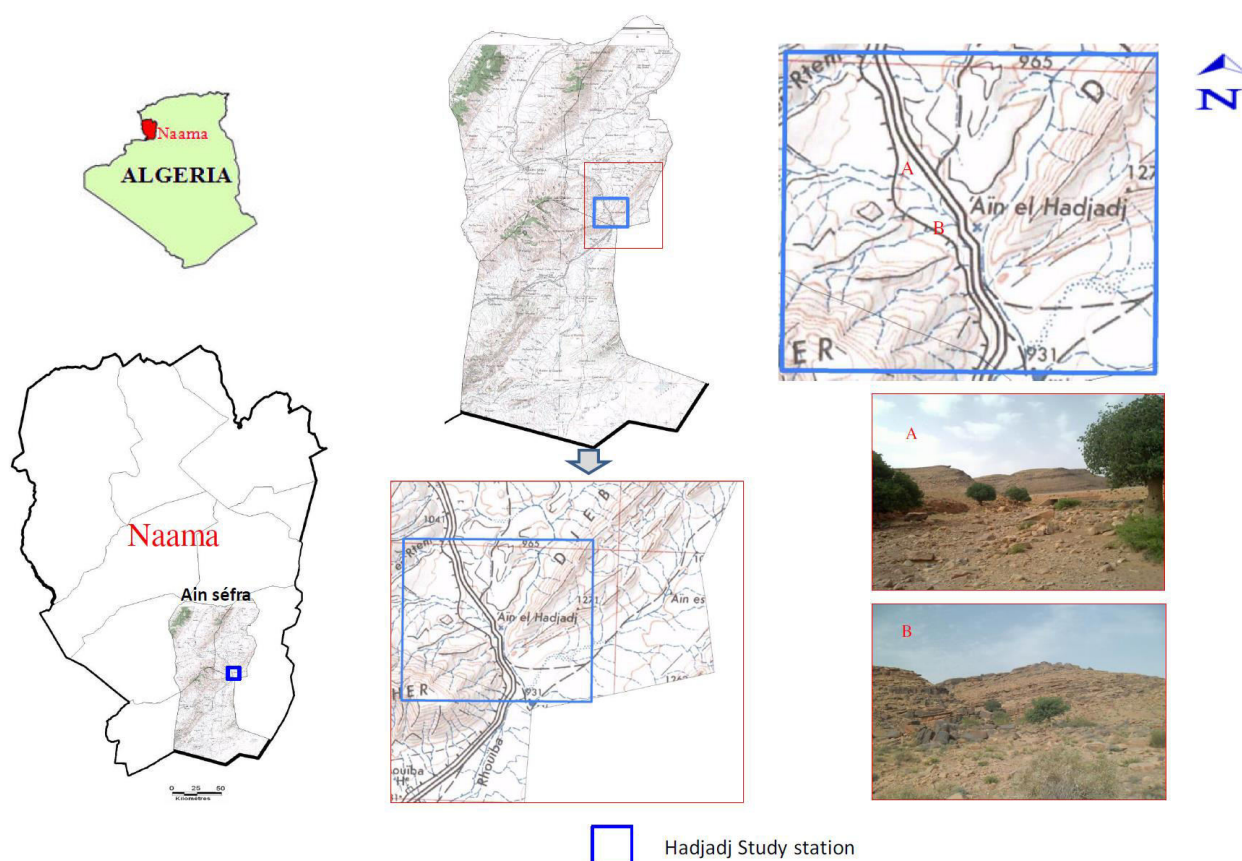


Figure 1. Geographical location of the study station at "Hadjadj" (South of Naama) (I.G.M, 1999)

2.2. Methods of study

2.2.1. Structure of sampling

We have opted for systematic transect sampling. This approach, with help of 50 floristic surveys carried out, makes it possible to identify largest number of plant species on the one hand and is effective in the arid and semi-arid open ecosystems on the other.

2.2.2. Quantitative study

Technique of transect was described by several authors (Gounot, 1969; Godron, 1968; Daget and Poisson, 1971). It is well adapted to steppe ecosystems in analysis of vegetation and soil surface characteristics (Aïdoud, 1983; Nedjraoui, 1990; Slimani, 1998). It is considered as an efficient means of studying evolution of vegetation cover in case of a permanent line (Gounot, 1969; Aïdoud, 1983). The reading is done every 10 cm on a line marked with a graduated ribbon stretched over vegetation.

According to Kadi-Hanifi (2003), this quantitative method consists of enumeration within each stand or formation of species total number and population number of each species. It is specific wealth which is one of characteristic of a stand.

The measures of a quantitative nature are as follows:

- *Measurement of vegetation cover*: The recovery of a species is theoretically defined as soil surface percentage that would be covered if species individual's aerial organs were projected vertically on ground (Gounot, 1969).

- *Floristic richness*: This corresponds to the realization of a floristic inventory; this stage is based on a census of floristic procession species constituting of grouping in *Pistacia atlantica*.

2.2.3. Qualitative study

It consists of studying biological, systematic and phytogeographical composition of a plant in a given region (Kadi-Hanifi, 2003).

The qualitative measures are:

- *Biological characterization*: The 5 biological types, which were defined by Raunkiaer (1934) according to morphological nature and which are: Phanerophyte, Chamaephyte, Hemicryptophyte, Geophyte and Therophyte. Raw biological types production is oriented on taxa counting by biological type and carried out on all groups floristic cortege species at *Pistacia atlantica*.

- *Phytogeographic characterization*: According to Barry and Celles (1973), about the phytogeographical division, study area belongs to holarctic empire, mediterranean region, euromediterranean region, maghrebin-steppic domain and algerian-oranian highlands and saharan atlas.

2.2.4. Determination of floristic, biological and phytogeographical characteristics

Botanical, taxonomic, biological and phyto-geographical determinations of species recorded in field were made at Botanical Laboratory of Tlemcen University and using usual identification keys:

- The Flora of Maire (1952-1987);
- The flora of Algeria (Quézel and Santa, 1962-1963);
- The flora of the Sahara (Ozenda, 1977);
- The great flora in colors: France, Switzerland, Belgium and neighboring countries (Bonnier, 1990);
- The Flora and vegetation of southern Tunisia (Guittonneau et al., 2011);
- Works of dissertations and theses of (Bouzenoune, 1984; Benaradj, 2010; Babali, 2014);
- Works of Le Houérou (1995) and Kaabèche (1990, 2003).

3. RESULTS AND DISCUSSIONS

Our contribution concerns floristic diversity study as well as an analysis of flora within grouping at *Pistacia atlantica* on biological, taxonomic and phytogeographical of pre-Saharan ecosystems. This contribution makes it possible to highlight their floristic originality, their state of conservation.

3.1. Recovery and flora richness

The floristic study within group at *Pistacia atlantica*, allowed us to rise following points (Table 1):

- Coverage around 35%;
- A floristic richness represented by 135 tree, shrub and herbaceous plant species.

Table 1. Recovery rates and plant wealth in the the study station

Parameters	Results
Recovery from vegetation (%)	35%
Floristic wealth (number of species)	135 species

From these results, we find that recovery rate and floristic richness are generally influenced by several factors:

- **Rainfall and water transfer:** these two factors play a very important role in vegetation reconstruction by seeds germination, because water is an important factor in triggering germination. Year 2012 is experiencing an exceptional rainfall (more 108 mm only in November months 2012) (Benaradj, 2017). According to Poilecot (1996), vegetation is dependent on moisture factor and moisture retention soil capacity. It is this high availability of water for plants that explains the specific richness of sandy soils despite their low retention capacity and which is high in sandy clay soils.

- **Floristic migration:** according to Quézel (1995), our study area has been subjected to a floristic migration which can be caused by two major causes: climate change, which is a major floristic migration process and flora dissemination by long-distance transport by wind, birds and animals by their displacement.

- **Proliferation and settlement of non-palatable (toxic and/ or spiny) species:** another finding was made, non-palatable species establishment in *Pistacia atlantica* (*Ziziphus lotus*, *Centaurea maroccana*, *Asparagus altissimus*, *Atractylis humilis*, *Atractylis serratuloides*, *Urginea maritima*, *Ferula cossoniana*, *Nerium oleander*, *Hammada scoparia*). Same observation was reported by Benabadji and *al.*, 2007. This is explained by a regeneration *Pistacia atlantica* within *Rhus tripartita* tufts, *Launaea arborescens* and *Zilla macroptera* (Benaradj, 2010; Benaradj *et al.*, 2015b).

- **Adaptation and acclimatization:** Various morphological and physiological adaptations allow these plants to resist, adapt and maintain themselves in their arid (very dry) environments. Among these forms of adaptations are leaf area reductions (plants that may have very thick leaves or reduced to spines, which allows them to limit their water losses (*Fagonia glutinosa*, *Fagonia latifolia*, *Zilla spinosa*, *Launaea arborescens*). The formation of a cushion is also a form of adaptation to xeric medium with a morphological modification, for example species (*Anabasis aretioides*) may take on a ball or pincushion appearance and *spinous xerophyte*. Some plants may have considerably developed underground organs (Rhizomatous) (*Scorzonera undulata*). Leaves can also take needle or scales forms, as is case with following species: *Hammada scoparia*, *Hammada schmittiana*, *Thymelaea microphylla*, *Ephedra alata*, *Genista saharae*, *Retama retam*. In

the end, the vegetative apparatus reduction constitutes a remarkable adaptation to conditions of very difficult environment. This is reflected in certain woody species tolerance of that opts for a morphological plasticity that reflects the resilience capacity in response to disturbances of biotic or abiotic origin. These species bury their woody structures below ground level or spread their root system on supports with higher water availability (*Pistacia atlantica*, *Ceratonia siliqua*, *Hammada scoparia*) (Birnbaum, 2012; Benaradj, 2017).

3.2. Biological, systematic and biogeographic analysis

3.2.1. Biological analysis

The table below shows floristic composition according to presence number and each biological type percentage in relation to total number of 135 species recorded in study station. These biological forms show biological spectrum seasonal variation.

Table 2. Distribution of species by biological types in the study station

Biological type	Absolute frequency	Relative frequency (%)
Chamephytes	25	18,52
Geophytes	06	04.44
Hemicryptophytes	27	20.00
Phanerophytes	09	06.67
Therophytes	68	50.37
Total	135	100%

From Table 2, it can be seen that biological spectrum is of following type: Th> He>Ch>Ph> Ge. There is a remarkable dominance of herbaceous stratum by therophytic species with 68 species, i.e. 50.37%, followed by hemicryptophytic species with 27 species, i.e. 20%, chamaephytes having 18.52% (25 species), phanerophytes with 6.45% (9 species) and finally by geophytes with 4.44% (6 species). This dominance of therophytes is strictly related to seasonal rains (Belhacini, 2011). The percentage of phanerophytes, hemicryptophytes and geophytes decreases with aridity and aperture of medium, while those of therophytes and chamaephytes increase (Kadi-Hanifi, 2003). Among phanerophytic species: *Pistacia atlantica*, *Ceratonia siliqua*, *Nerium oleander*, *Retama retam*, *Retama sphaerocarpa*, *Rhus tripartita*, *Olea europaea*, *Genista saharae* and *Ziziphus lotus*. Using the different results, we can make the following observations:

- Biological analysis confirms regressive evolution of vegetal carpet as it was glimpsed by floristic composition group examination. Vegetation matrix regression results in progressive disappearance of phanerophytes, extension of geophytes (*Urginea maritima*, *Urginea noctiflora*, *Gymnarrhena micrantha*, *Gynandriris sisyrinchium*) and progressive appearance of hemicryptophytes (*Astragalus vogelii*, *Erodium garamantum*, *Paronychia chlorothyrsa*, *Plantago albicans*). It is also noted some chamaephytes (*Hammada schmittiana*, *Hammada scoparia*, *Atractylis serratuloides*) become dominant in contribution to vegetal mat, although they are few in number thus favoring their development. This observation was also pointed out by Kadi-Hanifi (2003).

- Biological spectrum is considered by phytogeographers as a strategy for flora adaptation to unfavorable environments conditions and more particularly to climatic conditions (Daget, 1980). Thus the various biological forms inform about growth forms and therefore the plants response to the environment local conditions (Aidoud, 1998).

- In general, it can be seen that study area presents a floristic procession marked by heterogeneity between woody and herbaceous plants and between perennials and annuals. This landscape disparity may be linked to orographic, edaphic and hydrological environment conditions.

3.2.2. Systematic Analysis

Table 3 shows a variation in distribution and families, genera and species distribution encountered. This systematic evaluation took into account species number in each family in descending order. Floristic inventory made it possible to identify 135 species of spermaphytes belonging to 105 genera and 36 botanical families.

Table 3. List of botanical families of the study station

No.	Families	Number of Genera	Number of Species	Percentage (%)
1	Asteraceae	27	35	25.92
2	Poaceae	10	14	10.37
3	Brassicaceae	10	11	8.15
4	Fabaceae	6	9	6.67
5	Papaveraceae	4	5	3.70
6	Boraginaceae	4	4	2.96
7	Caryophyllaceae	4	4	2.96
8	Resedaceae	1	4	2.96
9	Zygophyllaceae	2	3	2.22
10	Geraniaceae	1	3	2.22
11	Lamiaceae	2	3	2.22
12	Plantaginaceae	1	3	2.22
13	Plombaginaceae	2	3	2.22
14	Polygonaceae	3	3	2.22
15	Apiaceae	2	2	1.48
16	Amaranthaceae	2	2	1.48
17	Anacardiaceae	2	2	1.48
18	Asparagaceae	2	2	1.48
19	Convolvulaceae	2	2	1.48
20	Xanthorrhoeaceae	1	2	1.48
21	Euphorbiaceae	1	2	1.48
22	Malvaceae	1	2	1.48
23	Rosaceae	2	2	1.48
24	Apocynaceae	1	1	0.74
25	Capparidaceae	1	1	0.74
26	Cistaceae	1	1	0.74
27	Cucurbitaceae	1	1	0.74
28	Dipsacaceae	1	1	0.74
29	Iridaceae	1	1	0.74
30	Oleaceae	1	1	0.74
31	Onagraceae	1	1	0.74
32	Arecaceae	1	1	0.74
33	Rhamnaceae	1	1	0.74
34	Rubiaceae	1	1	0.74
35	Scrophulariaceae	1	1	0.74
36	Thymeleaceae	1	1	0.74
Total		105	135	100%

The plant diversity analysis shows that specific richness represents 3.45% of Algeria flora estimated at 3139 by Quézel and Santa (1962-1963), indicating a specific, generic and systematic diversity of floristic procession within grouping in *Pistacia atlantica*. This result is broadly similar to those obtained by several authors (Quézel and Bounaga, 1975; Bouzenoune, 1984; Gherzouli and Djellouli, 2005; Yahi et al., 2008; Bouallala, 2006; Rebbas, 2014) in their vegetation studies.

An examination of different taxa list (Table 3) shows that most representative families in species number are Asteraceae (35 species and 27 genera), Poaceae (14 species and 10 genera), Brassicaceae 11 species and 10 genera) and Fabaceae (9 species and 6 genus). These four families alone represent 69 species, i.e. 51% of floristic group at *Pistacia atlantica* in study station. These species are divided into 53 botanical genera within 4 families already mentioned.

The other families that are less represented are variable; Papaveraceae with 5 species, 3 families with 4 species (Caryophyllaceae, Boraginaceae and Resedaceae), 7 families with 3 species (Lamiaceae, Geraniaceae, Plombaginaceae, Polygonaceae, Plantaginaceae and Zygophyllaceae), 9 families of bispecific with 2 species (Cistaceae, Apocynaceae, Cucurbitaceae, Iridaceae, Arecaceae, Capparidaceae, Onagraceae, Dipsacaceae, Oleaceae, Rhamnaceae, and the other two species (Amaranthaceae, Asparagaceae, Apiaceae, Euphorbiaceae, Anacardiaceae, Malvaceae, Convolvulaceae, Rosaceae and Xanthorrhoeaceae) and finally 12 families are monospecific (Cistaceae, Apocynaceae, Cucurbitaceae, Iridaceae, Arecaceae, Capparidaceae, Onagraceae, Dipsacaceae, Oleaceae, Rhamnaceae, Rubiaceae and Scrophulariaceae).

This diversity of families is due to several factors: climate, type of habitat, orography, anthropogenic action, biotopes ecological diversity within study station (valley, mountain, rocky outcrops). It is reported that these figures are in adequacy with those quoted by Ozenda (1991) for Sahara. This generic variation is explained by Boughani et al. (2009): in arid zone and Sahara, most families are represented by only one or two genera and most genera by only one or two species.

There families of Saharan-northern domain (Ozenda, 1977), such as Euphorbiaceae, Plantaginaceae, are represented but with a small percentage. These families are characterized by Saharan genera (*Fagonia*, *Astragalus*, *Arnebia*, *Ifloga*, *Zilla*, *Senecio*, *Pergularia*, *Neuroda*, *Morettia*, *Moltkia*).

3.2.3. Phytogeographic analysis

This analysis of flora within grouping at *Pistacia atlantica* reveals diversity in phytogeographical elements (Table 4).

Table 4. Biogeographical distribution of the procession floristic

No.	Phytogeographical types	Number of Species	Percentage (%)
1	Mediterranean	34	25.19
2	Saharo-Sindian	29	21.48
3	Endemic	24	17.78
4	Multi-regional	20	14.81
5	Saharan	12	8.89
6	Ibero-Mauritanian	7	5.18
7	Cosmopolitan	3	2.22
8	Tropical	3	2.22
9	Palaeo-temperate	3	2.22
Total		135	100%

The phytogeographical analysis shows that biogeographical type's distribution is as follows: Mediterranean> Saharo-Sindian> Endemic> Multi-regional> Saharan> Ibero-Mauritanian> Cosmopolitan = Tropical = Palaeo-temperate.

At the study station level located in western part of Saharan atlas, species majority belong to Mediterranean element (2519%) domains, element Saharan -Sindian (with 29 species, i.e. 21.48% of listed species (*Zilla spinosa*, *Zilla macroptera*, *Cleome arabica*, *Gymoncarpos decander*, *Polycarpaea repens*, *Rumex vesicarius*, *Calendula aegyptiaca*, *Morettia canescens*, *Fagonia glutinosa*, *Fagonia latifolia*), endemic element (24 species, i.e. 17.78% of flora), multi-regional element representing 20 species, i.e. 15% of floristic cortege, and presence of this multi-regional element with a considerable rate in this flora is caused by seeds dissemination by different modes (anemochory, zoochory, hydrochory). The Saharan element represents 9% (12 species), and for the other elements stories have less than 10 species to know (Iberian Mauritanian 7, Cosmopolitan 3, Tropical 3 and Paleo-temperate 3).

Study station has a very high rate of endemism, which explains why station is less anthropized, this protection is due to its location near border strip of Morocco and inaccessibility of these places by man and their flock.

Bouallala (2013) indicates that Hamadas biotope is characterized by dominance of Saharo-Arabic element and a weakness for Mediterranean element. There are also numerous Saharan taxa (*Retama retam*, *Randonia africana*, *Rhantherium suaveolens*...), these Saharan trees dominate very clearly.

In study station, a presence of steep slopes, certain exposure and altitude allow installation of typically hygrophylous vegetation: *Nerium oleander*, *Phoenix dactylifera*.

4. CONCLUSIONS

Grouping at *Pistacia atlantica* has an important biological, systematic and biogeographical floristic diversity. This diversity makes it possible to appreciate different coping strategies of life and a wide geographical distribution.

Floristic procession within grouping at *Pistacia atlantica* conceals a large heterogeneous phytodiversity on a quantitative and qualitative level; it is linked to geographical position, edaphic structure, geological history, altitude, types of Mediterranean steppe and/ or Saharan vegetation, orography, climate, topography, the nature and depth of soils, and various degrees of anthropozoic pressure.

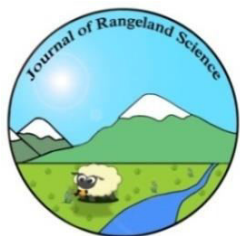
Its conservation and multiplication are therefore an essential necessity; forest managers and administrators must address valorization problem of this plant genetic resource and give it much more importance.

5. REFERENCES

- Aïdoud, A. (1983). Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du sud oranais : phytomasse, productivité primaire et applications pastorales [Contribution to the study of steppe ecosystems in southern Oran: phytomass, primary productivity and pastoral applications]. Thèse Doctorat 3ème cycle USTHB. Alger. 245 p. + Annexes.
- Aïdoud A. (1998). Fonctionnement des écosystèmes méditerranéens [Functioning of Mediterranean ecosystems]. Conférence du réseau MESOE (Méditerranée Enseignement Secondaire Observation et Environnement). 50p.
- Babali, B. (2014). Contribution à une étude phytoécologique des monts de Moutas (Tlemcen- Algérie occidentale): Aspects syntaxonomique, biogéographique et dynamique [Contribution to a phytoecological study of the Moutas mountains (Tlemcen- Western Algeria): Syntaxonomic, biogeographic and dynamic aspects]. Thèse de Doctorat. Département d'Ecologie et Environnement. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen. 160p.

- Barry, J.P. & Celles, J.C. (1972-1973). Le problème des divisions bioclimatiques et floristiques au Sahara Algérien (entre 0° et 6° de longitude Est) [The problem of bioclimatic and floristic divisions in the Algerian Sahara (between 0° and 6° East longitude)]. *Nat. Monsp. Sér. Bot.* 5-48.
- Belhacini, F. (2011). Contribution à une étude floristique et biogéographique des matorrals du versant sud de la région de Tlemcen. Département d'Ecologie et Environnement Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Abou Bakr Belkaid – Tlemcen. 125p.
- Benabadji, N., Benmansour, D., Bouazza, M. (2007). La Flore Des Monts d'Ain Fezza dans l'Ouest Algérien, biodiversité et dynamique [The Flore Des Monts d'Ain Fezza in Western Algeria, biodiversity and dynamics]. *Sciences & Technologie C* – N°26, décembre, 47-59.
- Benaradj, A. (2010). Contribution à l'étude phyto-écologique du *Pistacia atlantica* Desf. *atlantica* dans la région de Béchar (Sud-Ouest algérien) [Contribution to the phyto-ecological study of *Pistacia atlantica* Desf. *atlantica* in the region of Bechar (southwestern Algeria)]. Mémoire de Magistère, Faculté des Science de la Nature et de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers, Université de Tlemcen. 147p.
- Benaradj A., Bouazza M. & Boucherit H. (2015a). Phytodiversity the Group to *Pistacia atlantica* Desf. in the Saharan atlas (Bechar-Algeria). *Energy Procedia* 74, 258 – 264
- Benaradj, A., Bouazza, M. & Boucherit, H. (2015b). Ecologie du groupement à *Pistacia atlantica* dans l'atlas saharien oranais (Béchar- Algérie) [Ecology of the *Pistacia atlantica* group in the Saharan Oranian atlas (Béchar-Algeria)]. *Fl. Medit.* 25, 87-94.
- Benaradj, A. (2017). Étude phyto-écologique des groupements à *Pistacia atlantica* Desf. dans le sud Oranais (Sud-Ouest algérien) [Phyto-ecological study of groups with *Pistacia atlantica* (Desf.) in the south of Oran (south-west of Algeria)]. Thèse de Doctorat en Foresterie. Département des ressources Forestières, Faculté des Sciences de la Nature de la Vie et Sciences de la Terre et de l'Univers, Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen. 266p.
- Birnbaum, P. (2012). Biodiversité au Sahel. Les forêts du Mali [Biodiversity in the Sahel. The forests of Mali]. Edition Quae. 208p.
- Bonnier, G. et Douin, R. (1990). La grande flore en couleurs. France, Suisse, Belgique et pays voisins [The great flora in color. France, Switzerland, Belgium and neighboring countries]. Editeur de Belin. Collection : Nouvelle Flores de Bonnier. 400p.
- Bouallala, M. (2006). Contribution à l'étude phytoécologique des écosystèmes : cas du Djebel Aïssa (Monts des Ksours, Aïn Sefra, Nâama) [Contribution to the phytoecological study of ecosystems: case of djebel Aïssa (Monts des Ksours, Aïn Sefra, Nâama)]. Mémoire de magister, Faculté des Sciences, Département de Biologie. Université d'Oran Es-Sénia. 90 p.
- Bouallala M. (2013). Etude floristique et nutritive spatio-temporelle des parcours camelins du Sahara Occidental Algérien. Cas des régions de Bechar et Tindouf [Spatio-temporal floristic and nutritive study of camel routes in Western Algerian Sahara. Case of the regions of Bechar and Tindouf]. Thèse Doctorat Es Sciences. Département Des Sciences Agronomiques. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de La Terre et de l'Univers Université Kasdi Merbah Ouargla. 123p.
- Boudy, P. (1952). Guide forestier en Afrique du Nord [Forest guide in North Africa]. Edition la Maison Rustique, Paris, 509p.
- Bouzenoune A. (1984). Etude phytogéographique et phytosociologique des groupements végétaux du sud oranais (wilaya de Saida) [Phytogeographic and phytosociological study of plant groups in southern Oran (wilaya of Saida)]. Thèse Doct.3e cycle, Univ.Sci.Technol. Haouari Boumediene, Alger, 225p.
- Daget, Ph. & Poissonet, J. (1971). Une méthode d'analyse phytoécologique des prairies, critères d'application [A method of phytoecological analysis of meadows, application criteria]. *Ann. Agron.* 22 (1), 5-41.
- Daget, Ph. (1980). Sur les types biologiques en tant que stratégie adaptative. (Cas des thérophytes) [On biological types as an adaptive strategy. (Case of therophytes)]. in : *Recherches d'écologie théorique, les stratégies adaptatives.* Paris, 89-114.
- Gharzouli R. & Djellouli Y. (2005). Diversité floristique de la Kabylie des Babors (Algérie) [Floristic diversity of Kabylia des Babors (Algeria)]. *Sécheresse*, 16, 217-223.
- Godron, M. (1968). Quelques applications de la notion de fréquence en écologie végétale [Some applications of the concept of frequency in plant ecology]. *Oecol. Plant.* 3, 185-212.
- Gounot, M. (1969). Méthodes d'étude quantitatives de la végétation [Quantitative vegetation study methods]. Edition : Masson et Cie, p. 314.
- Guittonneau, G. G., Astie, M., Begel, P., Bismuth H., Chaffin C., Charpin A., Covillot J., Dakhli G., Delaigue M., Dreger, F., Duclos, A., Dupont, J. M., Georges, C., Le Strat, F., Leveugle, A., Magnouloux, M., Thiebault, P.

- (2011). Flore et végétation de la Tunisie méridionale [Flora and vegetation of southern Tunisia]. Documents sur les activités de la Société botanique de France, 6, 281-359.
- Kaabeche, M. (1990). Les Groupements Végétaux de la Région de Bou-Saada. Contribution à la Synsystème des Groupements steppiques du Maghreb [The Plant Groups of the Bou-Saada Region. Contribution to the Synsystematics of the Steppe Groups of the Maghreb]. Thèse de Doctorat d'Université. 2 Vol., Université de Paris-Sud, Centre d'Orsay, France.
- Kaabeche M. (2003). Conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles : étude sur la réhabilitation de la flore locale au niveau de la réserve «El - Mergueb» (Wilaya De M'sila, Algérie) [Conservation of biodiversity and sustainable management of natural resources: study on the rehabilitation of local flora at the level of the "El - Mergueb" reserve (Wilaya De M'sila, Algeria)]. Projet DGF, ALG/00/G35/A/1G/99. 42p.
- Kadi-Hanifi, H. (2003). Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie [Biological and phytogeographic diversity of *Stipa tenacissima* L. formations from Algeria]. *Sécheresse* n° 3, vol. 14, 169-179.
- I.G.M (Institut Géographique National), 1966. Carte du Sahara, Ain Séfra (Sud de Naâma) [Pap of Sahara, Ain Sefra]. Echelle 1/20000 (Projection UTM). Feuille NI-30-VI.
- Le Houerou, H. N. (1995). Considérations biogéographiques sur les steppes arides du Nord de l'Afrique (A) [Biogeographical considerations on the arid steppes of North Africa (A)]. *Sécheresse*; 6, 167-182.
- Maire, R. (1952-1987). Flore de l'Afrique de Nord [Flora of North Africa]. Vol. 1 à 16. Le chevalier, Paris.
- M.I.C.L.E (Ministère de l'Intérieur, des Collectivités Locales et de l'Environnement). (1997). Elaboration de la stratégie nationale pour la conservation et l'utilisation durable de la diversité biologique [Development of the national strategy for the conservation and sustainable use of biological diversity]. Rapport intérimaire. Secrétariat d'Etat Chargé de l'Environnement., 27p.
- Nedjraoui, D. (1990). Adaptation de l'Alfa (*Stipa tenacissima*) aux conditions stationnelles. Contribution à l'étude du fonctionnement de l'écosystème steppique [Adaptation of Alfa (*Stipa tenacissima*) to station conditions. Contribution to the study of the functioning of the steppe ecosystem]. Thèse Doct. U.S.T.H.B. Alger. 166p.
- Ozenda, P. (1977). Flore du Sahara [Sahara flora]. 2ème Ed. CNRS. Paris, 622 p.
- Ozenda, P. (1991). Les relations biogéographiques des montagnes sahariennes avec la région méditerranéenne [The biogeographical relations of the Saharan mountains with the Mediterranean region]. *Revue de géographie alpine* LXXIX, 43-53.
- Poilecot, P. (1996). La Reserve Naturelle Nationale de l'Aïr et du Ténéré (Niger) [The Aïr and Ténéré National Nature Reserve (Niger)]. MH/E / WWF/ IUCN; 228p.
- Quézel, P. et Medail, F. (2003). Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen [Ecology and biogeography of the forests of the Mediterranean basin]. Ed. sci. Méd. Elsevier. SAS..
- Quézel, P. et Santa, S. (1962-1963). Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales [New flora of Algeria and southern desert regions]. Paris: Ed. C.N.R.S. 2 Vol, 1170p.
- Quézel, P. & Bounaga, D. (1975). Aperçu sur la connaissance actuelle de la flore d'Algérie et de Tunisie [Overview of the current knowledge of the flora of Algeria and Tunisia]. Colloque International, CNRS. Flora Méditerranée, Paris, 235, 125-130.
- Quézel, P. (1995). La flore du bassin méditerranéen: origine, mise en place, endémisme [The flora of the Mediterranean basin: origin, enjoyment, endemism]. *Ecol. Medit.* 20(1/2), 19-39.
- Raunkiaer, C. (1934). The Life forms of plants and Statistical Plant Geography. Oxford University Press, Oxford. 632p.
- Rebbas Kh. (2014). Développement durable au sein des aires protégées algériennes, cas du Parc National de Gouraya et des sites d'intérêt biologique et écologique de la région de Béjaïa [Sustainable development within Algerian protected areas, the case of Gouraya National Park and sites of biological and ecological interest in the Béjaïa region]. Département de Biologie et Écologie Végétale. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie. Université Ferhat Abbas Sétif 1. 130p.
- Slimani, H. (1998). Effet du pâturage sur la végétation et le sol et désertification. Cas de la steppe à alfa de Rogassa des Hautes Plaines Occidentales algériennes [Effect of grazing on vegetation and soil and desertification. Case of the alfa steppe of Rogassa of the Algerian Western High Plains]. Thèse magister, USTHB. Alger. 123p.
- Yahi, N., Vêla, E., Benhouhou, S., De Bélair, G. & Gharzouli, R. (2012). Identifying important plants areas (Key Biodiversity Areas for Plants) in northern Algeria. *J. Threat. Taxa*, 4, 2753-2765.



Contents available at ISC and SID
Journal homepage: www.rangeland.ir



Research and Full Length Article:

The Impact of Exclosure on the Rehabilitation of Steppe Vegetation at Naâma Rangelands in Algeria

Anteur Djamel ^{A*}, Benaradj Abdelkrim ^B, Boucherit Hafidha ^B

^A Research Laboratory of Water resources and Environment, Dr Moulay Tahar University of Saida, Algeria,

^{*}(Corresponding author), Email: djamel.anteur@univ-saida.dz

^B Laboratory of Sustainable Management of Natural Resources in Arid and Semi-Arid Areas, Salhi Ahmed

University Center of Naama, Algeria

Received on: 28/08/2020

Accepted on: 08/06/2021

DOI: 10.30495/rs.2022.682375

DOR: 20.1001.1.20089996.2022.12.2.1.2

Abstract. The Naâma steppe rangelands in Algeria are undergoing continuous degradation due to overgrazing, land clearing, silting up and desertification. Given the seriousness of this situation and the ecological deterioration of these steppe rangelands, the need for an action plan to preserve and rehabilitate the degraded rangelands is becoming more and more urgent. Among the solutions proposed for the degraded rangeland rehabilitation, the exclosure has proven to be an effective and inexpensive fight against the degradation factors. This study aimed to quantifying the effectiveness and impact of the exclosure rehabilitation technique after a protection period (2009-2015) in the esparto grasslands (*Stipa tenacissima* L.) ranges located at Djedida in the Naâma region (Western Algeria). The adopted methodological approach is that of the comparative analysis of vegetation descriptors based on a quantitative (recoveries, floristic richness) and qualitative assessment, evaluation of the plant cover (biological, systematic, biogeographic phytodiversity) between the exclosure rangeland and the nearby located grazing rangeland having about the same climato-edaphic station conditions. Thirty phytoecological surveys were carried out for the exclosure rangeland as well as on an unprotected control range (outside the exclosure area). The comparative analysis of the obtained results shows that, in general, the exclosure rangeland is relatively much richer in terms of quantity and quality than the grazing range. In the exclosure areas, the vegetation was more productive and more diversified, the average vegetation cover was 25% vs 5%, Number of species was 41 vs. 14 and density was 19.3 vs, 4.6 plants/100m² for exclosure and open grazing range, respectively. On the other hand, in the grazing range, the vegetation was much diversified in terms of biological, systematics and biogeographic aspects in terms of floristic diversity. The impact of exclosure of pastoral improvement was interesting after a period of more than 6 years. It has a remarkable effect on the vegetation cover improvement, the floristic composition and the floristic richness increase. It stimulates the reconstitution, regeneration and development of the grass species of esparto grass (*Stipa tenacissima* L.) in the steppe ranges of perennial species.

Key words: *Stipa tenacissima* L., Vegetation, Exclosure, Steppe, Naama

Introduction

The Naâma steppe region, which is part of the Oranian High Steppe Plains (Western Algeria), has a total area of three million hectares, largely occupied by the largest potential of land with steppe rangelands, including an inheritance of 436,250 ha of esparto grasslands (20%). It is a region of agropastoral vocation par excellence, where the sheep farming is estimated at more than 1.5 million heads (Benaradj, 2009 and Boucherit, 2018).

Over the last four decades, the South-Oranian steppe area (Algeria) has experienced an increasingly accentuated degradation of all ecosystem components. Among the steppe environment degradation causes often highlighted (both natural and anthropogenic, one can notice: clearing, intensive overgrazing and abusive and irrational exploitation of rangelands, combined with drought, silting up and wind erosion). This is shown in the reduction of the biological potential by decreasing the recovery rate and the floristic group change by the reduction of productive perennial species and by the disruption of ecological and socio-economic balances (Le Houérou, 1995; Benaradj *et al.*, 2014).

To face this alarming situation, the Algerian State has implemented several actions and pastoral development programs, aimed at reducing the fodder deficit, in order to remedy this degradation by rehabilitating and restoring the strongly degraded steppe rangelands. Among the actions carried out, there have been the important Green Dam project, land development, pastoral plantations, fixing of mobile dunes, reforestation, fruit tree plantations, prohibition of ploughing on pastoral areas, mobilization of surface waters, as well as actions to fight desertification and exploitation of steppe resources, particularly through the setting up of exclosure and protected areas of hundreds of thousands of

hectares of steppe rangelands (Amghar *et al.*, 2016; Huguenin *et al.*, 2017, Benaradj *et al.*, 2017; Boucherit *et al.*, 2017).

The choice of such an action and/or a rehabilitation technique is to be applied according to the station context and the rangelands degradation state.

According to Diatta (1994), the control of this phenomenon requires facilities that promote biological recovery and the restoration of soil cover. Among these, exclosure measures are a technique that consists of restoring degraded areas through periodic rotations in order to favor the ecosystem restoration.

In the Naâma region, the High Commission for the Development of the Steppe (HCDS¹) has undertaken a series of restoration or rehabilitation measures by recommending exclosure of 515,000 ha of rangelands, in terms of development and preservation of natural resources in the Algerian-Moroccan border area (HCDS, 2012).

Many studies have already proven the ecological effectiveness on pasture rehabilitation (exclosure) in the quantitative and qualitative improvement of pastures by the remarkable increase in plant cover, the regeneration of plant cover. The effect of protection by exclosure has been done in the steppes of North Africa. Many authors have approved that exclosure range are relatively much richer than grazing range (Table.1).

The present work aims at evaluating the effect of exclosure on phytodiversity and on the quantitative (vegetation cover and floristic richness, floristic composition) and of the esparto grass steppe formation (*Stipa tenacissima* L. Syn. *Macrochloa tenacissima* L.) after a 6-year period of protection in the Naâma region (South-West of Algeria).

1- High Commission for the Development of the Steppe

Table 1. Effect of the protection by enclosure on improving vegetation recovery rate and the flora richness in North Africa

Country / Locality	Vegetation Cover (%)		Number of species		Type of plant Formation	Authors
	OG	EX	OG	EX		
Algeria						
Ain El Mahdi (Laghouat)			25	50	<i>Stipa tenacissima</i> L.	Amghar et Kadi-Hanifi, 2004
Ksar El Hirane (Laghouat)			12	15	<i>Stipa tenacissima</i> L.	Amghar et Kadi-Hanifi, 2004
Messaad (Djelfa)			15	31	<i>Hammada scoparia</i> (Pomel)	Amghar et Kadi-Hanifi, 2004
Taadmit (Djelfa)			62	40	<i>Stipa tenacissima</i> L.	Amghar et Kadi-Hanifi, 2004
Ben Hamed (Djelfa)	21.5	44.6	16	25	<i>Stipa tenacissima</i> L.	Djaballah, 2008
Atf Albgar (Djelfa)	19.6	21.4	10	14	<i>Hammada scoparia</i> (Pomel)	Djaballah, 2008
Lazbar Brézina (El-Bayadh)	35	10	29	11	<i>Hammada scoparia</i> (Pomel)	Mansour, 2010
Dhayat-Ceih Roggassa (El- Bayadh)	40	15	29	12	<i>Lygeum spartum</i> L.	Mansour, 2010
Megouchech Stiten (El- Bayadh)	20	75	38	22	<i>Stipa tenacissima</i> L.	Mansour, 2010
Touadjeur- Mécheria (Naâma)	5	25	27	71	<i>Lygeum spartum</i> L.	Benaradj <i>et al.</i> , 2010
Sidi Bouzid- (Laghouat)	13.9	33.5	38	18	<i>Hammada scoparia</i> (Pomel)	Salemkour <i>et al.</i> , 2013
El- Houaita- (Laghouat)	22.5	45.6	28	17	<i>Stipa tenacissima</i> L.	Salemkour <i>et al.</i> , 2013
Noufikha- Sfisfifa (Naâma)	15	30	41	95	<i>Stipa tenacissima</i> L.	Benaradj <i>et al.</i> , 2013a
Abedelmoulah- Kasdir (Naâma)	8	45	21	56	<i>Lygeum spartum</i> L.	Benaradj <i>et al.</i> , 2013b
Marnouna (Msila)	58	35.6	34	30	<i>Artemisia herba alba</i> Asso.	Kherief <i>et al.</i> , 2013
Roumena El-Gueblia (M'sila)	49	30.6	42	30	<i>Stipa tenacissima</i> L.	Kherief <i>et al.</i> , 2013
Maâmora (Saïda)	30	9			<i>Lygeum spartum</i> L.	Guendouzi, 2014
Litima (Naâma)	20	57	4	20	<i>Lygeum spartum</i> L.	Khalid <i>et al.</i> , 2015
Hadjra kahla (Naama)	9	30	3	17	<i>Artemisia herba alba</i> Asso.	Khalid <i>et al.</i> , 2015
Zaboudja – Tiout (Naâma)	20	40	108	44	<i>Hammada scoparia</i> (Pomel)	Boucherit <i>et al.</i> , 2017
Bouarfa (Ain Sefra)	25	9	71	28	<i>Hammada scoparia</i> (Pomel)	Benaradj <i>et al.</i> , 2017
Haj Mécheri- Brida (Laghouat)	56	35	28	23	<i>Lygeum spartum</i> L.	Bouchareb <i>et al.</i> , 2019
Tunisia						
Oued Zayed (Menzel Habib)	38	41	9	35	<i>Rhanterium suaveolens</i> Desf.	Tbib and Chaieb, 2004
Garât Snouci (Menzel Habib)	20	39	22	6	<i>Rhanterium suaveolens</i> Desf.	Tbib and Chaieb, 2004
Sèfiya (Menzel Habib)	10	53	39	20	<i>Rhanterium suaveolens</i> Desf.	Tbib and Chaieb, 2004
Souiouina (Oujda)	17.5	34.5			<i>Artemisia herba alba</i> Asso.	Acherkouk <i>et al.</i> , 2012
Bou Hedma (Sidi Bouzid)			50	31	<i>Juniperus phoenicea</i> L.	Ouled Belgacem <i>et al.</i> , 2013
Morocco						
Khoui Lamchach (Oujda)	4.5	44.5	31	11	<i>Stipa tenacissima</i> L.	Hachmi <i>et al.</i> , 2015
Mesguin (Agadir)	22	64	88	22	<i>Argania spinosa</i> L.	Achour <i>et al.</i> , 2011
Ras Benzayed-(Tendrara)	56	52			<i>Artemisia herba alba</i> Asso.	Maatougui <i>et al.</i> , 2013

* EX : Enclosure, OG: Open Grazing

Materials and Methods

Study area

The enclosure area of Djedida (Naâma) is spread over an area of 2500 ha; it is located in the south-eastern part of the department of Naâma (western Algeria). Geographically stretches between 33°12'47.78 "to

33°11'33.46" North latitude and 0°20'46.13 "to 0°21'18.83" West longitude, with an altitude of 1175m (Fig. 1). It constitutes a homogeneous topographic unit without a major accident. It is characterized by an arid Mediterranean bioclimate, with an average annual rainfall of 220mm.

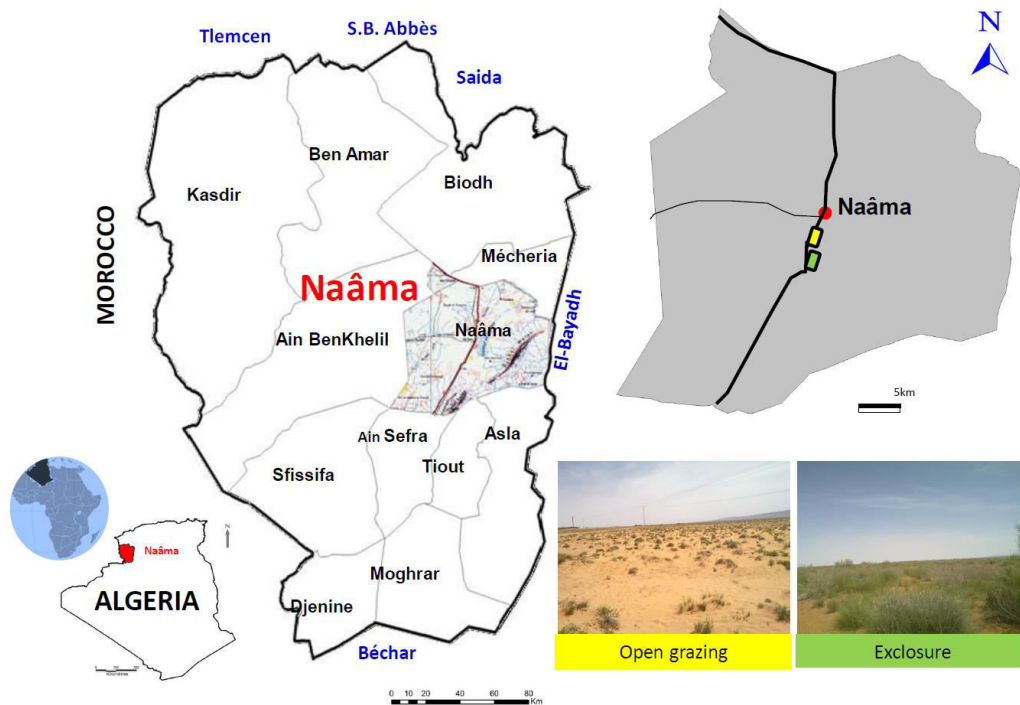


Fig. 1. The location the study area of Djedida in Naama (Southwest of Algeria)

Methodological Approach

a) Making statements phytoecological

We launched a sampling campaign during spring 2015 to determine the effect of this experimental practice on plant diversity and on the condition of the soil surface in the Djedida (Naâma) study station.

To meet the objectives of this study, we adopted a methodological approach based on the comparison of phytoecological records between the exclosure and the neighboring grazing ranges.

The method consists of regularly arranging a certain number of square plots with 100m² of surface area along the line transects carried out in the study area. Such measurements can be carried out along transects (Fig. 2). It is used to measure various parameters, at the plant scale, at the spatial scale and at the temporal scale (seasons, few years). It has often been used to assess the total plant cover, list the species present in each surface (floristic inventory) and estimate the density of the species in

question of *Stipa tenacissima* (number of tufts per plot).

According to Roselt/OSS (2007), the method provides an interesting indication of the state of development, or, on the opposite, of degradation of a given group. These measurements were carried out inside and outside the exclosure area during the period between April and May 2015; period of most plant species active growth. Three transects (T1, T2 and T3) of more than 1 km in length were installed on the exclosure site and the grazed site (not protected) in the direction of the gradient of variation of the field according to the methods of Braun-Blanquet *et al.*, (1951), Le Houérou (1969) and Djebaili (1978). For this, it is necessary that these linear transects are set (with the greatest care with the GPS) perpendicular to the lines in the field. These transects are materialized on the ground by two hollow stakes driven into the ground between which a wire is stretched. Readings are taken every 200m over a length. The same number of surveys and transects have been developed to ensure good representativeness.

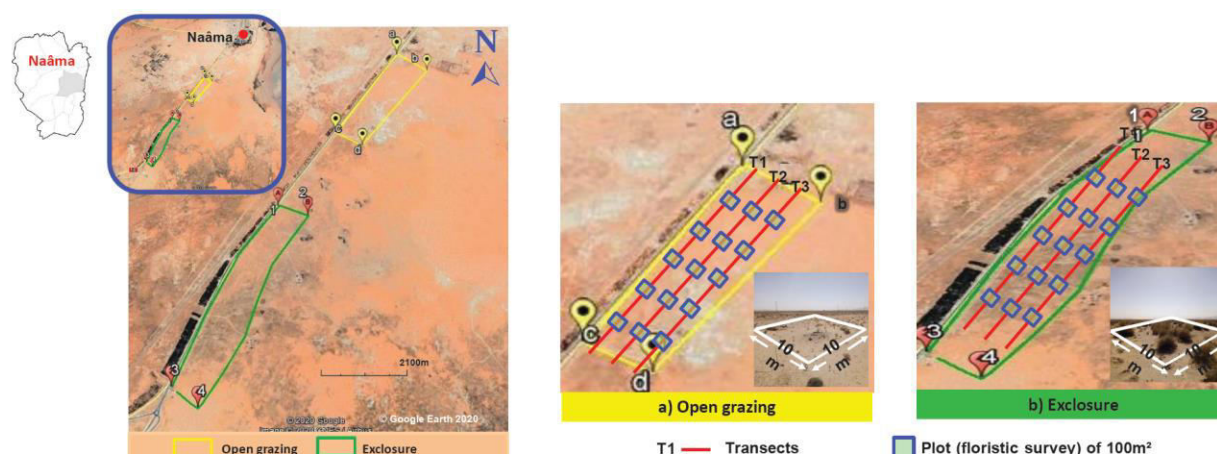


Fig. 2. Location of plots along the transects in the study sites (Exclosure and Open grazing)

b) Analysis of floristic composition

b.1) Quantitative characterization

- **Recovery:** The cover of a taxon is defined as the percentage of the area of the station covered by the vertical projection, on the ground, of the aerial parts of this taxon. Evaluating the recovery of taxa, but also of vegetation, provides access to an assessment of the state of the vegetation, its evolution (reconstitution, stability or degradation) (Roselt/OSS, 2008).

- **Floristic richness:** The floristic richness of a territory is the total number of species it contains, this floristic richness is generally all the higher as the surface of the territory is larger, but naturally grows less quickly than the considered area (Ozenda 1991, Djebaili 1978; Benaradj *et al.*, 2017).

- Estimation of the density

The measurement of the density of the alpha is carried out by:

1) Delimitation of 30 plots 200 m apart with an area of 100 m² in each study site (15 plots in the exclosure and 15 plots in the Open Grazing).

2) Count of existing esparto grass individuals to have the average density of esparto grass in the plots installed in the field

b.2) Qualitative characterization

The species recorded inside and outside the enclosure were indicated (Daget, 1980), Systematics (Angiosperm Phylogeny Group III, 2009) and biogeographical (Le Houérou, 1995). This study consists of a comparative analysis of the impact of the exclosure by a characterization inside exclosure and outside (free range), allowed us to obtain the results on the quantitative level (floristic richness, rate of recovery, density) and qualitatively (biological, biogeographical and systematic).

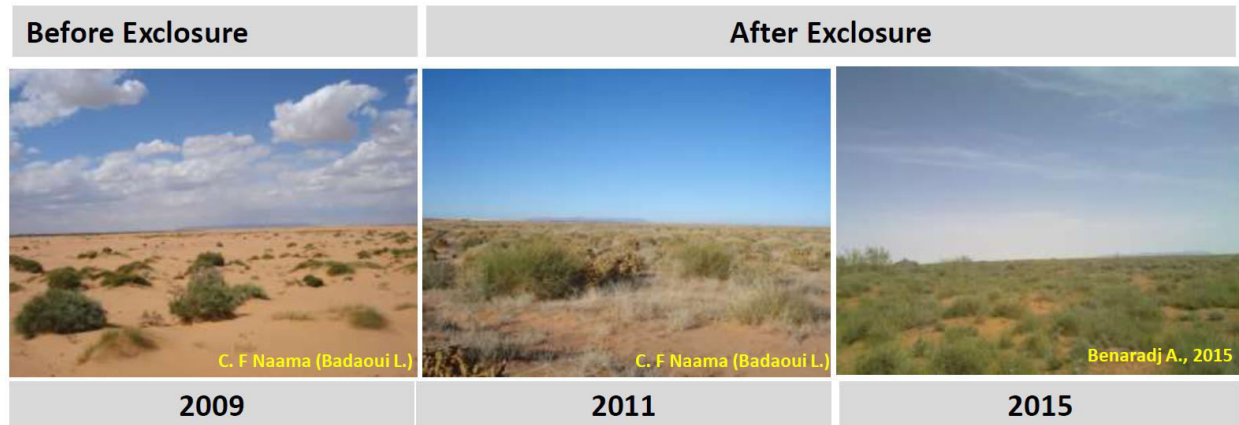


Fig. 3. Condition grazing initiation area of Djedida (Naama) between 2009 and 2015

Effect of exclosure on Vegetation cover, Floristic richness and Density

Regarding the vegetation cover, we notice that there is a large difference between the exclosure and the grazing range. In exclosure, the esparto grass tufts (*Stipa tenacissima* L.) are well developed, the overlap is between 15 and 30%, but it is very variable in space. On the other hand, it is different in the grazing range, where the *Stipa tenacissima* (L.) is degraded so the recovery rate hardly exceeds.

We note that the recovery is higher in the exclosure, it is three times higher than that of grazing range in the study station. It is noted that the exclosure allowed a marked improvement in the covering of the vegetation. The variation in floristic richness in the study station illustrated in Table 2 from the floristic surveys carried out inside and outside the exclosure. Indeed, the species inventoried inside the enclosure are more important than outside. In the protected zone, the recovery is mainly made up of palatable perennial species (*Lygeum*

spartum, *Stipagrostis pungens*, *Avena sterilis*, *Medicago laciniata*, and *Astragalus mareoticus*), while in the unprotected zone there are mainly annuals and non-palatable perennials.

The effect of exclosure on plant density values was estimated by the presence of number of esparto grass individuals in a plot and under the different modes of exclosure and grazing range. The analysis of the density of *Stipa tenacissima* (L.) present in exclosure is of 19.3 individuals / 100m², while, in the grazing range, it was 0.23 individuals /100m². It can be seen that average total density is higher inside the exclosure compared to grazing range. However, the protection has favored the regeneration of this grassy species, which results in a high density as well as the vegetation are in good condition in exclosure. On the other hand, in the unprotected area where the degradation is much accentuated, the esparto grass (*Stipa tenacissima* L.) has completely disappeared.

Table 2. Vegetation cover, Floristic richness and esparto grass density in the two study sites (Exclosure and Open Grazing)

Rangeland	Vegetation cover %	Number of species	Plant Density per 100m ²
Exclosure	15-30%	41 species	19.3
Open Grazing	0-10%	14 species	4.6
Rate of increases in Exclosure	3 times	2.9 times	4.2 times

Effect of exclosure on floristic composition

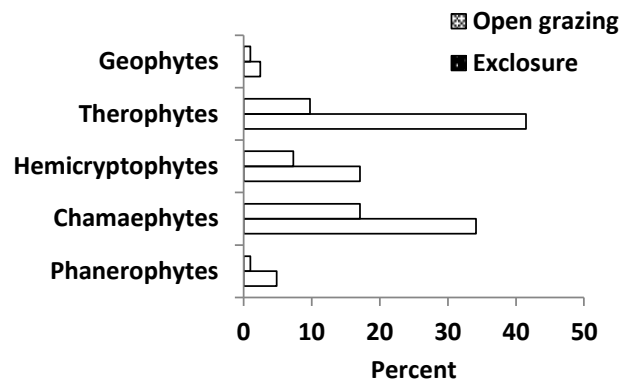
The results of the floristic composition are characterized on the biological, systematic and biogeographical plan.

a) Biological plan

From Fig 4, we see a considerable difference between the exclosure and the grazing range. This explains the state of degradation of these Grazing range. In the exclosure we find the following biological life-form (Th> Ch> He> Ph> Ge) on the other hand, in the grazing range the life-form was (Ch> Th> He).

In the exclosure, the biological type is characterized by a strong presence of the predominant herbaceous layer. The therophytes occupy 41.46%, the chamaephytes (34.14%), hemicryptophytes (17.07%), phanerophytes (4.87%) and geophytes (02.43%).

On the other hand, in grazing range where the degradation is very important, the analysis of the illustrated results reveals that the dominant biological type is represented by the chamaephytes (50%), therophytes (28.57%), hemicryptophytes (21.42%), respectively. So the life-form is present a resemblance but its floristic composition is very poor.

**Fig. 4.** Effect of exclosure on biological characterization

c) Systematic plan

The study station shows a significant difference in systematic point of view between the exclosure and that of the grazing range.

There is a great systematic point of view differences between the exclosure and the grazing range (Fig.5). Table 3 shows the variation in flora systematically at the study station, as follows.

Table 3. Systematic plan in the two study sites (Exclosure and open grazing)

Taxonomy	Exclosure	Open Grazing
Family	18	11
Genera	38	14
Species	41	14

We find that enclosure is represented by 18 families, 38 genera and 41 species; on the other hand, in the open grazing, we find only 11 families, 14 genera and 14 species.

In enclosure, the Poaceae family is the most dominant represented by 9 species and 9 genera, in the open grazing, it is the Asteraceae family (7 species and 7 genera) followed by the Fabaceae families (5 species and 3 genera), followed by the Amaranthaceae family (3 genera and 3 species) and Caryophyllaceae (2 genera and 2 species), the Lamiaceae family (2 genera and 2 species). On the other hand, there are families mono-specific which are present by

a single species namely; Boraginaceae, Brassicaceae, Malvaceae, Cistaceae, Dipsacaceae, Euphorbiaceae, Geraniaceae, Iridaceae, Onagraceae, Plantaginaceae, Tamaricaceae and Thymeleaeae.

In the open grazing, is dominated mainly by the Asteraceae Poaceae and Lamiaceae (with 2 genera and 2 species). As well as other cases by the presence with a single genus and a single species such as the mono-specific families: Boraginaceae, Caryophyllaceae, Amaranthaceae, Fabaceae, Plantaginaceae, Malvaceae, Thymeleaeae, Zygophyllaceae.

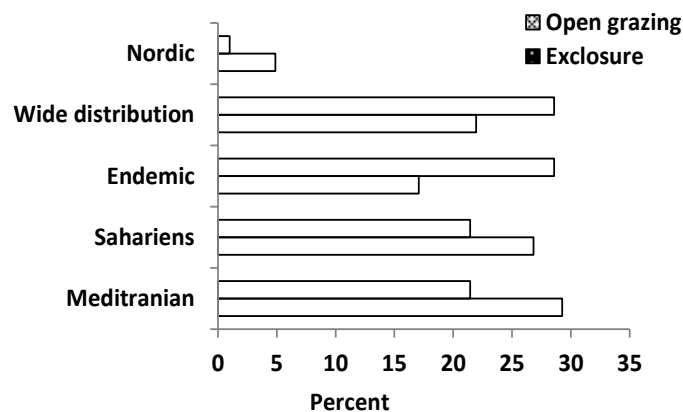


Fig. 5. Effect of enclosure on biogeographic characterization

d) Biogeographic plan

The flora is very rich and diversified in biogeographical elements, with nearly 56% being representative of a great Mediterranean and Saharan affinity on the global list of the floristic procession (Fig6).

In the enclosure the biogeographic type showed the superiority of Mediterranean origins with 12 taxa or 29.27%. The Mediterranean type is origins in the area of the Saharan Atlas. For the other biogeographic type, we record the Saharan element (11 species or 26.83%), Wide

distribution (9 species or 21.95%), Endemic with 7 species (17.07%), and finally the Nordic element (2 species or 4.88%).

On the other hand, in the open grazing, we also observe the dominance of the same elements but of low rate in species: the Mediterranean biogeographic with either 3 species, Saharans (3 species), Endemic (28.57%), Wide distribution (28, 57%). To this end, with anthropogenic pressure we note the decrease in Mediterranean affinity species and endemics and the increase in Saharo-Arabians.

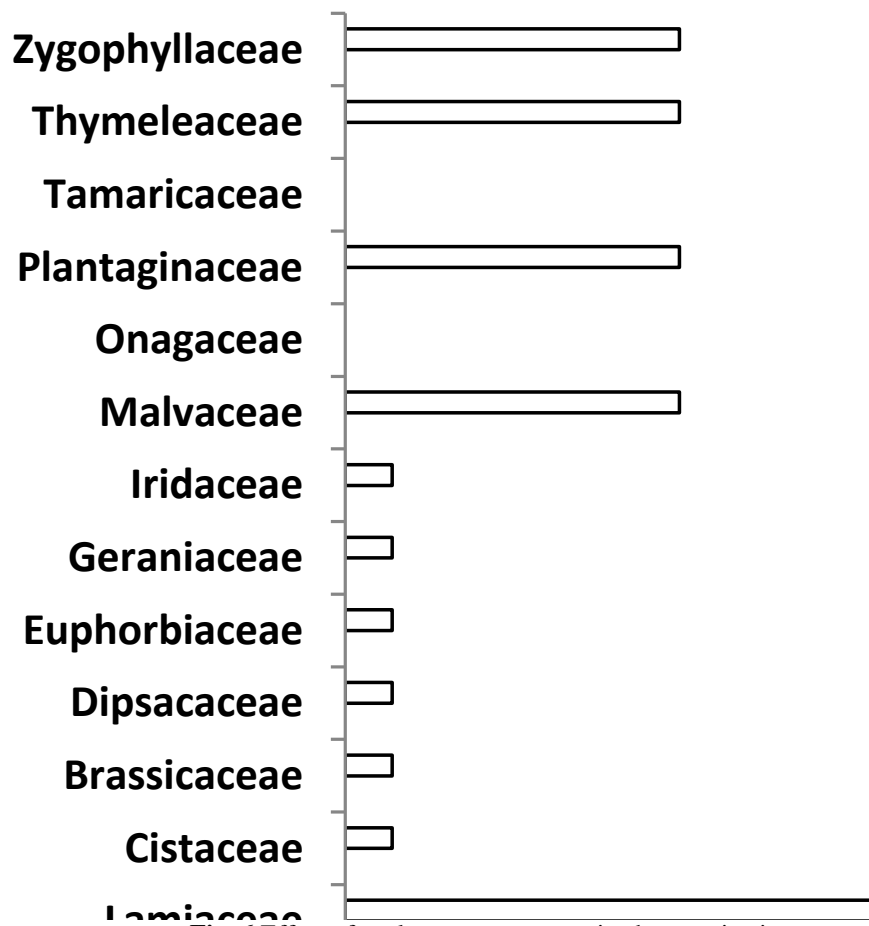


Fig. 6 Effect of exclosure on systematic characterization

Discussion

Many studies have already proven the ecological effectiveness of this practice of pasture rehabilitation (exclosure) in the quantitative and qualitative improvement of pastures by the remarkable increase in plant cover, the regeneration of plant cover after a period of three years and more (Amghar *et al.*, 2016, Bouchertit *et al.*, 2017; Moukrim *et al.*, 2019; Asmare and Gure, 2019).

Effect of exclosure on recovery rate

The improvement in the recovery rate in the exclosure is due to the process of biological recovery induced by the exclosure. According to Le Houérou (1995), biological recovery is the set of reverse processes to those of steppization and desertification. The

biological recovery process is manifested first by the development and multiplication of species and an increase in the rate of soil cover.

The dynamics of the vegetation in the steppe or the evolution of the steppes in the long term show that the essential processes which play a very important role in the landscapes transformation in a regressive way by the following two processes: steppization and desertification.

These two processes (steppization and desertisation) are linked, on the one hand with intense climatic variability (drought and fairly long aridity), on the other hand, with particular natural conditions as well as some unfavorable anthropogenic conditions such as overgrazing, clearing, mismanagement

and natural resources exploitation (Aimé and Remaoun, 1988). The steppization process is characterized by the replacement of forest-type vegetation by typically steppe formations (esparto grass, esparto and sagebrush steppes) (Le Houérou, 1995). The irrational exploitation by man of these environments, weakened by climatic constraints, locally promotes the often irreversible degradation of the steppe ecosystem. The impact of these constraints results in different types of responses of *Stipa tenacissima* (L.) by the reduction of the vegetative apparatus in the steppe environment (Bouazza, 1991). For desertisation, it is a process of transformation of steppe spaces towards desert spaces in the arid regions of North Africa, either physically by the disappearance of vegetation, or demographically by the disappearance of the population (Le Houérou, 1995).

In the case of open grazing, the poor vegetation coverings observed can be explained by grazing (grazing and defoliation) and animal load (trampling) by the herds (Daget et Godron, 1995; Le Floc'h, 2001). Herds of sheep and goats crush the plant cover while trampling it, which prevents any natural regeneration of plants and causes a gradual disappearance of vegetation (Le Houérou, 1995).

Effect of exclosure on flora richness

The difference observed in the number of species between the interior and the exterior of the exclosure shows the beneficial effect of the setting on the flora richness. In the exclosure range, it appears that the protection has allowed floristic enrichment.

This duration of protection aims to reactivate biological recovery in species. Thus, protected rangelands with the ability to regenerate and return species of pastures interest (*Stipa tenacissima* L., *Lygeum spartum* L., *Stipa parviflora* Desf., *Saccocalyx satureioides* Coss., etc.).

The open grazing was marked by a low floristic richness and the presence of species of no pastoral utility (*Cleome arabica* L., *Peganum harmala* L., *Thymelaea microphylla* Coss. & Durieu, *Salsola vermiculata* L., *Echinops spinosus* L., etc.). The latter, unpalatable species are said to be indicators of degradation. This finding explains why unprotected rangelands show a very advanced stage of degradation. Indeed, these rangelands are subject to strong human and animal pressure (clearing, over exploitation, overgrazing). According to Visser (2001), overgrazing prevents flowering and fruiting of palatable annuals. Overgrazing has led to the disappearance and elimination of species of good pasture value, giving way to other invasive species little appreciated by the livestock (little or no palatable, toxic and thorny).

The reduction in plant cover, through grazing, almost inevitably leads to the modification of the relationships of dominance between species (Le Floc'h, 2001). According to Neffati *et al.*, 1993, the eradication of vegetation from steppe plant formations leads to the denudation of vast areas. Several authors have approved that exclosure range are relatively much richer than open grazing, which is in agreement with our results.

Effect of exclosure on plant density

Density assessment is another interesting indicator to assess the impact of protection on steppe vegetation (Yerou and Benabdeli, 2013). Density makes it possible to assess the trend in the evolution of the floristic composition of a plant community (Maatougui *et al.*, 2013).

The effect of exclosure on plant density values was estimated by the presence of number of in a plot and under the different modes of exclosure and open grazing.

The density of esparto grass (*Stipa tenacissima* L.) present in exclosure is of 19.3 individuals / 100m², while, in the open

grazing, it was 0.23 individuals /100m². Indeed, the protection has favored the regeneration of this grassy species, which results in a high density as well as the vegetation are in good condition in enclosure.

Our results obtained are quite similar to those of studies carried out by other authors: in the Algerian South-Oranian: Slimani, 1998, Slimani and Aidoud, 2004 showed a progressive and significant decrease in the quantitative parameters of perennial vegetation (density) and in particular esparto grass, of enclosure towards the open grazing area.

Maatougui *et al.* (2013), found that the density of *Artemisia herba-alba* Asso. is 18.67 individuals / m² in the protected zone while in the control it was 0.33 individuals / m² in the region of Ras Benzayed (Tendrar, Morocco Oriental);

Joffre (1978), has indicates that the open grazing is characterized by a low rate of recovery, and therefore a large dispersion of individuals on the surface, on the one hand; high variability in the sizes and shapes of the esparto grass tufts on the other hand in the Bir Lahmar station in Medenine (Tunisia).

This difference can be explained mainly by the intensity of grazing which acts on intra-specific competition, but also by inter-specific competition with respect to perennial grasses which have a high density within the setting. Indeed, this forage grass (*Stipa tenacissima* L.) is very grazed by animals. This alters their regeneration capacity by preventing the establishment of seedlings, especially where this grass reproduces only by seeds.

Thus, in the open grazing, the intense grazing causes the decrease in density, and reduces them to tufts at ground level (Joffre, 1978; Maatougui *et al.*, 2013; Moulay *et al.*, 2011).

Therefore, the high pasture load in the open grazing is the main source of degradation of the formations at *Stipa*

tenacissima L., resulting in a marked decrease in the density of the esparto grass. Thus, the eradication of *Stipa tenacissima* (L.) will have very serious consequences on the balance of the entire ecosystem and will result in the establishment of an ecosystem conducive to desertification (Moulay and Benabdeli, 2012).

Reasoned enclosure can have a beneficial effect on the length of the vegetative period of certain species. Furthermore, these vegetative rest periods are generally more favorable, allow the installation of young perennial plants and thus promote the germination of annual species.

Effect of enclosure on floristic composition

The floristic composition has also evolved from 14 to 41 species with a marked increase in therophytes and chamaephytes. This improvement has also been demonstrated by several authors who recognize that grazing and pasture overload have a considerable effect on the structure of the community and the floristic composition (Amghar *et al.*, 2012; Gamoun *et al.*, 2012). According to Nedjraoui (2004), the decrease in plant cover and the change in the floristic composition are the elements that characterize the regressive evolution of the steppe.

a) Biological plan

In the first situation of enclosure, the life-form presents a heterogeneity which is due to the enclosure and on the other hand its vegetation cover requires a period of rest or protection to allow the process of the « biological rise » of the reconstitution, regeneration and reappearance of species threatened with destruction by degradation factors. On the other hand, in the open grazing, the floristic composition is very poor with a very low number floristically, the latter is due to the anthropic action

exerted on the courses which results in a strong degradation.

The dominance of therophytes in the study station is considered to be an indicator of vegetation degradation due to anthropogenic and climatic disturbances.

Disturbance is the mechanism that limits the development of vegetation causing its partial or total destruction, while stress is a factor that limits the rate of biomass production. Disturbances play a fundamental role in the variation in floristic composition and their dynamics depending on the pressure exerted on the rangelands (overgrazing, drought). Stress could indeed be considered both as a disturbance and a stress on plants (Grime, 1977).

These climatic disturbances will largely contribute to a blockage of germination of annual species, to the regression of the plant cover, and to the degradation of the edaphic environment, already very sensitive (Floret *et al.*, 1978). The disturbances lead to a considerable drop in pasture potential and thus worsen the deterioration of the environment, until the desertification of the environment (Floret and Pontanier 1982; Khatteli 1996).

According to Ouled Belgacem *et al.* (2006) in the event that these disturbances have not yet led to irreversible degradation of the natural environment, a simple rest (short-term protection) could allow the spontaneous reconstitution of the original vegetation.

b) Systematic plan

This systematic analyzes show a more nuanced diversity in plant families and genera in the situation after exclosure compared to the situation before exclosure.

Asteraceae, Poaceae and Fabaceae are three families common to both situations with predominance in the two floristic lists. This predominance is justified since they are cosmopolitan families which are very well

answered all over the globe (Benaradj *et al.*, 2013a).

The application of protection after a period of exclosure allows the subtraction and elimination of all forms of exploitation on steppe ranges. Therefore, the temporary stop of grazing allowed the stimulation of the regeneration of the vegetation towards a greater plant phytodiversity.

c) Biogeographic plan

There is a disproportion between the dominant biogeographical types (Mediterranean, Endemic and Saharan) and the other biogeographical elements. The examination of the main biogeographical types confirms the abundance of the Mediterranean element, which was emphasized by Quézel (2000). Thus, the infiltration of the Saharan element is explained by the fact that the study area is a transition zone between the Saharan atlas and the Tellian atlas.

The comparative analysis at the biogeographical level shows the importance of the phytodynamics of the steppe ranges; either progressive in the course put in exclosure (much diversified of floristic composition) or regressive in the grazing range. This regression is due to the impact of climatic and anthropogenic changes.

Conclusion

From this evaluation, the favorable effect of exclosure on the preservation of the esparto grass steppe (*Stipa tenacissima* L.) in the steppe region of Naâma (Algeria) emerges. Indeed, the comparison between the results obtained in the exclosure situation, and that of the open-access course, highlights the beneficial effect of the protection appears by:

- The increase of the plant cover and consequently the increase of the phytomass; this makes it possible to fight against desertification and silting up;

- The quantitative and qualitative increase of the floristic richness, which automatically induces an increase in the value and pasture productivity of the rangelands and a decrease in the pasture load;
- The resettlement and reappearance of endangered species.

However, in order to achieve the hoped-for objectives, this technique of pasture management requires the support of the populations, in particular the stockbreeders, and the reinforcement of the surveillance means with a rational management of these rangelands which are exclosure after their opening by respecting the load pitch capacity.

The exclosure positive impacts, at least over 6 years, are very interesting for the rehabilitation, preservation and restoration of steppe rangelands against any form of degradation.

The success of such a type of pasture management applied (exclosure, plantations...) requires the involvement and support of the local pasture population (pastoralists and agro-pastoralists) in the management and safeguarding of these rangelands ecological potential.

Acknowledgment

My sincere thanks to Mr Badaoui Larbi for his helping and support in the realization of this modest work.

References

- Acherkouk M., Maâtougui A., El Houmaizi M.A., 2012. Étude de l'impact d'une mise en repos pastoral dans les pâturages steppiques de l'Orient du Maroc sur la restauration de la végétation. *Science et changements planétaires / Sécheresse*, 23(2): 102-112. Doi:10.1684/sec.2012.0340. (In French)
- Achour A., Aroui A., Defaa C., El Mousadik A. et Msanda F. 2011. Effet de la mise en défens sur la richesse floristique et la densité dans deux arganeraies de plaine. *Actes du Premier Congrès International de l'Arganier*, Agadir (Maroc) 60-69 pp. (In French).
- Aimé S., Remaoun K. 1988. Variabilité climatique et steppisation dans le bassin de la Tafna (Oranie occidentale). In: *Méditerranée, troisième série*, tome 63(1), 43-51. (In French).
- Amghar F., Forey E., Margerie P., Langlois E., Brouri L., Kadi-Hanifi H., 2012. Grazing enclosure and plantation: a synchronic study of two restoration techniques, improving plant community and soil properties in arid degraded steppes (Algeria). *Rev Ecol (Terre et Vie)* 67:257-269
- Amghar F., Kadi-Hanifi H. 2004. Effet du pâturage sur la biodiversité et l'état de la surface du sol dans cinq stations à alfa du Sud Algérois. In: Ferchichi A. (comp.), Ferchichi A. (collab.). *Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens*. Zaragoza: CIHEAM, p. 399-402. (Cahiers Options Méditerranéennes; n. 62). 11. Réunion du Sous-Réseau Ressources Fourragères Méditerranéennes du Réseau Coopératif Interrégional FAO-CIHEAM de Recherche et Développement sur les Pâturages et les Cultures Fourragères, 2002/10/29-2002/11/01, Djerba (Tunisia). (In French).
- Amghar F., Langlois E., Forey E. et Margerie P.E., 2016. La mise en défens et la plantation fourragère : deux modes de restauration pour améliorer la végétation, la fertilité et l'état de la surface du sol dans les parcours arides algériens. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 20(3), 386-396. (In French)
- APG (Angiosperm Phylogeny Group) III. 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the orders and families flowering plants: APG III. *Botanical Journal of the Linnean Society*. 161, pp. 105-121.
- Asmare M. T. & Gure A., 2019. Effect of enclosure on woody species diversity and population structure in comparison with adjacent open grazing land: the case of Jabi Tehnan district north western Ethiopia. *Ecosystem Health and Sustainability*, 5:1, 98-109.
- Benaradj A. et Boucherit H., 2014. Gestion intégrée des ressources pastorales dans la région de Naâma (Algérie). *Revue algérienne de développement économique* N°01. 19-29. (In French).
- Benaradj A., 2009. Mise en défens et remontée biologique des parcours steppiques dans la région de Naâma : dissémination et multiplication de quelques espèces steppiques. Mémoire de Magister en Eco-biologie. Département de Biologie. Faculté des Sciences de la Nature de la Vie. Université Mustapha Stambouli de Mascara, 229p. (In French)
- Benaradj A., Boucherit, H. et Mederbal K., 2013c. Remontée biologique de la steppe à *Stipa tenacissima* L. après une mise en défens dans la station de Noufikha (Naâma -Algérie). *Annale de l'INGREF* 18, Numéro spécial, 107-121. (In French)
- Benaradj A., Boucherit, H., Benabdeli K., 2017. Effet de la réhabilitation de la steppe à *Hammada scoparia* dans la région de Naâma (Algérie). *Bot. complut.* 41: 81-91. (In French).
- Benaradj A., Boucherit, H., Hasnaoui O., Mederbal K. and Sehli A., 2013b. Rehabilitation of the Steppe *Lygeum spartum* in the Region of Naama (Western Algeria). *Energy Procedia* 36, 349-357.
- Benaradj A., Boucherit, H., Mederbal K., 2013a. Remontée biologique de la steppe à *Stipa tenacissima* L. après une mise en défens dans la station de Noufikha (Naâma -Algérie). *Annales de l'INGREF* (2013), 18, Numéro spécial, 107-121. (In French)
- Benaradj Abdelkrim, Mederbal Khalladi, Benabdeli Khéloufi, 2010. Remontée biologique du parcours steppique à *Lygeum spartum* après une durée de Mise en défens dans la steppe sud-oranaise de Naâma (cas de la station de Touadjeur)". *Méditerranée. Serie de Estudios Biológicos. Época II*, n. 21. (In French)
- Bouazza M., 1991. Etude phyto-écologique de la steppe à *Stipa tenacissima* L. au sud de Sebdou (Oranie, Algérie). Thèse de Doctorat (spécialité : Biologie des organismes et des populations). Université d'Aix-Marseille III. (In French).
- Bouchareb B., Huguenin J., Hammouda R., Nedjraoui. D., 2019. Suivi diachronique de steppe restaurée : constats et perspectives. *Revue Agriculture*. 10(1) : 92 – 99. (In French).
- Boucherit, H., 2018. Etude ethnobotanique et floristique de la steppe à Remth (*Hammada scoparia*) dans la région de Naâma (Algérie occidentale). Thèse de Doctorat en Sciences Agronomiques. Département des Sciences Agronomiques. Faculté des Sciences de la nature

- de la vie et sciences de la terre et de l'univers. 180p. (In French).
- Boucherit, H., Benabdeli K., Benaradj A. 2017: Biological recovery the steppe of *Hammada scoparia* after enclosure in the region of Naama (Algeria). *Ekologia* (Bratislava), 36(1): 52–59.
- Braun-Blanquet, J., Roussine, N. & Negre, R., 1951. Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. Paris: CNRS édition. (In French).
- Daget P., Godron M., 1995. Pastoralisme: troupeaux, espaces et sociétés. Evreux, HATIER/AUPELF UREF, Collection «Universités Francophones », 510p. (In French).
- Daget Ph., 1980. Sur les types biologiques en tant que stratégie adaptative. (Cas des thérophytes) in: *Recherches d'écologie théorique, les stratégies adaptatives*. Paris: 89-114. (In French)
- Diatla M., 1994. Mise en défens et techniques agroforestières au sine saloum (Senegal). Effets sur la conservation de l'eau, du sol et sur la production primaire. Thèse de doctorat de l'Université Scientifique L. Pasteur (Strasbourg 1). 194p. (In French).
- Djaballah F., 2008. Effet de deux méthodes d'aménagement « mise en défens et plantation » sur les caractéristiques floristiques et nutritives des parcours steppiques de la région de Djelfa. Mémoire de Magister Spécialité : Agronomie Saharienne. Département des sciences agronomiques. Faculté des sciences et sciences de l'ingénieur. Université Kasdi Merbah- Ouargla. 120p. (In French).
- Djebaili S., 1978. Recherches phytosociologiques et phytocéologiques sur la végétation des Hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien ». Thèse Doct. Univ. Montpellier, 229 p. (In French).
- Floret C. et Pontanier R., 1982, L'aridité en Tunisie présaharienne. Climat, sol, végétation et aménagement. Thèse d'état, U.S.T.L. Montpellier, travaux et doc. O.R.S.T.O.M., Paris, 544 p.
- Floret., Le Floc'eh., Pontanire.R & Romanfe., 1978. Modèle écologique régional en vue de la planification et de l'aménagement agro-pastoral des régions arides. Application à la région de Zougrata. Inst. Rég. Arides Médenine, Dir. Ress. Eau et Sols Tunis, Centre Etudes phytosociologiques et écologiques, Montpellier, Office Rech. Sc. Techn. Outre-Mer, Paris, 74 p. (In French).
- Gamoun, M., Ouled Belgacem, A., Hanchi, B., Neffati, M. & Gillet, F., 2012. Effet du pâturage sur la diversité floristique des parcours arides du sud Tunisien, *Rev. Ecol. (Terre et Vie)*, 67: 271-282. (In French).
- Grime J. P., 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. *Am. Nat.* 111 (982): 1169-1193.
- Guendouzi L., 2014. Contribution à l'étude de la phytomasse aérienne d'écosystèmes steppiques de la commune de Maâmore (Saida). Mémoire de Master en Ecologie et Environnement Département de Biologie. Faculté des Sciences et de Technologie. Université Dr. Tahar Moulay – Saïda. (In French).
- Hachmi A., El Alaoui-Faris F.E., Acherkouk M. & Mahyou H., 2015. Parcours arides du Maroc : restauration par mise en repos, plantations pastorales et conservation de l'eau et du sol. *Geo-Eco-Trop.*, 39(2): 185-204. (In French)
- HCDS (Haut-Commissariat au Développement de la Steppe), 2012. Rapport d'activité annuel. Département d'aménagement pastoral. 16p. (In French).
- Huguenin J., Hammouda R., Kanoun M., Moulin C-H., Jemaa T., Julien L., Capron J-M, Bouchared B., Acherkouk M., Ndjraoui D., 2017. Processus régressifs des végétations pastorales liés aux changements subis des territoires et élevages steppiques algériens. Séminaire Réseau Prairie-Parcours, Montpellier à Agropolis 8 Mars 2017. (In French).
- Joffre L-M, 1978. Note sur une méthode d'estimation de la phytomasse aérienne de l'espèce dominante en milieu steppique (région de Bir Lamar, Gouvernorat de Médenine). Rapport du stage. Institut des régions arides (Tunisie) 15p. (In French).
- Khalid F., Benabdeli K. et Morsli B., 2015. Impact de la mise en défens sur la lutte contre la désertification dans les parcours steppiques: cas de la région de Naâma (sud-ouest algérien). *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)*, 70(1): 16-31. (In French).
- Khatteli H., 1996. Érosion éolienne en Tunisie aride et désertique : analyse des processus et recherches des moyens de luttés. Thèse de doctorat, Université de Gent (Belgique), 180 p.
- Kherief N. S., Nouasria D., Salemkeur N., Benchouk K. et Belhamra M., 2013. La mise en repos: une technique de gestion des Parcours steppiques. *Journal algérien des régions arides n° spécial 2013* : 115-123.
- Le Floc'h E., 2001. Biodiversité et gestion pastorale en zone aride et semi-aride méditerranéenne du nord de l'Afrique. *Bocconea* 13 : 223-252. (In French).
- Le Houérou H.N., 1995. Considérations biogéographiques sur les steppes arides du Nord de l'Afrique. *Sécheresse*, 6(2): 167-182. (In French).

- Le Houérou, H.N., 1969. La végétation de la Tunisie steppique (avec références aux végétations analogues au Maroc, en Algérie et en Libye). Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie. 624p.
- Maatougui A., Tardif N., Acherkouk M. et El Houmaizi M-A., 2013. Impact d'une mise en défens sur la biodiversité végétale d'une steppe semi-aride à *Artemisia herba-alba* Asso. Dans les hauts plateaux de l'oriental Marocain. Science-Lib Editions Mersenne: Volume 5, N° 131006. 18p. (In French).
- Mansour A., 2010. Effet de la mise en défens sur la remontée biologique dans la steppe algérienne (Cas de la wilaya d'El Bayadh): Dissémination et multiplication de quelques espèces steppiques. Mémoire de Magister en Écologie Végétales, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediene. 110p. (In French)
- Moukrim S., Lahssini S., Naggar M., Lahlaoui H., Rifai N., Labbaci A., Arahou M. et Rhazi L., 2019. Compensation pour mises en défens forestières et réhabilitation des écosystèmes par l'implication de la population. Alternatives Rurales. 1-16. (In French).
- Moulay A. & Benabdeli K., 2012. Évaluation de l'effet du nettoyage des touffes sur la régénération de la steppe À esparto grass (*Stipa tenacissima* L.) mise en défens dans l'ouest de l'Algérie. Rev. Écol. (Terre Vie), vol. 67, 283–294. (In French)
- Moulay A., Benabdeli K. et Morsli A., 2011. Contribution à l'identification des principaux facteurs de dégradation des steppes à *Stipa tenacissima* du sud-ouest Algérien. Mediterranean Serie De Estudios Biológicos Época II N°22. 149-188.
- Nedjraoui D., 2004. Evaluation des ressources pastorales des régions steppiques algériennes et définition des indicateurs de dégradation. In: Ferchichi A. (comp.), Ferchichi A. (collab.). Réhabilitation des pâturages et des parcours en milieux méditerranéens. Zaragoza: CIHEAM. (Cahiers Options Méditerranéennes; 62, 239-243.
- Neffati M., Akrimi N. et Le Floch E., 1993. L'étude des conditions de germination de semences : une nécessité pour le succès des travaux de réhabilitation. Ecologia mediterranea XIX (1/2): 39-47. (In French)
- Ouled Belgacem A., Chaieb M., Neffati M., Tiedeman J., 2006. Response of *Stipa lagascae* R. & Sch. to protection under arid condition of southern Tunisia. Pakistan Journal of Biological Science 9(3): 465-469.
- Ouled Belgacem, A., Tarhouni, M. and Louhaichi, M., 2013. Effect of protection on plant community dynamics in the Mediterranean arid zone of Southern Tunisia: a case study from Bouhedma national park. Land Degradation and Development, 24, 57-62.
- Ozenda P., 1991. Flore de Sahara (3e édition mise à jour et augmentée), Paris, Éditions du CNRS, 662 pages (In French).
- Quézel P., 2000. Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ibis Press, Paris, 109 p. (In French).
- Roselt/OSS, 2007, Guide Roselt/OSS pour l'étude et le suivi de la flore et de la végétation, Collection Roselt/OSS, CT n°1, Tunis, 175 p. (In French).
- Roselt/OSS, 2008. Guide méthodologique pour l'étude et le suivi de la flore et de la végétation. Collection Roselt/OSS - Contribution Technique n° 1. (In French).
- Salemkour N., Benchouk K., Nouasria D., Kherief Nacereddine S., Belhamra M., 2013. Effets de la mise en repos sur les caractéristiques floristiques et pastorale des parcours steppiques De la région de Laghouat (Algérie). Journal Algérien des Régions Arides N° Spécial 2013. 103-114. (In French).
- Slimani H., 1998. Effet du pâturage sur la végétation et le sol et désertification. Cas de la steppe à alfa de Rogassa des Hautes Plaines Occidentales algériennes. Thèse magister, USTHB. Alger, 123p. (In French).
- Slimani H., et Aidoud, A., 2004. Desertification in the Maghreb: a case study of an Algerian high-plain steppe. In environmental challenges in the Mediterranean 2000-2050. Kluwer academic publishers. 93-108.
- Tbib A & Chaieb M., 2004. La mise en défens des parcours en zones arides : Avantages écologiques et obstacles socio-économiques. Labo. Economie et Société Rurale, Institut des Régions Arides, Médenine, Tunisie. Labo. Biologie Ecophysiologie Végétale, Faculté des Sciences, Sfax, Tunisie. 473- 476. (In French)
- Visser M., 2001. Produire des semences autochtones pour réhabiliter des terres dégradées. Le cas de *Stipa lagascae* R. & Sch. en Tunisie présaharienne. Thèse de Doctorat, Université de Gand, Belgique. (In French).
- Yerou H. & Benabdeli K., 2013. Rôle des types d'élevage dans la dégradation des formations steppiques dans la région de Naâma (Algérie sud-occidentale). Rev. Écol. (Terre Vie), 68: 157-165. (In French).

SYSTEMES DE PRODUCTION DANS L'OASIS D'ASLA (NAAMA, ALGERIE)

BENARADJ A.^{1*}, BOUCHERIT H.¹, BENNIOU R.² et BOUARFA S.³

¹Centre Universitaire Salhi Ahmed de Naâma

²Université Mohamed Boudiaf de M'sila

³Centre de Recherche Scientifique et Techniques sur les Régions Arides de Biskra

Résumé : Notre étude porte sur la caractérisation des systèmes de production oasiens dans le Sud de Naâma à travers une analyse typologique afin d'identifier leurs degré de structuration et le fonctionnement des exploitants agricoles oasiens. Le recours à la typologie régionale des exploitations et des systèmes de production et de culture pratiquées dans l'oasis atlasique de Naâma (Sud-ouest algérien) peut être un moyen scientifique pour mieux comprendre la diversité régionale et les stratégies de fonctionnement chez les agriculteurs. A cet effet, des enquêtes exhaustives ont été réalisées auprès des agriculteurs oasiens avec une investigation sur le terrain en vue d'intégrer les différentes composantes du système de production dont le système de culture, le système d'élevage, les moyens de productions et l'aspect social. Il ressort de la typologie réalisée au niveau de l'oasis présaharienne d'Asla (sud de Naâma), que le système de production dominant est un agro-système oasien de montagne pratiquée depuis des siècles. Ce système de culture intensif à trois étages: phoeniciculture, l'arboriculture fruitière et généralisation des systèmes maraîchers et fourragers. En plus de sa production dattière étant donné que la phoeniciculture prédomine, le système oasien offre également, un environnement favorable pour mener une polyculture vivrière en strates sous-jacente, associée à un élevage de type familial. Il est basé sur les principes de l'agro-écologie et adapté aux contraintes d'aridité du climat de la région. La présente analyse révèle que le système de production dans le sud de Naâma, ayant traditionnellement pour finalité une agriculture paysanne traditionnelle, a connu un recul permanent et qu'il est même menacé de disparition pour la pérennité de ce patrimoine oasien ancestral.

Mots clés : Asla, Naâma, système de culture, oasis, typologie, phoeniciculture.

Abstract: Our study deals with the characterization of oasis production systems in the South of Naâma through a typological analysis in order to identify their degree of structuring and the functioning of oasis farmers. Using the regional typology of farms and production and cultivation systems practiced in the atlas oasis of Naâma (South-Western Algeria) can be a scientific means to better understand regional diversity and operating strategies among farmers. To this end, exhaustive surveys have been carried out among oasis farmers with an investigation in the field with a view to integrating the various components of the production system including the cropping system, the breeding system, the means of production and the social aspect. It emerges from the typology carried out at the pre-Saharan oasis of Asla (south of Naâma), that the dominant production system is an oasis mountain agro-system practiced for centuries. This intensive three-stage cultivation system: phoeniciculture, fruit arboriculture and generalization of market gardening and fodder systems. In addition to its date production, since phoeniciculture predominates, the oasis system also offers a favorable environment for carrying out a polyculture of food in underlying strata, associated with family-type farming. It is based on the principles of agroecology and adapted to the aridity constraints of the region's climate. The present analysis reveals that the production system in the south of Naâma, traditionally aimed at traditional peasant agriculture, has experienced a permanent decline and that it is even threatened with disappearance for the sustainability of this ancestral oasis heritage.

Key words: Asla, Naâma, cropping system, oasis, typology, phoeniciculture.

1. Introduction

Les écosystèmes oasiens sont parmi les rares écosystèmes résilients qui ont pu garder un équilibre, même fragile entre la disponibilité des ressources et les besoins

des sociétés. Malgré l'aridité du milieu et les conditions climatiques extrêmes, les communautés oasiennes ont su développer des pratiques de production qui préservent les ressources naturelles faisant de l'oasis

un exemple atypique de développement durable en zone sèche [1].

Les oasis en Algérie sont localisées dans 17 wilayas allant du sud de la steppe, au niveau des piémonts de l'atlas sahariens et même du centre du Sahara, jusqu'à l'extrême sud du bas Sahara : neuf wilayas sahariennes sont concernées : Adrar, Béchar, Biskra, El-Oued, Ghardaïa, Illizi, Ouargla, Tamanrasset et Tindouf et huit wilayas présahariennes ou pré-steppiques comme : Naâma, El-Bayadh, Laghouat, Djelfa, M'sila, Batna, Khenchela et Tébessa. L'ensemble de ces wilayas couvre une superficie d'environ 180.000 hectares, avec un potentiel phœnicicole de plus 18.000.000 de pieds de palmiers dattiers et 950 cultivars, dont la production annuelle de dattes avoisine le million de tonnes [2, 3].

Selon la situation géographique, on distingue deux types d'oasis en Algérie [3]: (i) oasis de dunes et (ii) oasis de montagne et d'altitude.

(i) les oasis de dunes: on les trouve dans les grandes formations dunaires du Sahara, on distingue 4 types d'après le type d'exploitation, la ressource en eau, la nature du sol et la topographie:

- L'oasis située dans les dépressions de l'erg: l'eau d'irrigation est extraite de la nappe phréatique par puits et forage (oasis d'Ouargla).
- L'oasis située dans des Ghouts: l'eau d'irrigation est puisée par capillarité (oasis d'El-Oued).
- L'oasis fluviale: approvisionnée en eau des oueds (oasis du Ghoufi, du M'Zab et de Béchar) ;
- L'oasis de dépression: alimentée en eau par les foggaras (oasis du Touat, Gourrara et Tidikelt).

(ii) les oasis de montagne et d'altitude: sont à la limite de l'espace saharien et montagneux, dans des vallées encaissées. Elles sont situées essentiellement, sous forme d'oasis localisées tout au long des oueds, aux voisinages des sources d'eau et dans les endroits où les niveaux des nappes phréatiques sont peu profonds. Parmi ces oasis, on trouve : les oasis de Naâma (Moghrar, Tiout, et d'Asla), d'El-Bayadh (Brézina, Boussemmghoun), de Laghouat, de Biskra (El-Kantara), de Batna (Ghoufi) et celles de Tébessa (Négrine).

Dans le sud de Naâma, au niveau de l'atlas saharien, depuis des siècles, les oasis phœnicicoles ont nourri de nombreuses générations et ce à partir d'une organisation géniale des agro-systèmes oasiens, fondée sur l'efficience d'eau d'exhaure sur la diversification des systèmes de production: association du palmier dattier aux cultures herbacées et au petit élevage.

Les objectifs de ce travail tournent autour de la caractérisation et fonctionnement de système oasien atlasique, vis-à-vis des contraintes externes, d'ordres climatiques et socio-économiques et internes de l'exploitation.

2. MATERIEL ET METHODES

2.1. Présentation de la région d'Asla

La zone d'étude est localisée dans le territoire de la commune d'Asla, qui dépend de la daïra d'Asla dans la wilaya de Naâma, la commune est située dans la partie sud-est de la wilaya. Elle se trouve à 70 km à l'est d'Ain-Sefra et à 50 km du chef-lieu de la wilaya. Elle se situe entre la latitude 33°00' Nord et la longitude 0°04' Ouest [4,5].

La commune d'Asla s'étale sur une superficie de 2071 km², soit 3 % de

superficie de la wilaya de Naâma. Elle relève géographiquement de l'atlas saharien, à climat semi-aride et a vocation agro-pastorale [4,5]. Administrativement, la commune d'Asla est limitée par la

commune de Naâma au Nord, la wilaya d'El-Bayadh à l'Est, les communes de Tiout et de Moghrar à l'Ouest et au Sud (Figure 1).

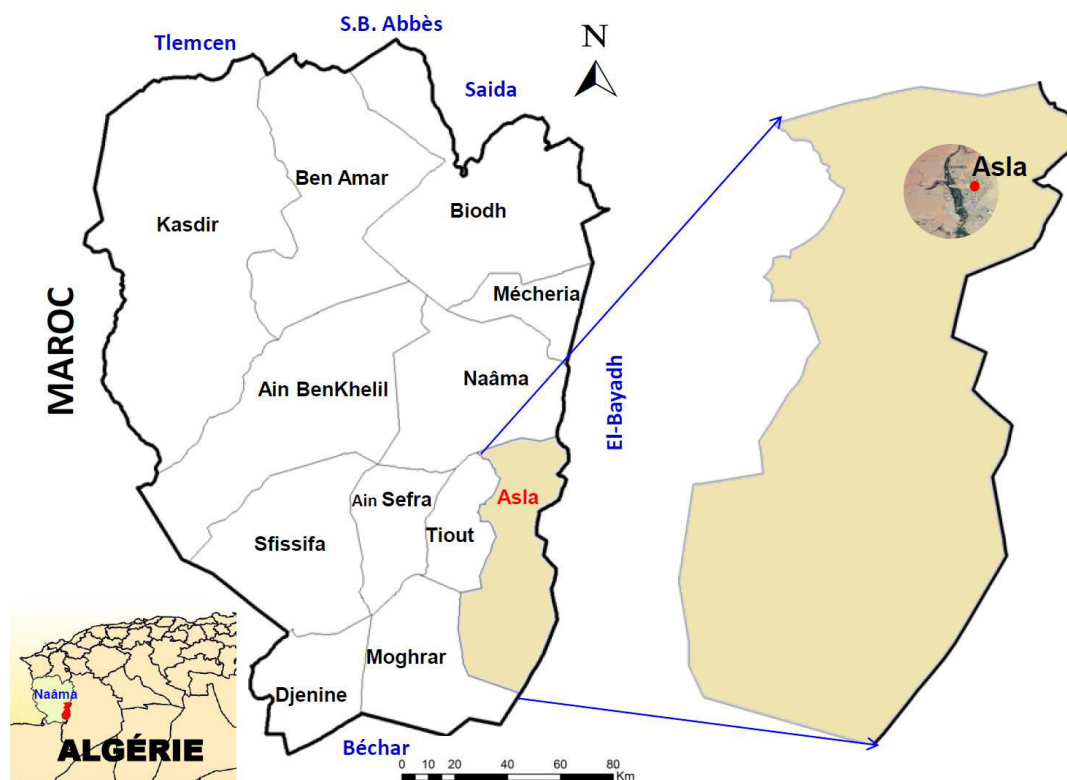


Figure 1. Situation géographique d'Asla dans la wilaya de Naâma [4]

2.2. Choix du site d'étude (Oasis d'Asla)

Dans la partie sud de Naâma, les oasis d'Asla, Moghrar (Tahtani et Fougani), Tiout et Djeniene se caractérisent par un système de production de type oasien. Malgré son importance (6 oasis dans la région d'étude) et ses particularités (par sa biodiversité et la disponibilité des ressources hydriques), cet écosystème reste très peu étudié.

Le choix du site, l'oasis de la région d'Asla (Fig.2), est justifié par plusieurs raisons: sa particularité, il constitue un terrain vierge, peu exploité voire inexploité. C'est aussi

un lieu d'installation relativement ancienne d'une population ksourienne, composée de berbères. Les berbères sont les propriétaires de la plus grande partie des terres de la palmeraie. De ce fait, l'oasis constitue un milieu fermé, qui peut accueillir des familles originaires de la tribu, ayants droit d'accès à la terre. En plus, cet espace comprend une sorte de cuvette recelant des oasis traditionnelles de part et d'autre d'un oued. Les ressources en eau et de terre sont en quantité limitée. L'accès à ces ressources fait l'objet de règles sociales au niveau de la communauté ksourienne.



Figure 2. Site d'étude « Oasis d'Asla »

2.3. Approche méthodologique

La recherche d'une typologie d'un système de production nécessite une étude centrée sur les aspects socioéconomiques et techniques [6]. L'étude de la typologie des agro-systèmes oasiens peut être conçue selon différents critères : système de culture ; situation agro-climatique et système de production proprement dit [7]. En milieu oasien, il est difficile voire impossible de recueillir des données chiffrées fiables, il est nécessaire de faire appel à des méthodes d'observations ou d'enquêtes appropriées. De ce fait, la méthodologie adoptée repose sur l'exploration de la zone d'étude et le contact avec les oasiens. L'objectif visé, consiste à élaborer une typologie des exploitations agricoles, caractériser leurs moyens structurels et analyser le fonctionnement des systèmes de culture oasiens [6, 8, 9, 10].

Pour cela, nous avons recouru à l'exploitation des données statistiques et aux enquêtes exhaustives, de types raisonnées, auprès des exploitations agricoles oasiennes au sein de l'atlas saharien. Cette démarche méthodologique est basée sur les étapes suivantes:

a) L'analyse du milieu physique est élaborée sur la base de la documentation bibliographique et administrative de la cartographie existante et des données statistiques disponibles couvrant la zone d'étude. Cette analyse a porté sur les aspects les plus pertinents, à savoir : la géologie, le relief, la lithologie, la pédologie, les ressources en eaux, l'érosion ainsi que l'occupation du sol et les aspects climatiques.

b) la réalisation des enquêtes administratives et auprès des agriculteurs des exploitations agricoles oasiennes visant une meilleure connaissance sur la situation socioéconomique de l'exploitant (habitat, ressources), moyen de production, cheptel, conditions de production (intrants, matériel, crédit).

Les enquêtes sont effectuées sous forme des entretiens avec les agriculteurs et des observations visuelles des exploitations. On laisse aussi à l'enquêté la possibilité de s'exprimer librement et ce dans la perspective de collecter le maximum d'informations.

2.4. Choix de la population

La population est formée de la tranche active dans le domaine d'agriculture.

L'échantillon d'étude a touché au total de 27 agriculteurs, selon l'enquête raisonnée de type qualitative. Le nombre d'exploitations enquêtées n'était pas arrêté d'avance, mais il a été imposé par notre investigation sur le terrain, par : la disponibilité des agriculteurs ; la facilité de l'accessibilité à l'exploitation et la recevabilité des personnes visitées. Les visites d'exploitations ont été réalisées avec la collaboration du personnel de la DSA (subdivision d'Asla) et le représentant (intermédiaire) de l'association des agriculteurs de l'oasis d'Asla. L'intermédiaire dans la société oasienne est indispensable pour l'établissement des liens de confiance.

Les principaux axes traités par les enquêtes sont:

- Identification relative à l'exploitant : âge, niveau d'instruction,....
- Identification relative à l'exploitation : taille, mode de faire valoir, moyens structurels,...
- Les moyens de production et conduite : irrigation, fertilisation, espèces existantes cultivées,...

Ces investigations sur le terrain ont été réalisées en équipes pluridisciplinaires, avec la collaboration du personnel de la Conservation des Forêts, Direction des Services Agricole et un représentant de

l'association des agriculteurs de l'oasis d'Asla. Il est à souligner qu'un intermédiaire de la société oasienne paraît indispensable pour l'établissement des liens de confiance.

Une près enquête sur le terrain, est faite dans les anciennes palmeraies du ksar d'Asla. C'est durant cette phase que les questionnaires sont testés, ajustés et finalisés. Le dépouillement des données et l'analyse statistique sont effectués à l'aide du logiciel Excel.

2. RESULTATS ET DISCUSSION

L'analyse du milieu naturel doit nous permettre d'identifier et de caractériser les potentialités et les contraintes physiques ; ainsi que leurs interactions et variations géographiques.

3.1. Caractérisation biophysique de la région d'Asla

3.1.1. Cadre socioéconomique

3.1.1.1. Population

La commune d'Asla abrite une population qui s'élève à 11.351 habitants ; soit 4 % de la population totale de la wilaya, avec une densité estimée de 5,49/ km² (tableau 1).

Tableau 1. Evolution de la population de la commune d'Asla [11]

Année	Population	Densité (hab/km ²)
1977	4 137	2
1987	5 608	2,38
1998	8 030	3,88
2008	9 692	4,8
2018	11 351	5,49

3.1.1.2. Agriculture et l'élevage

Le diagnostic du secteur agricole est établi sur la base des données statistiques obtenues auprès de la Direction des Services Agricoles (DSA) de la wilaya de Naâma, avec un complément d'informations au niveau de la Direction

de la Programmation et du Suivi du Budgétaire (DPSB). Le secteur agricole demeure la principale activité économique durable dans la région et continue à s'occuper notamment de l'élevage ovin transhumant, caractérisé par une main d'œuvre assez importante.

La commune d'Asla s'étend sur une superficie totale de 207.125 ha, la

répartition générale des terres se présente comme suit:

Tableau 2. Répartition générale des terres dans la commune d'Asla [11]

Catégorie	Superficie (ha)	En %
Surface Agricole Utile (SAU)	1.769	0,97
Terres improductives	6	--
Pacages et parcours	180.701	99,03
Surface Agricole Totale (SAT)	182.476	100%

Le secteur agricole dans la commune d'Asla est important, vue la superficie des terres agricoles (182.476 ha) et une superficie agricole utile (SAU) de 1.769 ha ; dont 269 ha sont conduits en irrigués. En effet, la SAU a connu une croissance non négligeable entre 1986 et 2018 ; elle

est passée de 630 à 1.769 ha [11]. Cette évolution est due à l'ascension des coûts de la propriété foncière et à la promotion de l'investissement dans le secteur.

Dans la commune d'Asla, la production végétale est très diversifiée (tab.3).

Tableau 3. Répartition de la production végétale de la commune d'Asla [11]

Cultures	Superficie (ha)	Production (q)	Rendement (q/ ha)
Céréales d'hiver	630	6 534	1 037
Cultures maraichères	323	52 062	14 665
Fourrage vert	214	32 990	14 728
Arboriculture	602	10 532	1 750
Total	1 769	102 118	31 143

L'utilisation de la SAU de la commune est assez variée, répartie entre grandes cultures herbacées, vignes et arboriculture ; comme il ressort dans le tableau 3, cité ci-dessus.

Il y'a lieu de noter d'abord que les surfaces exploitées sont faibles, totalisant toutes cultures confondues, à peine 1.769 ha, ce qui est largement inférieur à la SAT (182.476 ha), il s'agit donc d'une sous-utilisations du potentiel agricole existant car la majeure partie de cette SAT est réservée en pacages et parcours (99 %). Il ressort que malgré une conduite des cultures en irrigué, les rendements obtenus demeurent faibles, pour l'ensemble des cultures, ces rendements sont faibles car ils ne se rapprochent pas des rendements moyens enregistrés dans des conditions

similaires, à savoir une conduite en intensive où l'irrigation surtout, est une opération obligatoire. D'après Kradi *et al.* [8] et Khene [9], cette faible niveau des quantités produites s'explique par la mauvaise conduite de la culture ; le faible niveau de technicité des agriculteurs ; le travail du sol non convenable ainsi une fertilisation non maîtrisée, une forte attaque des adventices qui gênent la croissance des cultures ; l'incompatibilité génétique des variétés introduites ; les conditions climatiques défavorables et enfin le faible niveau d'équipement et d'approvisionnement en matériels et intrants.

L'agropastoralisme constitue le secteur vital sur lequel s'établit toute l'activité économique. Cette région présaharienne à vocation pastorale occupe une superficie de 180.701 ha de pacage et parcours. Dans la commune d'Asla, on rencontre plusieurs

espèces domestiques: ovins, caprins, bovins, camelins et petites élevages (poulet de chair et de ponte). Le potentiel animal est l'ordre de 124 501 têtes réparties comme suite (tableau 4):

Tableau 4. Répartition du cheptel dans la commune d'Asla [5,12, 11]

Cheptel	1986	2006	2018	Taux d'évolution (%) 1986-2006	Taux d'évolution (%) 1986-2018
Ovins	42 666	62 680	115 172	31,93%	62,95%
Bovins	238	1 249	1 511	80,94%	84,25%
Caprins	1 772	4 444	7 365	60,13%	75,94%
Camelins	100	200	453	50,00%	77,92%
Total	44 776	68 573	124 501	34,70%	64,04%

La production animale au niveau d'Asla est dominée par l'élevage ovin, avec un effectif en 2018 de 115.172 têtes, suivi par le caprin, avec 7.365 têtes, l'élevage bovin, avec 1.511 têtes et l'élevage camelin (453 têtes). Par ailleurs, les ménages pratiquent l'élevage caprin, au vu de son adaptation aux conditions les plus défavorables, en plus de sa rusticité. Le caprin est par ailleurs considéré comme étant la vache du pauvre (autoconsommation en viande mais surtout en lait).

Ces données font ressortir l'importance qu'occupe le cheptel ovin au niveau de la région qui se positionne au premier plan (Tab.4). De fait, le système de production est axé principalement sur l'association de la polyculture-élevage. Les effectifs animaux, en particulier, connaissent des variations très importantes, passés de 44.776 têtes en 1986 à 124.501 têtes en 2018 (soit 64%) [11].

3.1.2. Cadre géologique

Sur le plan géologique (Fig.3.b), la région d'Asla correspond aux conditions des hauts plateaux de l'Oranie dont l'évolution a été homogène au cours des périodes

géologiques et qui constitue dans son ensemble une zone de transition des formations géologiques de l'Atlas tellien et celle de l'Atlas saharien. La zone d'étude est limitée au nord et au sud par les flexures nord et sud atlasiques; qui sont à l'origine de la remontée des sels (trias). Sur le plan structural, elle correspond à un ensemble de synclinaux et d'anticlinaux orientés sud-ouest et nord-est, où les formes anticlinales constituent l'essentiel des monts des ksours culminants à plus de 2000 m, sur le plan stratigraphique. Deux grandes formations du secondaire affleurent dans cette zone : le jurassique au niveau des anticlinaux et le crétacé au niveau des synclinaux, le miocène continental dans la partie nord-ouest du djebel Talrhemt, le mio-pliocène n'est présent que dans la partie sud de la région et quelques plaques le long de l'oued El Rhouiba et le quaternaire couvre toutes les parties basses [5,13].

3.1.3. Cadre édaphique

La zone d'étude est dominée par les sols peu évolués, sur toute son étendue (Fig.3.c). Ces sols sont cependant

différenciés selon les caractéristiques géomorphologiques [5, 14, 15, 16], on distingue :

a- les sols calcimagnésiques: ils occupent la majeure partie de la zone, cette classe est représentée par plusieurs types de sols (rendzines sur les versants des djebels, sols bruns calcaires et sols bruns calciques et sols à encroûtement gypseux).

b- les sols minéraux bruts: ils sont représentés par 03 catégories : les sols minéraux bruts d'érosion, les sols minéraux bruts d'apport alluvial, au niveau des oueds importants et les sols minéraux bruts d'apport éolien de sable et de dunes plus au moins mobiles.

c- les sols peu évolués: cette classe est composée par les sols peu évolués d'érosion sur roche mère dure (calcaire et

gré) ou tendre (marnes), les sols peu évolués d'apport alluvial sur les zones basses (épandage, daïa, chenaux d'oued), et les sols peu évolués d'apport colluvial sur les piémonts des djebels et les cônes de déjection.

De point de vue textural, les principaux sols sont de types Limono-sableux et Limono-argileux [14].

3.1.4. Cadre hydrographique et Potentialités hydrauliques

La région d'Asla est parmi les rares régions de la wilaya réputée par ses richesses relatives en eau souterraine. Le réseau hydrographique est dense, constitué d'oueds intermittents et exclusivement endoréiques (Fig.3.d). Ils s'organisent dans la partie Ouest autour d'oued Asla, le principal cours d'eau [5].

Tableau 5. Répartition des ressources mobilisées dans la commune d'Asla [11]

Désignation	Nombre	Débit (L/S)	Destination (L/S)	
			AEP	Irrigation
Forages	123	331	105	226
Puits	44	19	-	17

Sur le plan de la mobilisation de l'eau, les débits des forages et les points d'eau réalisés varient entre 5 et 80l/s. Les ressources en eau souterraine proviennent de plusieurs systèmes aquifères ; dont la formation est favorisée par le contexte géologique. On considère que le potentiel en eaux souterraines relève de deux domaines : les nappes profondes, exploitées principalement par les forages et les nappes phréatiques, exploitées principalement par les sources.

3.1.5. Cadre climatique

La zone d'étude dispose d'un climat aride à hiver froid (Fig.3.e). La période humide n'est que de deux mois et la période sèche

s'étale sur toute l'année. La pluviométrie moyenne annuelle est de 213 mm. La plus grande partie tombe pendant les mois d'octobre, novembre et décembre. Pour le reste de l'année c'est surtout les mois de mars et juin qui constituent des mois relativement pluvieux. La température moyenne annuelle est de 15°C, le maxima du mois le plus chaud est de 36°C et le minima du mois le plus froid de -0,5°C [14, 17].

3.1.6. Cadre phytogéographique

La zone d'étude fait partie de l'Atlas saharien, appartenant au sous-secteur de l'Atlas Saharien oranais « AS1 » (Fig.3.f) [18].

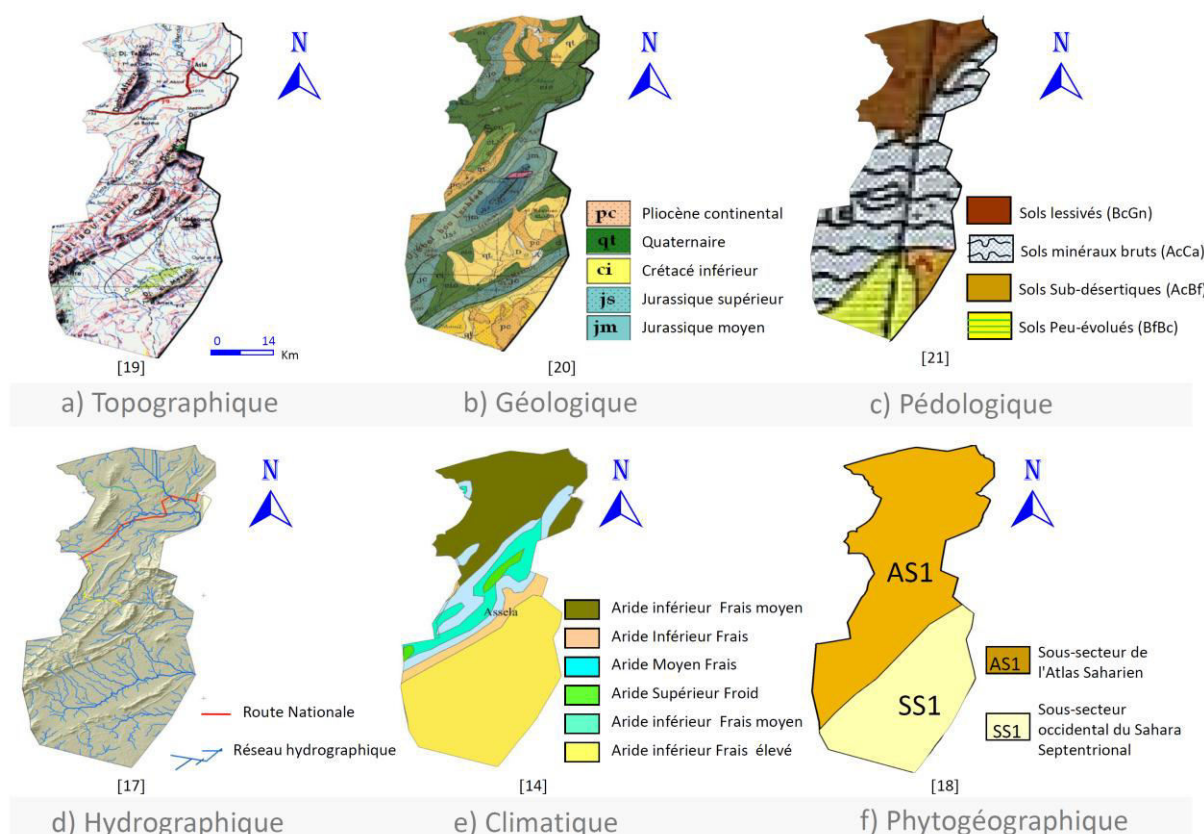


Figure 3. Caractéristiques biophysiques de la région d'Asla [19, 20, 21, 17, 14, 18]

3.2. Typologie des systèmes de production dans l'oasis d'Asla

3.2. 1 Description et analyses des exploitations agricoles

3.2.1.1. Situation sociale des agriculteurs

a) Age des agriculteurs et niveau d'instruction

Tableau 6. Age des agriculteurs

Classes d'âge (ans)	Nombre	Pourcentage (%)
20-40	2	07,41
41-60	12	44,44
61-85	13	48,15
Total	27	100%

L'âge des agriculteurs enquêtés varie entre 20 ans (âge minimum) et 85 ans (âge maximum): l'âge entre 20 et 40 ans représente les jeunes agriculteurs, les agriculteurs âgés (41-60 ans) et enfin la catégorie des vieux agriculteurs plus de 61 ans.

Il en découle de ces données, la dominance d'agriculteurs âgés de 61-85 ans et ensuite la tranche d'âge de 41-60 ans. La tranche d'âge faible est celle de 20-40 ans (2 agriculteurs). Par ailleurs, les producteurs âgés de plus de 60 ans constituent la proportion la plus importante avec 40 % des producteurs enquêtés ; cela reflète le désintéressement des jeunes à cette activité leur apparaissant trop pénible et ils tournent vers d'autres activités moins dures et plus rémunératrices, ce qui pose le problème de l'avenir de ces exploitations agricoles.

En terme de niveau d'instruction, les enquêtés sont majoritairement analphabètes ; soit 20 agriculteurs, le reste a acquis un niveau modeste (primaire ou moyen), le savoir-faire hérité de

leurs parents constitue le principal réservoir des pratiques agricoles dans cet agro-système oasien.

b) Statut juridique

Le statut juridique des exploitations est privé, ce qui permet une sécurisation et une stabilisation des propriétaires. Aucune exploitation n'est acquise dans le cadre de la loi de l'Accession à la Propriété Foncière Agricole (1983) et concession agricole. La propriété des terres étant obtenue le plus souvent par l'héritage.

c) Mode de faire valoir

Les moyens de production sont les plus limités, les agriculteurs utilisent alors la main d'œuvre familiale. Il faut souligner que l'exploitation familiale demeure la forme traditionnelle ou le mode de faire valoir direct est prépondérant, la présence de l'exploitant est indispensable avec l'aide de la main-d'œuvre familiale. L'agriculteur est dans la majorité de condition modeste, il ne fait plus appel à une main d'œuvre saisonnière ou salariale, il rémunère son propre travail et celui de sa famille. Les tâches agricoles habituellement effectuées par main-d'œuvre familiale sont de récolte, de poste récolte et certaines tâches d'élevage exigeant moins de technicité.

d) Taille des exploitations

La taille de l'exploitation est un facteur qui conditionne le rendement et la viabilité économique de l'exploitation.

Tableau 7. Répartition des exploitations en fonction des superficies

Classe des Superficies		Nombre d'agriculteurs		Superficie moyenne (Ha)
		Nombre	Pourcentage (%)	
Classe A	[0,5- 2 [Ha	10	37,04	0.75
Classe B	[2 -3,5[Ha	7	25,93	2.42
Classe C	[3,5 - 5[Ha	6	22,22	3.75
Classe D	□ 5 Ha	4	14,81	6.75
Total		27	100%	

La taille des exploitations est comprise entre 0,5 et 5 ha. Les résultats font ressortir la prédominance de la classe A, qui est qualifiée comme petite exploitation suivie par la classe B, avec 7 agriculteurs. Ensuite, la classe C et enfin la classe D, ce qui indique un morcellement pas très important. D'après ce morcellement des unités de production (0,5 à 1 ha/agriculteur), le caractère familial de l'exploitation de la terre, l'intensification agricole reste très modeste.

La superficie de chaque parcelle ne dépasse que rarement 0,5 ha, les palmiers sont plantés à la surface même de la nappe phréatique. La taille faible des exploitations entrave le développement de la production agricole qui sera orientée principalement vers l'autoconsommation, c'est une «agriculture de subsistance».

3.2.1.2. Moyens de production et conduite agricole

a. Equipements

Le système de production pratiqué par les exploitants oasiens est caractérisé par un faible niveau d'équipement technique et d'approvisionnement en matériels et

intrants. Le matériel agricole est simple, composé de quelques outillages traditionnels très rudimentaires tels que: houe, pelles, pioches, sécateurs, tenailles,....

La majeure partie des exploitations agricoles ne dépassent pas un hectare ce

qui rend difficile l'intervention de matériel de travail lourd et des actions d'intensification. La faible superficie des exploitations n'encourage pas à l'investissement et à l'introduction de nouvelles techniques de production, ce qui fait de l'agriculture une activité manuelle.

b-Amendement et fertilisation

Au niveau de l'oasis d'Asla, la fertilité du sol est acquise par l'apport du fumier organique. Ceci est expliqué par la

présence de l'élevage dans la zone étudiée. Les agriculteurs profitent généralement des travaux de préparation du sol pour appliquer la matière organique (bouses de vache, excréments de petits ruminants et fiente de volaille). Le fumier par sa disponibilité reste le fertilisant le plus utilisé. L'utilisation du fumier comme engrais organique se fait de plus en plus rare à la suite de la réduction de la taille des troupeaux ovins [22].



Figure 4. Moyens de production (a- Equipement technique, b- Fumier en fermentation)

c. Irrigation

La répartition de l'eau est maintenue par foggaras, un système d'irrigation traditionnel ingénieux ancestral très répandu dans le Sud-Ouest du pays. L'irrigation est assurée par un réseau complexe des sources, constitué de multiples canaux d'irrigation à ciel ouvert « seguia » et bassins de stockage (Fig.5.a). Selon Potin [23], les foggaras sont des périmètres terrassés de montagne à partir de sources et de prises sur Oueds, culture de la pente, de la séguia; agriculture intensive.

Le mode d'irrigation le plus pratiqué est gravitaire, elle se fait à la parcelle par submersion ou inondation (rigoles) (Fig.5.b). C'est un mode qu'ils ont hérité de leurs ancêtres. Donc, c'est l'irrigation par écoulement de surface, submergeant l'ensemble de la superficie cultivée, est mise en œuvre par l'utilisation de canal à

ciel ouvert qui apporte l'eau gravitairement à un réseau de canaux de plus en plus petits permettant de la distribuer à de nombreuses rigoles d'arrosage [24]. Ces eaux sont acheminées vers les parcelles de la palmeraie ; selon des droits coutumiers et des règles locales communautaires [8]. La fréquence d'irrigation dépend du stade végétatif de la culture intercalaire, de la nature des cultures et des conditions climatiques ; car les agriculteurs irriguent les palmiers et les arbres fruitiers au même moment que ces cultures. Néanmoins; cette technique traditionnelle d'irrigation présente l'inconvénient majeur d'être très gourmande en eau, une eau dont est perdue par évaporation et par infiltration [24]. De ce fait ; il faut chercher des techniques d'irrigations alternatives qui visent à économiser l'eau, à préserver les sols de la salinité dans les parcelles cultivées de l'oasis.



Figure 5 Irrigation dans l'oasis d'Asla (a- par Seguia, b- par submersion)

3.2. Système de production dans l'oasis d'Asla

Les activités de la production végétale ne sont pas étrangères aux populations de la zone, cependant et compte tenu de l'essor en particulier du potentiel foncier il y a lieu d'instaurer un système de production orienté vers une complémentarité de la production animale d'une part et d'autre part vers la satisfaction des besoins en produits maraîchers des populations locales et éventuellement des régions limitrophes.

Lors de nos entretiens avec les agriculteurs et visites des oasis, nous avons constaté que beaucoup d'agriculteurs ont amélioré leurs techniques de production et de conservation des produits agricoles, en se basant sur leurs propres expériences.

La typologie de l'agro-système oasien, système se caractérise par la présence de plusieurs systèmes de production :

3.2.1) Système de culture

Il est dominé par la phoeniciculture qui, en plus de sa production dattière, offre un microclimat favorable à une polyculture vivrière (céréales, fourrages, maraîchage, plantes condimentaires, arboriculture et

viticulture). Ces systèmes pratiqués forment un à trois étages:

- **a)** Etage supérieur de la phoeniciculture (palmier dattier (*Phoenix dactylifera*))
- **b)** Etage intermédiaire constitué par l'arboriculture (arbres fruitiers).
- **c)** Etage inférieur constitué par les cultures maraîchères et cultures fourragères.

Les zones de cultures sont de petites parcelles essentiellement répandues dans les zones à faible pente. Elles sont essentiellement destinées au maraîchage, on y trouve cependant, un peu d'arboriculture pour l'autoconsommation et la vente.

2.2.2) Système d'élevage

Dans la zone d'étude, où l'élevage ovin est dominant, l'agriculture persiste toujours sous forme d'exploitation familiale dépendant largement de la localisation et disponibilité alimentaire et ressources en eau.

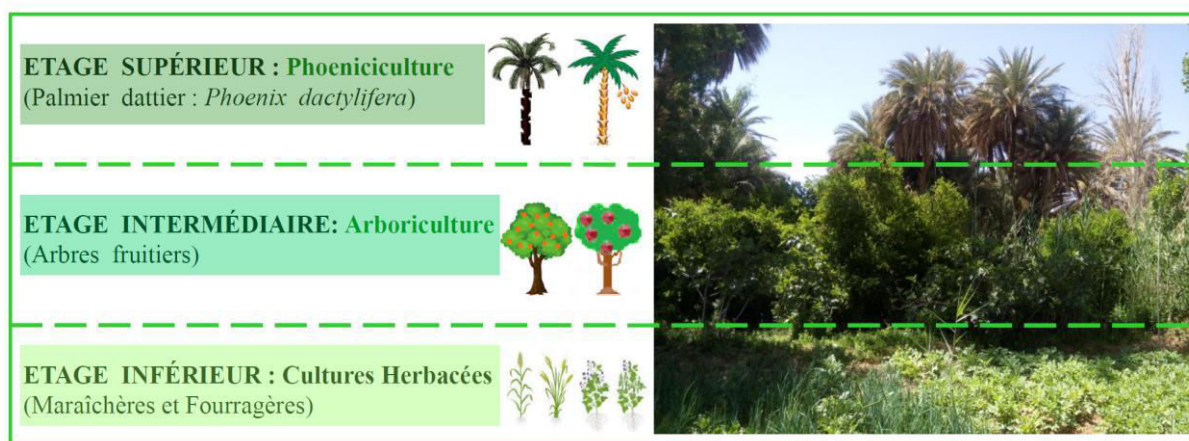


Figure 6. Illustration de système de culture oasien à trois étages dans l'oasis d'Asla

3.2.1.a) Phoenicicole

Dans l'oasis d'Asla, le potentiel phoenicicole est estimé de 140.000 palmiers, ce qui a permis une production modeste mais significative. Ce patrimoine est répondu dans toutes les exploitations jouant le rôle de brise-vent et de protecteur des autres cultures contre le soleil. Le palmier dattier (*Phoenix dactylifera*) est une plante connue par sa tolérance aux conditions climatiques extrêmes de sécheresse et de température, elle joue un rôle socio-économique et écologique:

- Selon Munier [25], le palmier dattier est le plus souvent l'axe principal de la structure d'une oasis et il forme la végétation caractéristique de cette dernière, il est aussi un microclimat privilégié de végétation perdue dans l'immensité désertique.

- Le palmier dattier, il est utile de préciser que le palmier dattier constitue l'élément essentiel sur lequel repose tout l'écosystème "oasien" [26] ;

- Le palmier dattier, constitue la charpente principale des systèmes de production oasiens. Il crée un microclimat favorisant le développement des cultures sous-jacentes, ayant un grand potentiel de production et avec lesquelles, le palmier dattier forme un ensemble utilisant aux mieux les ressources en eau et sol [27] ;

- Le palmier dattier constitue l'élément essentiel sur lequel repose tout l'agro-système oasien [9,28]. Le palmier dattier permet la création d'un microclimat

favorable à la vie de l'homme et des animaux d'accompagnement, à la végétation, au développement de cultures sous-jacentes (arboricoles, maraîchères...).

- **Destination de la production :** La production dattière est destinée essentiellement pour la consommation humaine et animale et ses sous-produits peuvent être exploités dans des travaux artisanaux et domestiques. Ainsi, elle intervient aussi comme source de revenus pour les phoeniciculteurs.

- **Densité :** La densité du palmier dattier, dans la palmeraie, varie entre 5 et 10 pieds par hectare. La densité moyenne conseillée est de 100 pieds par hectare [29]. Les opérations appliquées individuellement à chaque pied sont d'autant plus nombreuses, ce qui explique l'orientation des agriculteurs vers la réduction de densité de plantation pour minimiser le travail affecté aux palmiers dattiers.

- **Distance entre pieds :** La distance est considérée parmi les facteurs déterminant entre oasis modernes et traditionnelles. La distance considérée raisonnable c'est celle de 9 mètres sur 9 mètres [29]. Les palmiers sont plantés selon la méthode ancestrale, en disposition serrée les uns contre les autres et en plaçant des arbres fruitiers, entre celles-ci, un ombrage qui permettra à la terre de garder son humidité pendant plusieurs jours.

-Age des plantations : Selon Benziouche et Chehat [29], l'une des principales contraintes des palmiers, corroborant la faiblesse de sa productivité, est incontestablement l'âge avancé des plantations. La palmeraie d'Asla renferme une population hétérogène de palmiers dattiers, les palmiers jeunes, ayant un âge inférieur à 10 ans qui sont dans les premières années de plantation représentent 10% du total des palmiers. Les palmiers dattiers ; dont l'âge est de 10 à 50 ans, qualifié l'âge de production proprement dite représentent 35%, les pieds âgés plus de 50 ans sont à 65%. On note ainsi un vieillissement de plus en plus accentué du verger dattier dans son ensemble.

-Variétés du palmier dattier : La quasi-totalité des plantations concerne la variété

dite communes « Aghars et Feggous » : elles sont de moindre importance économique par rapport à Deglet-Nour. Donc, la monovariétale (Aghars) est pour le moment la spéculation la plus cultivée dans la zone d'étude. Cette variété très rustique se trouve dans la plus part des palmeraies algériennes. Le fruit mûr est à consistance molle de forme oblongue irrégulière (plus gros vers l'apex), la chair est peu éparse ; avec une peau résistante qui se décale de la chair. Le rendement varie entre 60 et 70 kg/pied [30]. Les variétés Aghars et Feggous, qui sont d'excellente qualité nutritionnelle, dont les qualités naturelles de conservation sont également rares [31, 32].



Figure 7. Phoeniciculture dans l'oasis d'Asla

3.2.1.b. Arboriculture

Ce système arboricole existe au niveau de l'espace présaharien, marqué souvent par une activité agro-pastorale compte tenu de sa situation géographique qui forme une zone intermédiaire entre les plaines steppiques au nord et le Sahara septentrional au sud.

L'arboriculture fruitière à une orientation franchement domestique se garde une place appréciable. Il s'agit en fait de 5 à 10 pieds par unité de production où diverses espèces sont représentées.

L'arboriculture fruitière est caractérisée généralement par de petites superficies, la

plus part du temps en mélange. Concrètement ce système se rencontre en association avec d'autres espèces telles que : le palmier dattier, maraichage, etc. Elle est très diversifiée en espèces, il s'agit principalement d'arbres fruitiers de type méditerranéen tels que : le grenadier, le figuier, l'abricotier, l'olivier, le pêcher, l'amandier, la vigne, le cognassier, le prunier, le pommier.

Ces arbres fruitiers sont destinés essentiellement à l'autoconsommation et le surplus, quand il existe, est vendu dans les marchés les plus proches (sources d'autofinancement). Les arbres fruitiers les

plus fréquents sont : l'abricotier, le figuier et le grenadier puisque la majorité des agriculteurs les cultivent dans l'oasis d'Asla. Le grenadier présente une perspective prometteuse dans le cadre d'une extension des superficies plantées en arbres fruitiers.

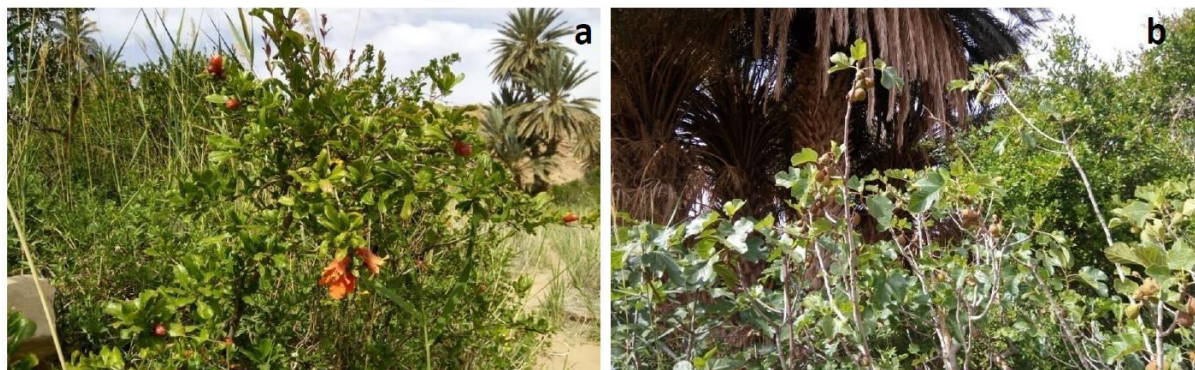


Figure 8. Arboriculture dans l'oasis d'Asla (a- Grenadier b- Figueier)

3.2.1.c. Cultures maraichères et fourragères

Ce type d'agriculteurs pratique également une agriculture vivrière dominée essentiellement par des cultures herbacées saisonnières (fourragère et légumière). Elles ne représentent qu'en moyenne que 4 % de la SAU.

Les cultures pratiquées dans les exploitations enquêtées sont principalement des cultures maraichères ; elles sont essentiellement représentées par : la pomme de terre, l'oignon, la fève verte, petit pois, betterave, courgette, aubergine, tomate ; se sont les cultures les plus rémunératrices et on a le melon, concombre, l'aubergine en été. Cette spéculation reste faible en termes de superficie (0,5 ha). Le maraîchage prend de plus en plus de l'importance dans l'oasis, qui rentrait dans les habitudes alimentaires des agriculteurs.

L'existence et la diversification de l'arboriculture fruitière rustique dans l'oasis à altitude, sont favorisées grâce à une forte corrélation entre conditions climatiques favorables (froid, disponibilité en eau) pour son développement et le cycle végétatif des arbres (vernalisation) [8].

La production est destinée essentiellement à l'autoconsommation familiale et à la vente dans les marchés avoisinants. Les recettes servent aux financements des achats hebdomadaires.

L'analyse des résultats montre l'importance accordée aux cultures fourragères ; qui sont très peu pratiquées par les exploitants. Elles sont essentiellement représentées par la luzerne et l'orge en vert et qui occupent des superficies très réduites (0,2-0,5 ha), généralement destinées à la satisfaction des besoins du cheptel de la petite exploitation familiale.

D'après Kradi et al. [8], cette diversification des cultures, permet non seulement de subvenir aux besoins de la famille, mais aussi de financer (source d'autofinancement) certains travaux agricoles (labour, semis, récolte).



Figure 9. Cultures herbacées (a- Maraîchères b- Fourragères)

3.2.2. Elevage

Le système de production rencontré dans la zone d'étude est caractérisé par une diversité de production qui intègre la production végétale et animale.

L'élevage constitue la seconde activité des exploitants. En effet, il joue un rôle primordiale dans l'amélioration de la

trésorerie des agriculteurs, par la vente des différents produits (lait, viande, cuire,...). De ce fait l'élevage est de type familial, il est destiné essentiellement à la satisfaction des besoins de la famille et à la valorisation des résidus de cultures récoltées.

Tableau 8. Type d'élevage pratiqué par les exploitants

Type d'élevage	Type d'élevage	Nombre d'animaux	Nombre d'agriculteurs	Pourcentage (%)
Ruminants	Elevage d'ovin seul	4- 6 têtes	7	25,93%
	Elevage de Caprin seul	5-8 têtes	4	14,81%
	Elevage de Bovin seul	1-4 têtes	6	22,22%
	Elevage mixte	9-11 têtes	8	29,63%
Petits animaux	Aviculture	5-10 Espèces	8	29,63%
	Cuniculture	-	-	0%
	Apiculture	2-5 ruches	7	25,93%

Les résultats concernant la pratique d'élevage (tab. 5) montrent que l'élevage était pratiqué par 93% des exploitations agricoles enquêtées, dont 4 exploitations (15%) ne pratiquent que de l'élevage caprin, ils possèdent moins de 8 têtes ; 7 exploitations (soit 25,93%) ne pratiquent que de l'élevage ovin dont le nombre ne dépassant pas 6 têtes et 6 exploitations ne pratiquent que de l'élevage bovin ; dont le nombre est inférieur à 5 têtes. En ce qui concerne l'élevage mixte est pratiqué par un nombre important des paysans, car il s'agissait de 29,63% du total des

exploitations enquêtées dont le nombre de tête élevés n'excède pas 11 têtes.

Selon Benziouche [33], les agriculteurs pour se procurer un revenu élevé et minimiser les risques préfèrent de plus en plus la combinaison de plusieurs types de production.

Les systèmes d'élevage sont dominés par l'élevage ovin et caprin extensif sur les parcours et l'élevage laitier. L'élevage des ruminants (ovin, caprin, bovins) ; des petits animaux comme la volaille est de taille restreinte. L'effectif du cheptel varie en fonction de la disponibilité en moyens

financiers, de la taille d'exploitation et de la disponibilité des aliments.

Les ruminants sont conduits entre enclos et pacage dans les parcours périphériques, le troupeau des oasiens est regroupé et emmené toute la journée dans les parcours par un berger salarié et rentre chez leur propriétaire le soir.

L'élevage ovin est en moyenne de 4 têtes, pratiqués par les agriculteurs. Les brebis sont vendues pendant toute l'année et les béliers sont vendus juste à l'occasion de la fête de sacrifice (Aïd el-Adha). Par ailleurs, l'élevage des caprins est bien recommandé ; surtout celui des chèvres qui produisent presque quotidiennement du lait. L'élevage bovin est constitué principalement par la race locale rustique

et peu productive. C'est un élevage destiné pour la production laitière sur toute l'année ; afin d'assurer les besoins de l'autoconsommation familiale et contribuer aux revenus des agriculteurs par la vente de surplus. L'élevage avicole est de type traditionnel, il est destiné également pour l'autoconsommation (viande et œufs).

Dans cette oasis l'élevage est considéré comme l'une des principales activités du secteur agricole, il est souvent pratiqué en association avec la production végétale, cette activité permet de valoriser les sous produits des cultures (paille, déchets de dattes, etc.) et de produire du fumier organique, qui est indispensable pour l'intensification de l'agriculture.

3. Conclusion

Au niveau de la zone pré saharienne de Naâma, l'oasis d'Asla renferme un système de production traditionnel millénaire très diversifié maintenu par la population ksourienne, fortement intensif, à système phœnicicole, un peu productif ; mais durable. La taille des exploitations est assez morcelée, voire de faible taille (près de 0,5 ha), favorisant une agriculture de subsistance ou familiale. Le développement d'un système de production oasien, répondant à un double objectif : de la satisfaction de la population locale en produit maraichères à large consommation, et l'écoulement du surplus vers les marchés avoisinants des régions limitrophes ; qui peut être envisagé.

C'est un agro-système oasien de petite agriculture, de polyculture à trois étages de cultures (palmier dattier, arboricoles et cultures basses annuelles des maraichères et/ou fourragères légumières), associée à

l'activité de l'élevage familial ; mais menacé de disparition.

Toutefois, cet agro-système traditionnel connaît une profonde évolution au cours des dernières décennies. Cependant, l'agro-système oasien a été également bouleversé et se trouve confronté à plusieurs contraintes notamment:

- Les contraintes naturelles: comme l'ensablement, érosion éolien et hydrique, sécheresse accentuée, désertification, changement climatique.

- Les contraintes socio-économiques: vieillissement de la main d'œuvre, exode rural, problème du foncier, morcellement et réduction de la taille des exploitations et fragmentation des parcelles due à l'héritage,...

- Les contraintes culturelles : état de déperissement, vieillissement et régression du patrimoine phœnicicole, prolifération des adventices, maladies (bayoud et pourritures des inflorescences, dégâts des parasites de la cochenille blanche et de la pyrale), techniques de production

rudimentaire, introduction de nouvelles espèces et variétés, introduction de l'agriculture moderne, mise en valeur des terres, déclin des systèmes hydrauliques à *foggara*).

Cet agro-système oasis a montré leur pérennité et adaptabilité au cours du

temps ; malgré les contraintes naturelles sévères. Il demeure l'alternatif à encourager par son fonctionnement et ses bonnes pratiques agricoles (gestion rationnelle et partage de l'eau) diversifiées et complémentaires entre les cultures vivrières et l'élevage.

Remerciements

Je remercie tous ceux qui ont contribué à la réalisation de ce travail, particulièrement Pr Benniou Ramdane de l'Université Mohamed Boudiaf de M'sila.

Références bibliographiques

- [1] FAO, 2019 : Gestion adaptative et suivi des systèmes oasiens au Maghreb ; «Améliorer la gestion et le suivi du patrimoine naturel oasien tout en renforçant la résilience des populations locales». CA3276Fr/1/04.19. 6p.
- [2] Bouguedoura N. ; Benkhalifa A. ; et Bennaceur, M., 2010 : Le palmier dattier en Algérie : Situation, contraintes et apports de la recherche In : Biotechnologies du palmier dattier [en ligne].*Marseille : IRD Éditions*. DOI : 10.4000/books.irdeditions.10714.
- [3] Moulai A. et Yahaya A., 2019: Appui aux acteurs locaux pour un développement rural durable des oasis du sud algérien : Note d'actualité sur les Oasis d'Algérie. ENPAR Algérie.11p
- [4] D.U.A.C (Direction de l'Urbanisme, de l'architecture et de la Construction), 2016. Révision du plan Directeur d'aménagement et d'urbanisme de la commune d'Asla. Phase II. 148p
- [5] B.N.E.D.R. (Bureau National Etudes pour le Développement Rural), 1987 : Etude d'aménagement d'une zone steppique de 100 000 hectares dans la wilaya de Naâma, phase I : analyse de la situation actuelle de la zone de Tiout-Asla. Rapport numéro 1. 140p
- [6] Bouammar B., 2010 : Le développement agricole dans les régions sahariennes. Etude de cas de la région d'Ouargla et de la région de Biskra (2006-2008). Université Kasdi Merbah - Ouargla ; Thèse Doctorat en Sciences économiques.
- [7] Lasram M., 1990 : Les systèmes agricoles oasiens dans le Sud de la Tunisie. In : Dollé V. (ed.), Toutain G. (ed.). Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 11. Les systèmes agricoles oasiens. Montpellier : CIHEAM, : 21-27.
- [8] Kradi C.; Andriamainty Fils J-M.; Djeddou R.; Naït Merzoug S.; Nguyen V-T.; Ait Hmida A., 2002: Analyse des systèmes de production oasiens et des stratégies des agriculteurs dans la province d'Er-Rachidia Maroc du 20 avril au 19 juillet 2002. 139p.
- [9] Khene B., 2007 : Caractérisation d'un agrosystème eurasienn vallée du M'zab iGraal wilaya de Ghardaïa. Thèse de magistère ; spécialités phytotechnie: INA, Alger. 121p
- [10] Benniou R., 2008 : Les systèmes de production dans les milieux semi-arides en Algérie: analyse agronomique de leur diversité et des systèmes de culture céréaliers dans les hautes plaines Sétifiennes, Ed. Doctorat en Sciences Agronomique, ENSA (ex INA) El-Harrache, Alger.
- [11] D.P.S.B (Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires) de la wilaya de Naâma, 2019. Monographie de la wilaya de Naâma. 164p

- [12] D.P.S.B (Direction de la Programmation et du Suivi Budgétaires) de la wilaya de Naâma, 2006. Monographie de la wilaya de Naâma. 160p
- [13] Yerou H., 2013 : Dynamique des systèmes d'élevage et leur impact sur l'écosystème steppique : cas de la région de Naâma (Algérie occidentale). Thèse Doctorat en Foresterie. Département d'Agronomie et Foresterie. Faculté des Sciences de la nature de la vie et sciences de la terre et de l'univers. Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen. 122.
- [14] Boucherit H., 2018 : Etude ethnobotanique et floristique de la steppe à *Hammada scoparia* (Pomel) dans la région de Naâma (Algérie). Thèse Doctorat en Agronomie. Département des Sciences agronomiques. Faculté des Sciences de la nature de la vie et sciences de la terre et de l'univers. Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen. 175 p.
- [15] Djebaili S., 1984 : *Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien algérien*. OPU, Alger, 177 p.
- [16] Halitim A., 1985: Contribution de l'étude des sols des zones arides (hautes plaines steppiques de l'Algérie). Morphologie, distribution et rôle des sols dans la genèse et le comportement des sols. Thèse. Doct. Univ. Rennes. pp : 1-183comportement des sols. Thèse. Doct. Univ. Rennes. pp : 1-183
- [17] Benaradj A., 2017 : Étude phyto-écologique des groupements à *Pistacia atlantica* Desf. Dans le sud Oranais (Sud-Ouest algérien). Thèse Doctorat en Foresterie. Département des Ressources Forestières. Faculté des Sciences de la nature de la vie et sciences de la terre et de l'univers. Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen. 269.
- [18] Quézel P., et Santa S., 1962 : Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris : *Ed. C.N.R.S.* Vol1, 1170p.
- [19] IGN (Institut Géographique National), 1966 : Ain Séfra; topographie; 1/200000e. Feuille N°:NI-30-VI.
- [20] Cornet A. et Deleau P. 1951 : Carte Géologique au 1/500.000. Publiée par le service de la Carte Géologique d'Algérie.
- [21] D'hoore J. L. et Dutil P., 1963 : Carte des sols d'Afrique 1/5.000.000e. Feuille 6, Edition Institut Géographique Militaire, Bruxelles.
- [22] Ait Hmida A., 2003 : Systèmes de production et stratégies des agriculteurs dans les oasis de la région d'Errachidia au Maroc. *New Medit* n°(2). 37- 43.
- [23] Potin C., 2007 : Cadrage historique de l'irrigation en Algérie.
- [24] Séméga B. M., 2013 : L'agriculture irriguée, une alternative de salut, mais...!. *Quotidien Horizon* (Nouakchott) 30-01-2013, H2o Magazine.
- [25] Munier P., 1973 : Le palmier dattier; Collections techniques agricoles et productions tropicales, Ed G.P. Maisonneuve et Larousse, Paris (France), 221p.
- [26] Zenkhri S., 2017 : l'agriculture saharienne, Du système oasien traditionnel à l'établissement d'une conception d'économie de marché et de développement durable. Thèse de doctorat en Sciences agronomiques Université Abdelhamid Iben Badis de Mostaganem. 225p.
- [27] CIHEAH., 1996 : Le palmier dattier dans l'agriculture d'oasis des pays méditerranéens. *Options méditerranéennes, Série A, séminaires méditerranéens*, numéro 28: 63 – 79.
- [28] Kneyta M., Doulebeau S., 2010 : Le palmier dattier en Mauritanie. In : Aberlenc Bertossi Frédérique (ed.). *Biotechnologies du palmier dattier : actes du 3ème séminaire du réseau AUF-BIOVEG*. Marseille : IRD, 65-72. (Colloques et Séminaires). Séminaire du Réseau AUF-BIOVEG. Agence Universitaire de la Francophonie-Biotechnologies Végétales : *Biotechnologies du Palmier Dattier*, 3, Montpellier (FRA), 2008/11/18-20. ISBN 978-2-7099-1691-2

- [29] Benziouche S. et Chehat F., 2010 : La conduite du palmier dattier les palmeraies des Zibans (Algérie) quelques éléments d'analyses. *Euro Journals Publishing*: 644-660.
- [30] Amrani Y., 2002 : Comportement d'un stock de la pâte de datte traitée par thermisation en atmosphère modifié et au froid. Mémoire d'ingénieur d'état en agronomie, Mostaganem, 16p.
- [31] D.G.F (Direction Générale des Forêts-Alger), 2003. Les Oasis de Moghrar et Tiout, Wilaya de Nâama. Fiche descriptive sur les zones humides Ramsar. 9p.
- [32] Mahmoudi S., 2014 : Caractérisation et évaluation des systèmes de culture dans la wilaya de Naâma. Université Abou-Bekr Belkaid Tlemcen. Mémoire de Magistère en agronomie. 110p.
- [33] Benziouche S., 2006 : l'agriculture dans la vallée de oued Righ ; Quelques éléments d'analyse. *Revue des sciences humaines*, Univ de Biskra Algérie n°10, 100-112.



Conservatory Management of Natural Resources in the Naâma Region (Southwest Algeria)

Hafidha Boucherit¹ · Abdelkrim Benaradj¹ · Abdelkader Bouderbala²

Received: 11 February 2021 / Revised: 16 September 2021 / Accepted: 16 September 2021
© The Author(s), under exclusive licence to Springer Nature Singapore Pte Ltd. 2021

Abstract

This work was carried out in the Naâma area to determine the appropriate techniques for natural resource conservation of the agricultural holdings surveyed in this region. The results show that combining the mechanical methods (threshold in gabion, threshold in dry stone and hillside reservoirs) and the biological ones (setting in defense, reforestation, rustic planting, etc.) can give the best result to conserve the natural resources. The investigation carried out with farmers of thirty farms allowed us to determine some peasant of water and soil conservation techniques (WSCT) implemented in this area, notably basins, segua, mulching, and dry stonewalls. On the other hand, some thresholds were practical and very well adapted to the physical conditions of this region. Still, they are partially degraded due to the influence of intense rainfalls and violent winds, which usually require normal controls after each hydrological event. The average cost to install a complete system of natural resource conservation in this area (torrential corrections and biological plantation) could be estimated from 1200 to 4000 DZD/m³. The sensitization of people in the fight against any factor of land and environmental degradation is significant because this precious heritage that constitutes the land requests their participation in the various development programs on these steppe areas.

Keywords Conservation techniques · Gabion · Dry stonewall · WSCT · Naâma

Introduction

In Algeria, soil degradation is very advanced, and every year significant quantities are lost and moved by water and wind towards other places. Land degradation is a process that reduces the agricultural productivity of soils or reduces its effects as natural resources [1]. The triggering of this phenomenon was also due to the soil working [2]. Intensification of agriculture can lead to soil degradation and erosion, but land abandonment can also. Uncontrolled human,

agricultural, pastoral, or forestry activities certainly play an essential role in accelerating the soil erosion process in its different forms (water and wind erosion) [3–8]. Neither fruit tree plantations, extensive cereal crops, nor grazed fallow land provides sufficient soil protection in the rainy season [9, 10]. The depleted and poorly covered soils are defending themselves against the aggressiveness of runoff [11, 12], to deal with this problem and maintain the environmental balance in the catchment area. The most appropriate method is the implementation of numerous techniques of water and soil conservation, which correspond to the whole range of mechanical, biological, cultural, and agronomic practices, as well as the sensitization of rural populations to improve the management of natural resources and the success of the conservation techniques implemented [13]. In this context, enormous studies about soil conservation and development have been undertaken in the Naâma steppe. These rich and fragile steppe areas have a continuous degradation process, which affects the regression of the vegetation cover, primarily through overgrazing, and under the risk of water erosion and silting phenomena, in both urban and rural areas as in road infrastructures and farms.

✉ Hafidha Boucherit
boucherit@cuniv-naama.dz

Abdelkrim Benaradj
kbenaradj@yahoo.fr

Abdelkader Bouderbala
bouderbala.aek@gmail.com

¹ Laboratory of Sustainable Management of Natural Resources in Arid and Semi-Arid Areas, Salhi Ahmed University Center of Naâma, Naâma, Algeria

² Department of Earth Sciences, University of Khemis Miliana, Khemis Miliana, Algeria



Fig. 1 Geographical location of the Naâma area study

This work aims to propose a typology of water and soil conservation techniques (WSCT) in the Naâma region, with the erosion process. A survey within farmers and forest services was carried out to determine the dimensions, materials, implementation costs, and efficiencies of WSC and specify their links with the agro-ecological conditions of the region.

Material and Methods

Study Area

The province of Naâma is part of the high southern plains. It lies between $32^{\circ} 08' 45''$ and $34^{\circ} 22' 13''$ north, and

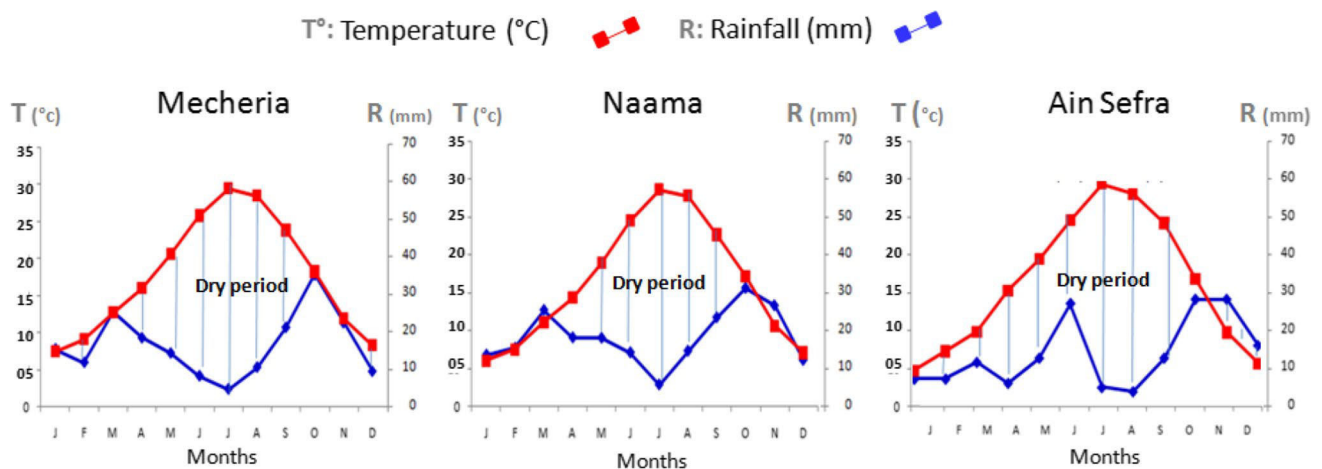


Fig. 2 Ombro-thermal diagram of Bagnouls and Gaussen between 1990 and 2014 in stations (Mécheria, Naâma, and Ain-Sefra) [17, 19]

between 0° 36' 45" and 0° 46' 05" west. It is located between the Tell and the Saharan Atlas, in its western part (Fig. 1). The region of bounds is:

- to the north by Tlemcen and Sidi Bel Abbès,
- to the east by El-Bayadh,
- to the south by Béchar,
- to the west by the Algerian-Moroccan border.

This province has a population estimated at 268,721 inhabitants (in 2016), with an average growth rate of 5.44% [14].

Vegetation

A steppe physiognomy describes the natural vegetation of the study area except in the mountains where the remains of primitive forests cut down by man and we find *Pinus halepensis* and *Juniperus phoenicea*. A part from these forest species, according to Pouget [15], the steppe vegetation often appears monotonous, based on esparto grass (*Stipa tenacissima*, *Lygeum spartum*) and/or perennial chamaephyte (*Artemisia herba alba*, *Artemisia campestris*, *Heli-anthemum hirtum*), and according to FAO [16] any removal or degradation of the vegetation cover or plant residues that protect the soil on the surface is the main cause of wind erosion.

The appearance of the steppe changes with the rainfall gradient and the nature of the soil. For example, the southern Oranian steppe is dominated by the following plant formations:

- Esparto grass steppe (*Stipa tenacissima*);
- Sagebrush steppe (*Artemisia herba alba*);
- Spartum steppe (*Lygeum spartum*);
- Halophyte steppe (*Hammada scoparia*);
- Psammophyte steppe (*Retama raetam*, *Thymelaea microphylla*).

Climate

The regional hydrological regime in the region of Naâma can be divided into two main seasons: a cold and relatively wet season and a hot and dry season. The examination of the climatic data allowed us to establish the ombro-thermal diagrams for this region. So, based on the two climatic stations of Mécheria and Naâma indicate 7 to 8 dry months, generally from March to October (Fig. 2); however, the station of Ain-Sefra located in the south of Naâma (Fig. 2) showed a long duration for the dry season (10 to 11 months), ranging from January to October [17–19].

The rainfall quotient is applied to the Mediterranean and Northern Sahara countries and considers the annual

variation of temperatures. Climatic data revealed that the three stations of Naâma, Mécheria, and Ain-Sefra are classified on the upper arid and cold winter periods.

Potentiality of Water Resources in the Region Naâma

The region of Naâma has a significant essential wealth of surface water resources but above all underground (rivers and wadis, reserves of chotts El-Chergui and El-Gharbi, underground water reserves...) [20]. It contains significant underground water potential that has been little exploited, especially in the steppe plains around the chotts (El Chergui and El Gharbi), in the Naâma syncline, and the valley of Ain-Sefra-Tiout [20, 21]. It has relatively large water resources and benefits from many natural assets: heavy rains, a mountain water tower with large infiltration areas and snow-capped peaks, perennial rivers, and large underground aquifers continental intercalary (Albien) [21].

Naâma region has relatively large water resources and many natural advantages: rather large rains, a water tower mountainous with large areas of infiltration and the snowy peaks, perennial rivers, and primary groundwater [22].

Methodological Approach

The steppe constitutes a fragile environment for the degradation of the vegetation cover and the anthropic effects of land use constitute supplementary factors that generate erosion. To achieve our objective in the study area, we adopted a global working approach based on four components:

- The choice of sites in coordination with the administrative services of Naâma;
- The operations of exploration, observation in the field, and the collection of data;
- The analysis of different systems of WSC to evaluate their effectiveness.

The Choice of Sites

The choice of sites was based on some parameters, such as water and soil conservation techniques. The implementation of these systems was created by public services or developed by farmers. We reported that the forest conservation services and the High Commission for the Development of the Steppe (HCDS) of the province of Naâma as well as the district of the forests of Mécheria and Ain-Sefra take care of this mission.

Exploration and Observation Trips

Some surveys of a few selected sites gave us a global overview of the different techniques used in the study area. Direct observation in the field has led us to understand the conditions of works carried out, the dimensions of structures, and the dimensions of structures, and they enabled us to see the efficiency of some anti-erosive systems.

Survey with Farmers

We conducted surveys on 30 farms over 3 months. They were carried out using a questionnaire which was established to collect as much information as possible about the farm, farming practices, traditional and modern conservation techniques, and the constraints experienced and problems faced by farmers.

Results and Discussion

Erosion is a complex phenomenon that contributes to the disappearance of good soils under wind and water. The risks of erosion in the Naâma region are mitigated by applying water and soil conservation techniques (WSCT).

Mechanical Installations

Torrential Correction

Table 1 shows some works about the torrential correction used for water and soil conservation in the Naâma region.

Table 1 Some anti-erosion works installed on the Naâma region [23]

Technique	Region	Disclaimers	Efficiency	Year	Cost (DZD)	Sustainability
Gabion sills	Oued Founassa (Djeniene-Bourezg)	L: 10 m l: 2 m H: 1 m V: 20 m ³	Very effective	2010	1400–4000	Sustainable
	Oued Ouarka	L: 30 m l: 8 m H: 1 m V: 240 m ³	Effective	2010	1400	
	Ben yakhou (Ain-Sefra)	L: 68 m l: 2 m H: 1 m V: 204 m ³	Very effective	2010	4000	
	Hassi-labyad	L: 1000 m l: 1 m H: 1 m V: 1000 m ³	Effective	2015	4000	
	M'ssif (Naâma)	L: 1000 m l: 1.50 m H: 1 m V: 1500 m ³	Moderately effective	2013	1950	
	Djeble Antar (Mécheria)	1) L: 40 m, l: 5 m, H: 1 m 2) L: 45 m, l: 4 m, H: 1 m 3) L: 50 m, l: 3 m, H: 1 m V: 530 m ³	Effective	2010	3000	
	Asla	L: 38 m l: 8 m H: 1 m V: 304 m ³	Effective	2007	1400–4000	
Dry stone sills	Asla	L: 100 m l: 1 m H: 1 m V: 100 m ³	Effective	2010	1200	
	Ouarka	L: 9 m l: 2 m H: 1 m V: 18 m ³	Effective	2007	1200	Weak

Fig. 3 Gabion sills to control erosion in the different sites of the Naâma region (**a** Messif, **b** Ouarka, **c** Hassi Labyadh, **d** Djebel Antar)

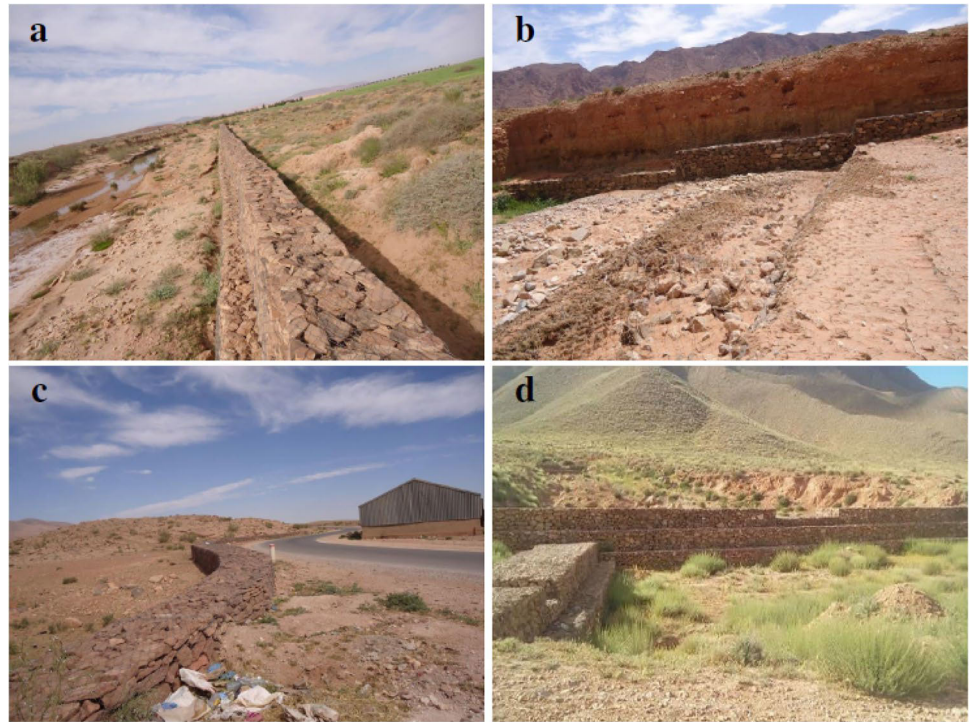


Fig. 4 Dry stone sills in the region of Naâma (**a** Ouarka, **b** Asla)



Table 2 Effectiveness of three types of thresholds on gullying [24]

Type of sill	Gabion	Dry stone	Wire mesh
Sediment capture	Very fast	Fast	Fast
Sustainability	Fragile	Fragile	Most sustainable
Cost (FF)	500 FF/m ³	400 FF (or 75%)	125 FF or 25%

L length, W width, H height, V volume, DZD Algerian Dinars.

The two techniques used according to the data provided by the forest services are gabion walls and dry stone walls. Each system has its characteristics in terms of size, efficiency, and durability.

According to Tacnet et al. [24], a system is considered adequate if its capacity to protect soil is in line with its design objectives.

Gabion walls are efficient and moderately durable, with a high cost (labor costs, building materials, transport, etc.), and require maintenance that determines their lifespan (Fig. 3).

The field trips allowed us to observe that gabion sills are used to fix gullies, mainly near roads, to limit sand's advance and slow down runoff into agricultural lands, especially near the streams. According to Roose et al. [25], these gabions fix the sediments very quickly (in 2 or 3 floods). Still, they can also be rapidly destroyed promptly under the piping phenomenon, tunnels dug by the falling energy of runoff water if energy dissipaters do not defend them. The majority of the observed gabion walls are perfectly adapted to this region's

Table 3 Hydraulic systems used in the Naâma region during the period 2002–2006 [29]

Daira	Commune	Type	Number	Capacity (m ³)	Height (m)	Year of completion
Mécheria	Ain Benkhelil	Water bund	2	550,000		2004
		Retained	1	2,517,535	5.8	2006
		Hill reservoir	9	510,000	3 and 4.5	2004–2006
		Diguette	1	90,000	3.5	2006
	Mécheria	Water bund	1	80,000	5.50	2004
		Diguette	1	90,000	3.95	2005
	Biodh	Water bund	3	505,000	5 and 6.57	2005
		Hill reservoir	9	335,000	2 and 5.50	2003–2006
	M Ben Amar	Retained	1	2,036,737	7.82	2004
		Hill reservoir	6	245,000	3 and 4.50	2004–2005
Asla	Kasdir	Water bund	4	2,043,360	1 and 5.20	2003–2006
		Retained	1	1,000,000	5.85	2004
		Hill reservoir	6	187,000	1.50 and 4	2004–2006
		Diguette	1	133,000	3.73	2005
	Asla	Water bund	2	44,952	6.5	2003
		Hill reservoir	5	213,000	1.5 and 5.84	2002–2006
	Naâma	Water bund	2	208,000	6.59 and 7.70	2005–2006
		Diguette	1	36,000	2.60	2005
		Waterhole	5	164,000	1 and 5.60	2003–2006
	Ain Sefra	Diguette	2	388,660	3.50 and 4.25	2006
Sfissifa	Tiout	Hill reservoir	2	106,896	5 and 5.50	2005
		Hill reservoir	4	150,092	4 and 5.75	2004–2005
		Diguette	1	78,888	5.52	2005
	Sfissifa	Water bund	5	1,382,025	5 and 6.50	2004–2006
		Retained	1	9,642,250	10	2006
		Hill reservoir	4	211,253	4 and 6.55	2004–2006
	Dj Bourezg	Diguette	3	194,364	4.40 and 7.50	2004–2006
		Water bund	2	245,000	5 and 6.25	2006
		Diguette	2	105,000	4.70	2004–2005
	Moghrar	Water bund	1	55,000	4.50	2006
		Diguette	6	446,000	2.67 and 7	2004–2006

climate and soil conditions. Adaptability is a concept recently introduced for torrential correction [6], which consists of characterizing the capacity of torrential correction structures to be convenient to the conditions of the natural environment

while playing its role. The survey leads us to say that the weirs are adopted only for some anti-erosive systems.

The dry stone walls implemented in Asla, Ouarka, and Oued Ouarka sites are less expensive than gabion sills but

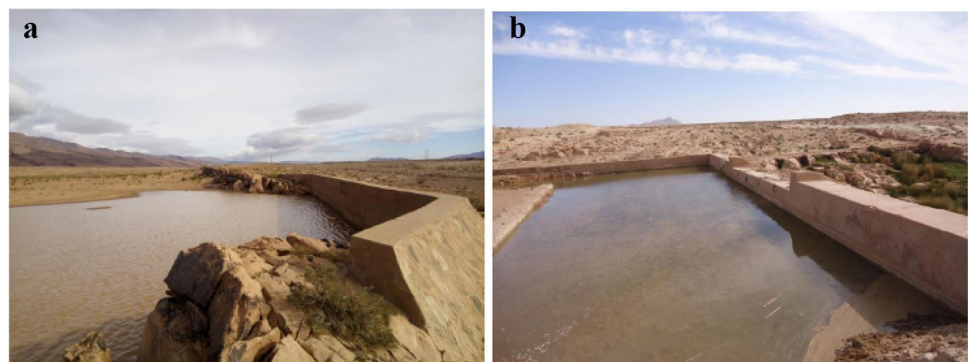
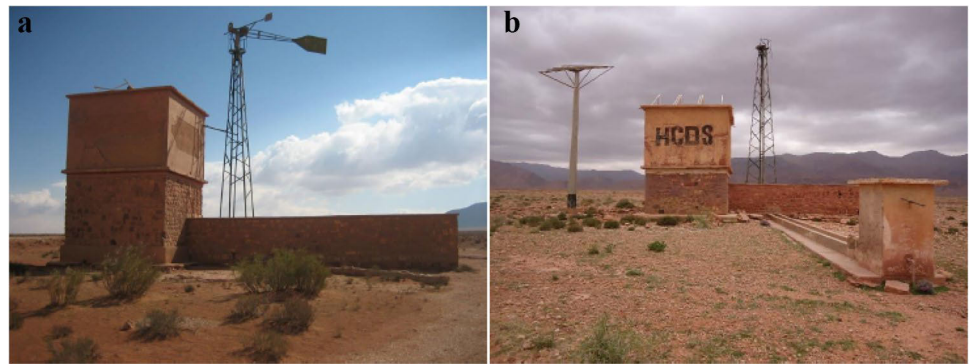
Fig. 5 Diguette in the Naâma region (**a** Founassa, **b** Messif)

Fig. 6 Drilling carried out by HCDS services completely degraded (**a** Moghrar; **b** Tiout)



require time and qualified personnel to collect stones and build walls. Sogetha [26] said that the dry stone walls constitute a barrier for the sediments and a filter that passes water, and also minimize the speed of surface water flow, which increase the infiltration of water towards the soil, and decrease the suspended fine soil particles mobilized from upstream slopes (Fig. 4).

The dry stone weirs visited on the different sites in the Naâma region were fragile and had a very short lifespan. They were built with weak stones that decompose rapidly under the effect of water and climate conditions. The small stones used to realize the weirs system were moved by water (high flows), and the structures were quickly destroyed. According to Burchard [27], the quality, form, and size of stones used to construct weirs are parameters that determine the lifespan of these systems (Table 2).

In Naâma region, Melalih [28] confirmed that gabion sills are the most used (96%) for WSCT, while the rest (4%) are with dry stone cordons.

Hydraulic Weirs In the Naâma region, the High Commission carried out work about water and soil conservation (Table 3) for the development of steppes during the period 2002–2006, which was generally based on systems: hill reservoir, diguette (bund, small dam), and water bund.

Table 4 Biological management used in the province of Naâma [23]

Biological management	Cultivated surface (ha)
Green band and belt	2145
Reforestation and shade grove	2058.5
Dune fixation	13,127
Pastoral plantations	564
Fruit plantation	3014
Fencing	422,000

The different observed water and soil conservation techniques are mainly realized with mechanical structures that store sediments and slow down runoff flows. Dikes and canals realized parallel to the contour lines were made with soils, stones, and beaten earth [30]. Dikes in small dams are probably the most common system for artificial water storage (Fig. 5).

The mobilization of surface water through three hilly reservoirs across the province's territory is generally intended for irrigation and livestock watering [21].

These structures can trap large quantities of water and sediments [31]. The water diversion and collection channel system called *segua* (irrigation by canal), observed in Messif region, is made by a cemented and arranged stones that allow water to be distributed on the agricultural land (Fig. 6).

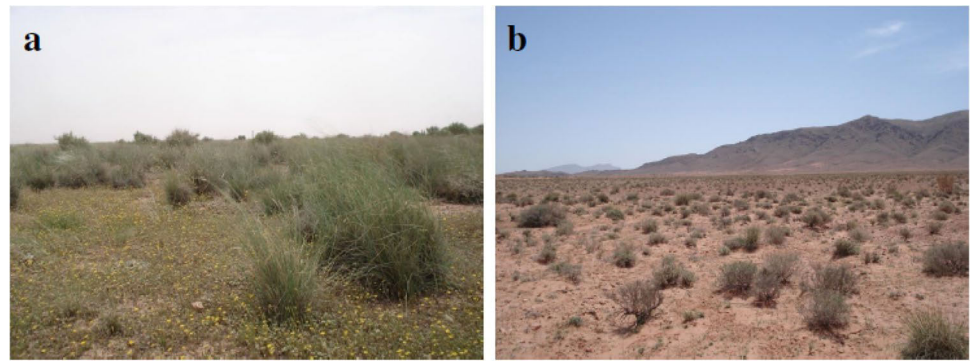
These hydraulic systems (dykes, dams, boreholes, etc.) are effective structures that control rainfall and runoff, which can be used later to irrigate farmland or even for livestock watering.

Biological Developments The conservation strategies used to protect steppe areas in the Naâma are mainly the defense of rangelands, reforestation, fodder plantations, dune fixation, and the development of arboriculture (Table 4).

The biological developments carried out in the Naâma region differ from one commune to another. We found that the fixation of dunes alone, which covers 13,127 ha, and a fruit plantation covering 3014 ha, constitutes an important component of agrarian space and land management. According to Boucherit et al. [32], the development of fruit arboriculture in mountain areas is likely to stabilize erosion processes, restore the plant cover, and open a new way of agricultural diversification and a new source of income.

The cultivation of fodder species to meet the needs of the livestock started from an exciting idea that has deteriorated under the influence of overgrazing and other biological techniques. The development of species production must

Fig. 7 Biological management
(**a** Abdelmoulah; **b** Zaboudja)



necessarily involve land improvement work and soil amendment to enrich them and increase their yields [33].

The decrease in the vegetation cover in this steppe promoted the movement of dunes under the wave action and wind erosion.

Thus, silting and dune movement affecting the steppe regions are the desertification problem's locomotive parameters. A continuous regressive evolution reflects the degradation of plant groups in arid and semi-arid environments under natural and anthropogenic conditions [34, 35].

According to Benkhaloun and Adjadj [36], the choice of plant species is mainly based on the following criteria:

- Ecology of the plant species and their adaptability with the soil and climate.

In coordination with the citizens of these rural areas, the presence of goals in the area guarantees the success of these plant species and the project (Fig. 7).

According to the work of Benaradj and Boucherit et al. [37–39], on the steppe of Naâma, the biological techniques

Table 5 Results of the survey carried out on 30 farms

Questions	Data	
Surface (ha)	S < 5 ha	43%
	5 < S < 10 ha	50%
	S > 10 ha	7%
Type of operation	Individual	73%
	Group	27%
Tillage	Tillage	96.67%
	Half-direct	3.33%
Installation of anti-erosion systems	Traditional (e.g., basin, dry stone)	86.67%
	Modern (e.g., gabion sill)	13.33%
Mulching	Yes	13.33%
	No	86.66%
Fallow land	Yes	3.33%
	No	96.66%
Use organic manure	Yes	83.33%
	No	16.66%
Raising animals	Yes	63.33%
	No	36.66%
Water	Drilling	66.66%
	Well	20%
	Hill reservoir	6.66%
	Source	3.33%
	Wadi	3.33%
Water use (irrigation, watering of livestock)	Irrigation	100%
Installation of hydraulic works	Traditional	26.67%
	Modern	73.33%

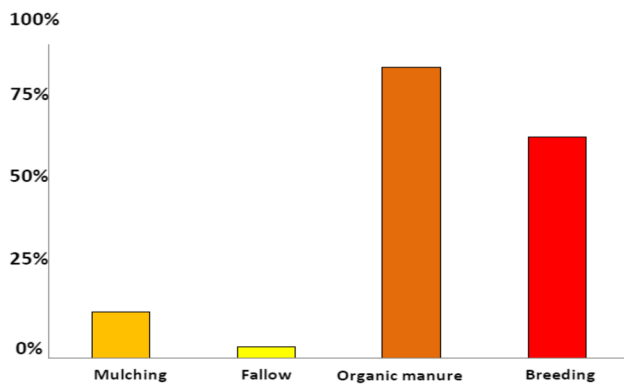


Fig. 8 Some biological techniques practiced in this area

of defending have a positive impact in terms of biological ascent. The setting in defense allows a quantitative and

qualitative increase of the floristic richness, a development of the pastoral species, particularly the therophytes. These results show significant phytomass and relatively high vegetation cover. The floristic composition is very diverse. Defending has an improving aspect of the soils; it has been demonstrated that this regeneration translates into a remarkable improvement in the soils' physical (texture) and chemical (organic matter) characteristics.

Result of the Survey with Peasant

Peasants lead a simple life, often expressed by adopting a traditional livestock way to address immediate needs. The cultural practices still present preserve an important agro diversity.

Based on the survey conducted with farmers and their own lifestyle environment, the results reveal a certain

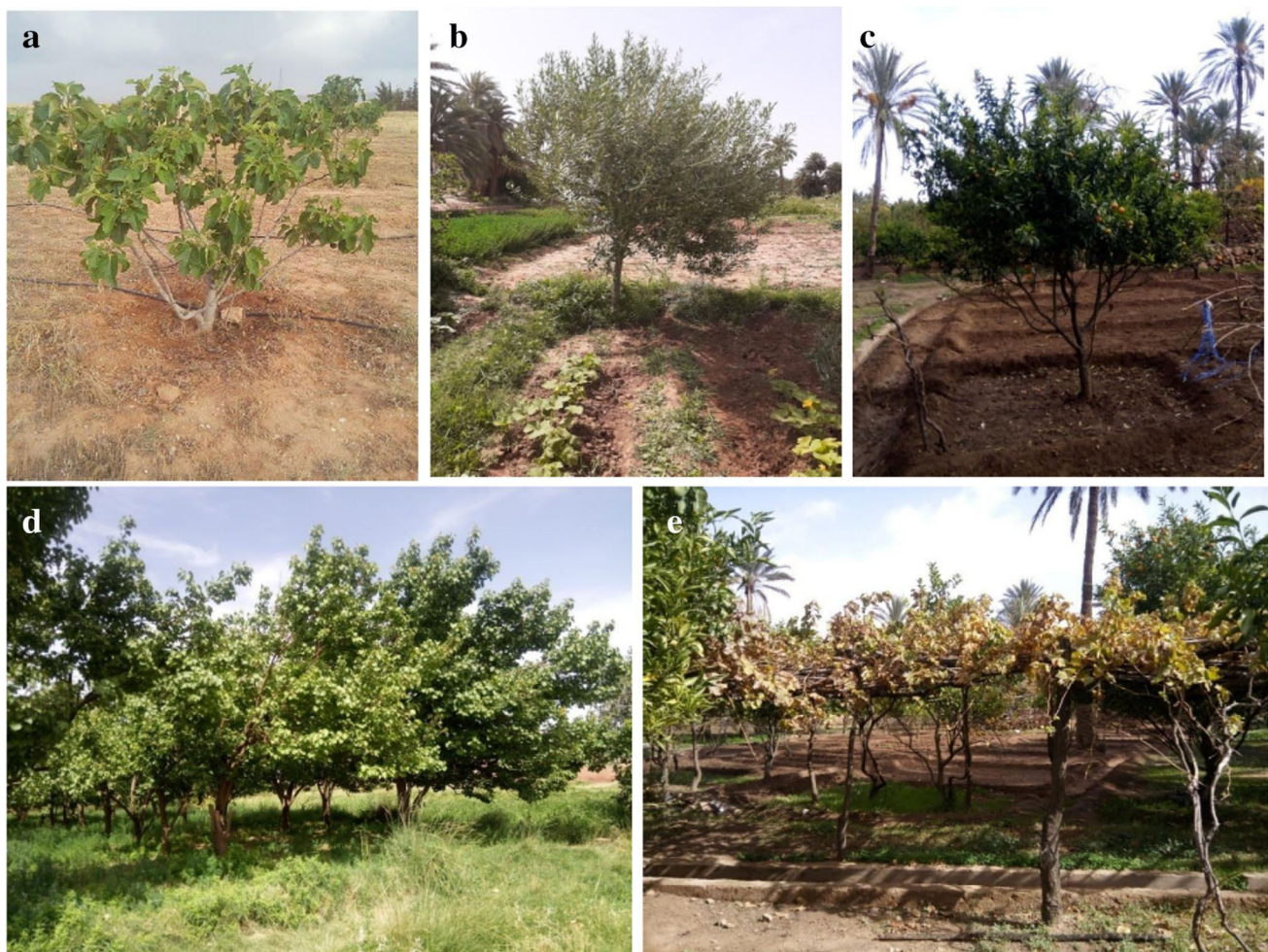


Fig. 9 Half-moon basin around fruit trees in Naâma (fig tree, olive tree, orange tree, apricot tree, vine tree)

heterogeneity in terms of the area farmed and the availability of means of production and the WSCT used (Table 5).

To get a clear idea about agricultural farms in the Naâma region, a questionnaire was performed with farmers who are ages over 50 years old.

Thus, more than 50% of the surveyed agricultural farms are average sizes between 5 and 10 ha. The legal nature of land ownership is individual (73%). Most farmers (73%) carry out superficial tillage, especially for annual and biennial crops, while deep tillage is reserved for arboriculture. However, some farmers prefer semi-direct tillage without tillage.

It should be noted that tillage practices directly bear the potential for wind and water erosion and soil quality, especially as it relates to the maintenance of soil organic matter. This includes the depth, direction, period of tillage, the type of equipment used, and the number of passes. Tillage is considered a way to limit erosion if it is realized in the best way, with vegetation cover on the soil surface. Barthes et al. [40] estimate that runoff and soil losses are higher in plowed plots, lower in no-till, and intermediate in shallow tillage.

Summer fallow and mulching are practiced less than 15%. Fallow is a very traditional technique and has a marked influence on erosion reduction if it is managed well [41]. Indeed, according to Wischmeier and Smith in Roose [42], even low-dose mulching (2 to 6 t/ha) can reduce erosion problems by 95%, whereas burying biomass as green manure can only reduce them by 5%.

Nicou [43] found a better effect when burying crop residues than leaving the residue on fields. On the other hand, when we make the tillage operation, we can create naked soil, aggravating erosion.

Furthermore, FAO [44] has pointed out that biological techniques (soil cover, use of fertilizers, mulching, cover crops, rotations, etc.) are more efficient than mechanical techniques, which are very expensive and difficult to maintain. Therefore, these types are aimed at stabilizing water-courses, watersheds and mitigating excess precipitation.

Pastoralism is the main activity in this area, where 63.33% of farmers practice animal breeders, and 83.33% use organic manure for land enrichment as fertilizers. It should be noted that no soil or water analysis has been carried out (Fig. 8).

Techniques Developed by Farmers

In the field, we can see that farmers are aware of soil degradation and try several times to develop techniques to safeguard this heritage. The various WSCT carried out by farmers are created to store and manage rainfall and prevent soil loss caused by runoff.

The most widespread practice in the study area is the plantation of arboriculture on steep slopes and the installation of small infiltration basins at the foot of the trees, either circular or half-moon shaped, to facilitate infiltration towards the roots (Fig. 9).

Fig. 10 Traditional irrigation system by seguia (a Asla, b Moghrar)



Fig. 11 Gully erosion corrected by a gabion sill (**a** face, **b** profile)



All these elements and indicators can promote the development of agricultural productivity in this region. This can be done without omitting opportunities to announce the availability of water for the population. The availability of this element can contribute to the settlement of rural people and improve their living conditions and economic activities (mainly agro-pastoral) [22].

Regarding the irrigation water sources, we indicate that water comes from several sources: 70% from drilling, 20% from traditional wells, and 10% from ponds. Thus, the farmers practice traditional systems for irrigation of their crops through canals and seguia (Fig. 10), which cause considerable water losses. For example, in the region of Tiout (south of Naâma), the farmers are receptive to water management because they use a traditional distribution system [45, 46].

In contrast, farmers with sufficient financial means use drip and sprinkler systems for irrigation.

Techniques Put in Place by the Public Authorities

In the region of Naâma, and precisely on agricultural lands, WSCT structures implanted were adapted according to some conditions, such as the relief and the availability of stones. Whether through the system of dry rocks or gabion walls, they have been built after a request made by farmers and sent to the forest services of the province of Naâma, where they explain the constraints and problems encountered on their farms (Fig. 11).

A public technical authority deals with all applications with the coordination of farmers benefiting from these

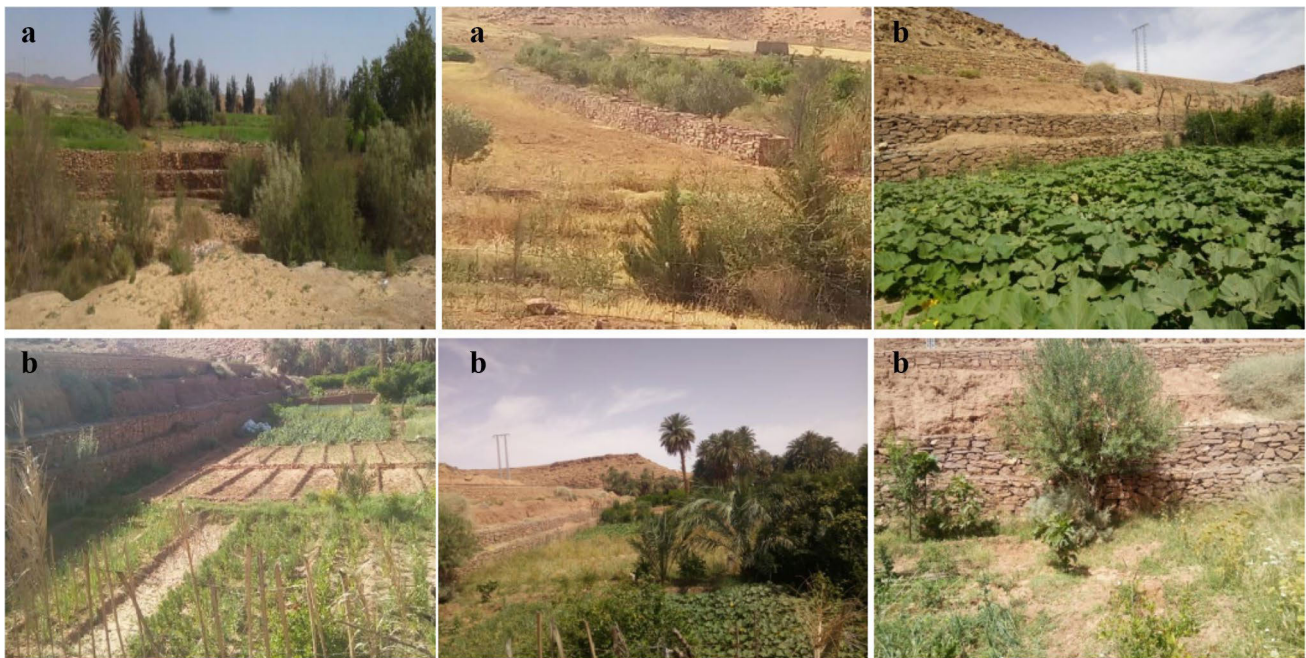


Fig. 12 Different WSCT introduced by forest conservation services in the province of Naâma (**a** Messif; **b** Asla)

Fig. 13 Stone cordons in the agricultural land of Mécheria



anti-erosive systems. This WSCT was mainly realized with gabion sills (Fig. 12), for the main reason is to protect farmlands against flood risks.

Currently, we indicate that in the majority of farmlands visited, we found the most practiced WSCT by farmers on their cultivated fields, which are the cordons of stones. The implementation of this system by farmers is primarily free and without any technical assistant (Fig. 13).

Conclusion

The steppe is a rich and fragile environment due to the degradation of the steppe vegetation cover and the irrational use of lands, which are the factors generating erosion.

This study was interested in the WSC techniques applied in the Naâma region. The surveys were conducted with farms in different areas (Asla, Mécheria, Ain-Sefra) to determine the state of the two anti-erosion systems (mechanical and biological).

The survey diagnostic of these systems on the study region shows that the weirs (made with gabion and dry stone) are not put in place for all anti-erosive systems. These WSCT are characterized by shortcomings (implementation without prior study, no determination of priority areas for intervention, lack of monitoring, and maintenance due to the lack of awareness of rural societies). Sustainability consists of involving the populations more closely for the action.

Surveys with farmers confirm that lot of lands in this region were degraded and gullied after each rainfall. They are ready to develop traditional conservation techniques, e.g., basin and seguia, to minimize erosion. These systems help to save and keep what remains of good agricultural lands. Therefore, it is necessary to prioritize these methods and strategies of soil and water conservation because they are the best way to keep the agro-ecological conditions and socio-economic characteristics of the Naâma region. So, to have the desired results, it is essential to take into account a set of diseases such as:

- The state of soils: texture, depth, structure, etc.
- The aspect of surface: slope, relief, porosity, and land on the surface;
- Climatic context: temperature, hail, rainfall, and insolation.

Finally, water and soil conservation is therefore essential to protect the natural resources of this region. This technique of land use and of erosion treatment lead to the protection of soil and water and at the same time to increase rates of agricultural productivity.

Declarations

Conflict of Interest The authors declare no competing interests.

References

1. Barrow CJ (1991) Land degradation: development and breakdown of terrestrial environments. Cambridge University Press, New York, p 295p
2. Zaghoulane O, Abdellaoui Z, Houassine D (2006) Quelles perspectives pour l'agriculture de conservation dans les zones céréalières en conditions algériennes?. Options Méditerranéennes, Série A, Numéro 69, CIHEAM-IAMZ, Zaragoza (Espagne), 183–187
3. Heddadj D (1997) La lutte contre l'érosion en Algérie. Bull Réseau Erosion 97:168–175
4. Laouina A (1998) Dégradations des terres dans la région méditerranéenne du Maghreb. Bulletin. Res. Eros. 19. IRD. Montpellier. 152–168
5. Hien E (2002) Effet de la déforestation et de l'érosion sur le statut organique du sol: cas d'un sol ferrugineux tropical sableux du SO du Burkina Faso. Résumés des actes du Coll. Intern gestion de la Biomasse, Erosion et Séques. du Carbone, Montpellier. p83
6. Mazour M (2004) Etude des facteurs de risque du ruissellement et de l'érosion en nappe et conservation de l'eau et du sol dans le bassin versant de l'Isser: Tlemcen, Algérie. Thèse de Doctorat. Univ. De Tlemcen, 131
7. Morsli B, Mazour M, Mededjel N, Hamoudi A, Roose E (2004) Influence de l'utilisation des terres sur les risques de ruissellement et d'érosion sur les versants semi-arides du Nord-Ouest de l'Algérie. Sécheresse 15(1):96–104

8. Roose E, De Noni G (2004) Recherche sur l'érosion hydrique en Afrique: revues et perspectives. *Sécheresse* 15(1):221–229
9. Masson JM (1971) L'érosion par l'eau en climat méditerranéen. Méthodes expérimentales pour l'étude des quantités de terre érodée à l'échelle du champ. Thèse Doct. Ing USTL Montpellier, 213
10. Arabi M, Roose E (1989) Influence de quatre systèmes de production sur l'érosion en zone méditerranéenne de moyenne montagne algérienne. *Bull Réseau Erosion* 9:39–51
11. Laouina A (1992) Recherches actuelles sur l'érosion au Maroc. *Bulletin du Réseau Érosion* 12:292–299
12. Mazour M (1992) Les facteurs de risque de l'érosion en nappe dans le bassin versant de l'oued Isser: Tlemcen, Algérie. *Bull. Réseau Erosion*, 12
13. El Abassi H (2000) Le savoir-faire des populations locales et gestion des eaux et des sols dans une moyenne montagne méditerranéenne semi-aride. Rif oriental (Maroc). *Bulletin Réseau Erosion* 20:399–428
14. DBMM (Department of Budgetary Programming and Monitoring of the wilaya of Naama) (2017) Monographie de la wilaya de Naâma. 160
15. Pouget M (1980) Les relations sol-végétation dans la région sud Algéroise. Travaux et documents de l'O.R.S.T.O.M. N°16/555p
16. FAO (Food and Agriculture Organisation of the United Nations) (1960) La défense contre l'érosion éolienne. Rome, 99
17. Benaradj A (2017) Étude phyto-écologique des groupements à *Pistacia atlantica* Desf. Dans le sud Oranais (Sud-Ouest algérien). Thèse Doctorat en Foresterie. Département des Ressources Forestières. Faculté des Sciences de la nature de la vie et sciences de la terre et de l'univers. Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen. 269
18. Boucherit H (2018) Etude ethnobotanique et floristique de la steppe à *Hammada scoparia* (Pomel) dans la région de Naâma (Algérie occidentale), Thèse de Doctorat. Département d'Agronomie. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Abou Bakr-Belkaid Tlemcen. 175 p +Annexe
19. Benaradj A, Boucherit H, Bouderbala A, Hasnaoui O (2021). Biophysical effects of evapotranspiration on steppe areas: a case study in Naâma region (Algeria), climate issues in Asia and Africa - examining climate, its flux, the consequences, and society's responses, Dr. John P. Tiefenbacher, Intech Open, <https://doi.org/10.5772/intechopen.97614>. Available from: <https://www.intechopen.com/chapters/77198>
20. Benaradj A, Boucherit H, Kadri A, Baghdadi D, Aibout F (2015) Les enjeux environnementaux des ressources en eau dans la région de Naâma (Algérie occidentale). Acte du 3ème Colloque International sur la Géologie du Sahara Ouargla le 09 et 10 Décembre 2015: 19-24
21. Benaradj A, Boucherit H, Merzougui T. (2020) Water resources, state of play, and development prospects in the steppe region of Naâma (western Algeria). In: Negm A.M., Bouderbala A., Chenchouni H., Barceló D. (eds) Water resources in Algeria - part II. The handbook of environmental chemistry, vol 98. Springer, Cham. http://doi-org-443.webvpn.fjmu.edu.cn/10.1007/698_2020_537
22. Benaradj A, Boucherit H, Boulassel A, Mederbal K, Aibout F, Baghdadi D (2014) Challenges of water resource management in the semi-arid region of Naâma (western Algeria). *Int J Environ Water* 3(5):138–146
23. CF (Conservation des Forêts) (2017) Etude du plan d'aménagement du territoire de la wilaya de Naama
24. Tacnet J-M, Curt C, Richard D, Rey B (2011) Efficacité des ouvrages de correction torrentielle: indicateurs basés sur la sûreté de fonctionnement, Annales du bâtiment et des travaux publics, n°4–5, 78–86
25. Roose É, Chebbani R, Bougousa L (1999) Ravinement en Algérie. Typologie, facteurs de contrôle, Quantification et réhabilitation. *Bull. Res. Eros. N°19. IRD. Montpellier.* 122–134
26. SO.GE.T.HA., 1968- Les ouvrages en gabions, techniques rurales en Afrique, 58 p.
27. Burchard H (1977) Ouvrages et méthodes de correction de ravins. FAO, Rome
28. Melalih A (2011) Analyse des techniques de conservation de l'eau et du sol dans la zone aride cas bassin versant d'Ain Sefra. *Mém. Mag. Systèmes de cultures intégrés et gestion conservatoire.* Univ. Tlemcen. 133pages +annexes
29. HCDS (High Commission for the Development of the Steppe) (2007) Hydraulic systems used in the Naâma region during the period 2002–2006
30. Meynier A (1958) Les paysages agraires. In: *Revue de géographie de Lyon*, vol. 34, n°3: 293–296
31. Morsli B, Mazour M, Medejel N, Hamoudi A, Roose É (2005) Influence de l'utilisation des terres sur les risques de ruissellement et d'érosion sur les versants semi-arides du Nord de l'Algérie. *Sécheresse* 15(1):96–104
32. Boucherit H, Mazour M, Benaradj A (2012) Conservation, valorisation et perspective de développement durable de l'arboriculture dans les monts de Tlemcen: Cas de la région de Beni Snous. *J Mater Environ Sci* 2(S1):576–583
33. Boucherit H (2010) Conservation, valorisation et perspectives de développement durable de l'arboriculture dans les monts de Tlemcen (Cas de la région de Béni Snous). Magister, Université de Tlemcen, Mém, p 196
34. Dario T (2002) Procédure pour la réalisation des seuils en gabion, 10
35. Benhanifia K, Haddouche I, Bensaid A, Smahi Z, Hamimed A (2004) Characterization of the deforestation effect in a semi-arid region by the use of satellite images. Remote sensing for agriculture, ecosystems, and hydrology V, proceedings volume, proceedings of SPIE, vol. 5232
36. Benkhalfoun R, Adjadj A (1997) Contribution à l'étude d'un modèle d'aménagement intégré d'une zone montagneuse cas: Sidi Medjahed. Ingénieur. Foresterie. Tlemcen. 88
37. Benaradj A (2009) Mise en défens et remontée biologique des parcours steppiques dans la région de Naâma: dissémination et multiplication de quelques espèces steppiques. Mémoire de Magister en Eco-biologie. Département de Biologie. Faculté des Sciences de la Nature de la Vie. Université Mustapha Stambouli de Mascara, 229
38. Benaradj A, Boucherit H, Benabdeli K (2017) Effet de la réhabilitation de la steppe à *Hammada scoparia* dans la région de Naâma (Algérie). *Bot complut* 41:81–91. <https://doi.org/10.5209/BOCM.56866>
39. Boucherit H, Benabdeli K, Benaradj A (2017) Biological recovery the steppe of *Hammada scoparia* after enclosure in the region of Naama (Algeria). *Ekologia (Bratislava)* 36(1):52–59. <https://doi.org/10.1515/eko-2017-0005>
40. Barthes B, Albrecht A, Asseline J., Denoni G, Rose E, Viennot M (1998) Pratique culturales et érodibilité du sol dans les Rougiers de Camarès (Aveyron). ORSTOM-LCSC. BP 5045. F-340302 Montpellier cedex 1
41. Roose É (1996) Méthodes de mesure des états de surface du sol, de la rugosité et des autres caractéristiques qui peuvent aider au diagnostic de terrain des risques de ruissellement et d'érosion, en particulier sur les versants des montagnes. *Bull Res Eros IRD Montpellier* 87:97p
42. Roose É (1991) Gestion conservatoire des eaux et de la fertilité des sols dans les paysages soudano-sahéliens de l'Afrique occidentale. ORSTOM. Fonds Documentaire N°27.542.ex1. Montpellier. France 55–72

43. Nicou R (1977) Le travail du sol dans les terres exondées du Sénégal, motivations, contraintes. ISRA/CNRA, Bambey, Sénégal, Miméo. 50
44. Food and Agriculture Organisation of the United Nations (FAO) (1994) Forest resources assessment 1990 non-tropical developing countries Mediterranean region. FO: MISC/94/3
45. Hadidi A, Remini B, Habi M, Saba D, Benmedjaed M (2016) The oasis of Tiout in the southwest of Algeria: water resources and sustainable development. AIP Conf Proc 1758(1):8p. <https://doi.org/10.1063/1.4959383>
46. Hadidi A, Remini B, Habi M, Saba D (2018) The oasis of Moghrar (southwest of Algeria): water resources and management. Water Science & Technology Water Supply, 18 (6): ws 2018027, <https://doi.org/10.2166/ws.2018.027>

Publisher's Note Springer Nature remains neutral with regard to jurisdictional claims in published maps and institutional affiliations.

A. Benaradj, H. Boucherit, O. Hasnaoui & B. Babali

Phytoécologie de la formation steppique à Drinn (*Stipagrostis pungens*) dans la région de Naâma (ouest Algérien)

Abstract

Benaradj, A., Boucherit, H., Hasnaoui, O. & Babali, B.: Phytoécologie de la formation steppique à Drinn (*Stipagrostis pungens*) dans la région de Naâma (ouest Algérien). — Fl. Medit. 31: 159-171. 2021. — ISSN: 1120-4052 printed, 2240-4538 online.

Phytocology of the steppic formation at Drinn (*Stipagrostis pungens*) in the Naâma region (western Algeria). — The steppic plateaus of N-Africa are remarkably affected by silting up and desertification. Sanding favors the installation of psammophytic formations dominated by *Stipagrostis pungens*, *Thymelaea microphylla* and *Retama raetam* on sandy accumulations and wind deposits.

The study focuses on the eco-floristic aspects of the psammophytic grassland steppe of *Stipagrostis pengens* in the Naâma region (W-Algeria). Its objective is to illustrate the current state and to describe the floristic settlement characteristic of a type of steppe grouping very widespread in the summit Oran plateaus.

The Drinn-dominated grasslands (*Stipagrostis pungens*) can form a homogeneous steppe very adapted to drought, by physiological reactions, as well as by ecological strategies, facilitating their spreading. The Drinn is loosely distributed in large, dense, branched tufts, more than one meter high on sandy accumulations in an arid climate.

Several parameters are studied to approach the quantitative and qualitative aspects of the floristic settlement. This is followed by a statistical approach, to better interpret the different results obtained. 51 plant species belonging to 14 botanical families and 37 genera of vascular plants have been identified. The results obtained show that the phytoecological inventories are an useful tool to assess and develop natural resources.

Key words: steppe, psammophyte, *Stipagrostis*, ecology, Naâma, Oran.

Introduction

En Algérie, les écosystèmes steppiques arides sont marqués par une grande diversité paysagère en relation avec une variabilité des facteurs écologiques (Nedjraoui & Bedrani 2008).

La végétation steppique est caractérisée par un ensemble de communautés qui doivent leurs physionomies, à caractère herbacé et/ou plus ou moins arbustif, à l'abondance soit de graminées cespiteuses à base d'alfa (*Stipa tenacissima*) ou sparte (*Lygeum spartum*) ou des chamaephytes tel que l'armoise et le Remth (*Hammada scoparia*). Ces communautés se développent en touffes espacées dans lesquels la fréquence et le mode de distribution res-

tent le plus souvent irréguliers. La végétation steppique joue un rôle fondamental dans la structure et le fonctionnement de l'écosystème dont elle constitue une expression du potentiel biologique. Cependant, le couvert végétal naturel est soumis à un double stress édapho-climatique d'une part et au stress anthropozoogène d'autre part (Djebaili 1978; Kaabeche 1990; Moulay & al. 2011).

La typologie des parcours steppiques peut, valablement, être calquée sur les types physiologiques définis par des végétaux pérennes spontanés dominants à base des graminées (Poacées) qui demeurent des indicateurs écologiques et d'usages (Le Houérou 1995). Les steppes graminéennes à alfa, à sparte et à Drinn jouent à la fois un rôle socio-économique important par la pratique de l'élevage ovin. Ces steppes sont dominées par des graminées pérennes cespitueuses telles que l'alfa (*Stipa tenacissima* L.), le sparte (*Lygeum spartum* L.) et certaines autres moins sociables comme le Drinn (*Stipagrostis pungens* subsp. *pungens* (Desf.) De Winter.), le zouaï (*Stipa lagascae* Roem & Schult., *S. barbata* subsp. *brevipila* (Coss. & Durieu) ou *S. parviflora* Desf.) et le Chiendent, n'djem (*Cynodon dactylon* L.) (Le Houérou 1995; Aidoud & Touffet 1996; Marcenò & al. 2019). Le Drinn (three-awn grass), *Stipagrostis pungens* est une Poacée vivace, rhizomenteuse, originaire de l'Afrique du Nord (Quézel & Santa 1962-1963; Chehma 2006; Dobignard 2008). Les steppes à Drinn constituent des meilleurs pâturages des ovins et des camelins en période disette (Chehma & al. 2004). La multiplicité des fonctions sociales et le rôle écologique de ces steppes en font un type de paysage important et particulier à comprendre et à gérer (Ghennou 2014).

Le présent travail consiste en une étude phyto-écologique (quantitative et qualitative) du groupement psammophyte à base de *Stipagrostis pungens* sur les hautes plaines steppiques dans la région sud-oranaise de Naama et cela dans le but de mieux appréhender la dynamique de la végétation et mieux comprendre les facteurs écologiques qui régissent ces formations végétales.

Matériel et méthodes

Notre choix a porté sur une zone située au sud de la ville de Naâma « appelé communément Souiga ». C'est une zone représentative de la formation steppique à *Stipagrostis pungens* d'où l'intérêt de ce choix. Elle est située à 17 Km au Sud de la ville de Naâma. Sur le plan géomorphologique la zone présente une pente moyenne de 3%. Elle est localisée entre 33°10' Nord en latitude et 22° et 90' Ouest en longitude et une altitude de 1191 m. Elle constitue un ensemble topographique homogène sans accident topographique majeur. Elle est dominée par la formation psammophytique à base de Drinn (*Stipagrostis pungens*).

La région d'étude constitue une transition entre le milieu aride des hautes plaines et le domaine aride de l'atlas saharien. Du point de vue climatique, elle appartient à l'étage bioclimatique méditerranéen aride à hiver doux ($Q_2 = 13.38$ et $m = 6.7^\circ\text{C}$) (Benaradj, 2017). Sur le plan géologique, la région d'étude se localise sur du Pliocène continental, est caractérisée hydrologiquement de faible réseau hydrographique. Sur le plan pédologique, les sols sont de type Sols minéraux brut d'apport. Ce sont des sols squelettiques développés sur les formations superficielles minces. Ils sont représentés par plusieurs types de régosols et lithosols. Les accumulations sableuses sous forme de micro-dunes et de placage sableux,

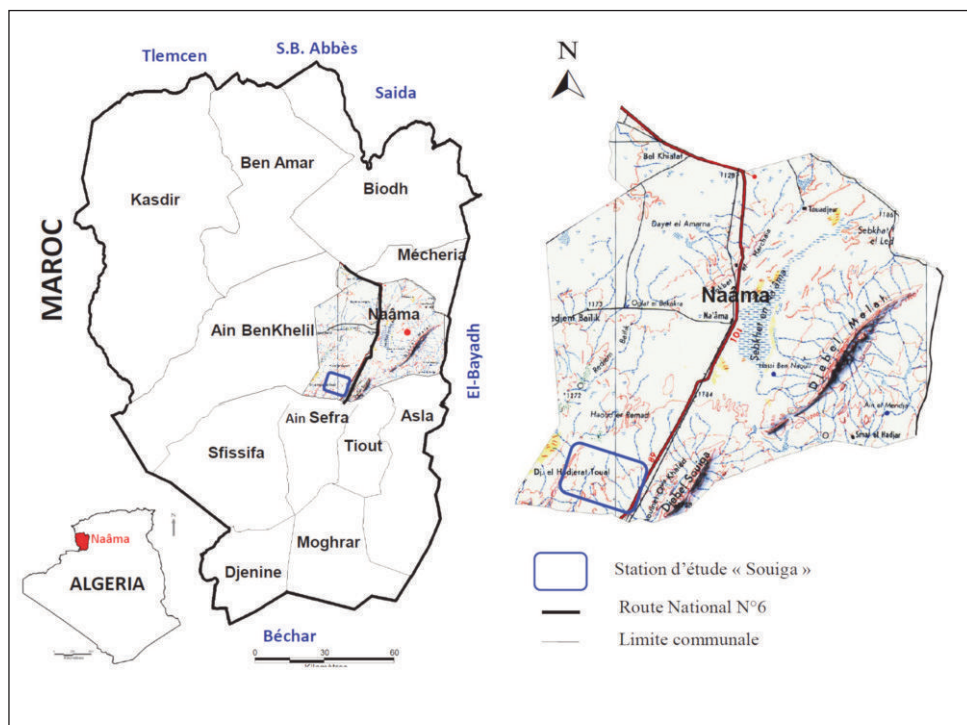


Fig.1. Situation de la zone d'étude (Souiga/Naâma).

correspondent à des sols minéraux bruts, d'apport éolien. Sur le plan phytogéographique, la zone d'étude appartient à la région méditerranéenne qui s'inscrit dans l'empire floral holarctique et au domaine maghrébin-steppique et secteur Hautes Plaines steppiques.

Réalisation des relevés phytoécologique

Selon Djebaili (1978), l'aire minimale joue un rôle de premier ordre dans la comparaison floristique des relevés. Il est connu que cette aire minimale varie en fonction de chaque groupement végétale. Selon Lemée (1967), l'aire minimale est la plus petite surface nécessaire pour que la plupart des espèces y soient représentées. C'est un recensement de toutes les espèces rencontrées dans une aire représentative dans le but d'établir une liste floristique des communautés homogènes (Gounot 1969).

Dans cette approche nous nous sommes basés sur les techniques élaborées par Blanquet (1964). Quarante relevés phytoécologiques ont été effectués lors des prospections menées au cours de mois avril et Mai durant le printemps de l'année 2018; saison considérée comme optimale pour les observations du tapis végétal (Electronic Supplementary File 1). L'emplacement de nos relevés floristiques a été choisi d'une façon systématique (au sens de Gounot 1969). Chaque relevé phytoécologique (de 100m²) consiste à faire un inventaire exhaustif de toutes les espèces végétales rencontrées avec leur abondance –dominance et le taux recouvrement estimé (Djebaili 1984; Benaradj 2017).



Fig. 2. Paysage steppique à *Stipagrostis pungens* dans la zone d'étude.

Analyse quantitative de la composition floristique

Le recouvrement d'une espèce est défini théoriquement comme le pourcentage de la surface du sol qui serait recouverte, si on projetait verticalement sur le sol les organes aériens des individus de l'espèce (Gounot 1969).

La richesse floristique d'un territoire est le nombre total d'espèces qu'il renferme, cette richesse floristique est en générale d'autant plus élevée que la surface du territoire est plus grande, mais croît naturellement moins vite que la superficie considérée. Dans notre cas nous avons utilisé l'échelle de Daget et Poissonet (1991) et qui comme suit:

Raréfiée:	< de 5 espèces
Très pauvre:	de 6 à 10 espèces
Pauvre	de 11 à 20 espèces
Moyenne:	de 21 à 30 espèces
Assez riche	de 31 à 40 espèces
Riche:	de 41 à 60 espèces
Très riche:	de 61 à 75 espèces

Analyse qualitative (recouvrement et richesse floristique)

Plusieurs paramètres ont été pris en considération pour cerner l'aspect quantitatif de la végétation. Ces paramètres nous ont permis de recenser les espèces végétales et de dégager la structure de la végétation sur plusieurs plans:

- Plan biologique selon Raunkiaer (Raunkiaer 1934) et Daget (1980),
- Plan systématique selon les travaux de Quézel & Santa (1962-1963); Ozenda (1977), Fennane & Ibn Tattou (1999); Fennane & al. (2007) et l'APG III (Angiosperm Phylogeny Group 2009).
- Plan biogéographique selon Quézel & Santa et Le Houérou (1995).

Traitement des données floristiques

Les explications sont étayées par une Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) combiné à la Classification Hiérarchique Ascendante (C.A.H) afin de mieux cerner les facteurs écologiques prépondérants. Cette analyse statistique fine, nous a permis de connaître

les divers facteurs qui interviennent dans la distribution et la répartition de la formation steppique psammophytique à Drinn (*Stipagrostis pungens*) dans la région d'étude.

Résultats et discussion

Aspect qualitatif

Le recouvrement moyen de la végétation dans la station d'étude est très ouvert. Il comprise entre 5 à 25%, cela peut être expliqué par le type de formation steppique se développent sur un milieu dunaire (sableux). Le milieu dunaire de cette formation à *Stipagrostis pungens* se caractérise par un faible recouvrement. D'après Daget & Godron (1995), le taux de recouvrement en tant qu'indicateur de dégradation est indiscutable du moins sur le plan environnemental dans des régions similaires menacées par la désertification.

De point de vue richesse floristique, on a enregistré plus de 51 espèces dans les dans la station de Souiga. D'après Daget & Poissonet (1991), la station est riche en espèces, parce que le nombre d'espèces inventorié durant notre investigation est supérieur à 40 espèces. D'après Aidoud (1989), la richesse floristique en zone aride dépend essentiellement des espèces annuelles, des conditions du milieu et de la corrélation de l'ensemble des caractères (climat, édaphisme et exploitation). Lemée (1953), lie la richesse floristique des biotopes aux déterminismes édaphiques (texture et nature chimique du sol) et anthropozoïque qui provoque l'enrichissement des sols en matières azotées à travers le surpâturage.

Selon Kerroum (2014), la variation de la composition floristique est sous l'effet de l'action synergique de l'aridité et de l'anthropique. En effet, l'aridité du climat, la sécheresse, l'ensablement et la désertification de la zone d'étude ont un impact négatif sur la richesse floristique (Boucherit 2018).

Aspect qualitatif de la composition floristique

L'inventaire floristique permet de recenser 51 taxons, répartis en 15 familles et 44 genres. Donc, le cortège floristique cache une phytodiversité hétérogène sur plan quantitatif et qualitatif; celle-ci est liée à la position géographique, nature édaphique, climatique et l'action anthropique.

Sur le plan systématique, les espèces représentées sont variables, la répartition des familles est hétérogène. D'après la figure 2.b, on note une nette dominance de la famille des *Poaceae* (avec 8 genres et 10 espèces), suivis par les *Astéraceae* (6 genres et 7 espèces), des *Fabaceae* (avec 5 genres et 6 espèces), des *Lamiaceae* (3 genres et 3 espèces) puis respectivement suivis par les familles bigénériques (*Amaranthaceae*, *Brassicaceae* et *Borraginaceae*, *Caryophyllaceae* (2 genres et 2 espèces). Les familles restantes sont monospécifiques: *Cleomaceae*, *Geraniaceae*, *Plantaginaceae*, *Ranunculaceae*, *Tamaricaceae*, *Thymeliaceae*.

Sur le plan biologique la liste floristique établie, montre la prédominance des thérophytes sur les autres formes avec 19 espèces soit 45%. Cette prédominance est caractéristique de la végétation des régions arides qui s'adaptent qu'offre les milieux steppiques et sahariens.

Sur le plan biogéographique, il ressort la prédominance de l'élément méditerranéen (25%); ce qui confirme l'affinité méditerranéenne de la flore de la région qui s'agence entre les deux ensembles les hautes plaines steppique et l'atlas saharien au Sud. Pour les

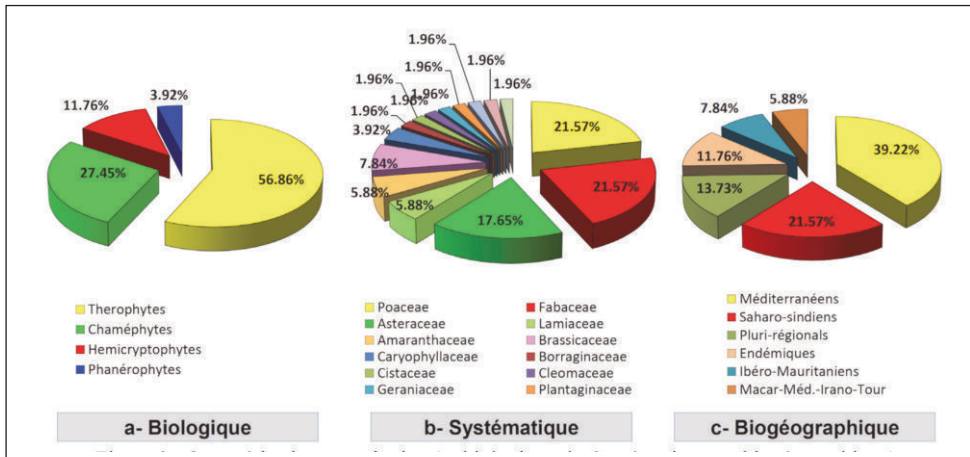


Fig.3. Caractérisation quantitative (a- biologique, b- systématique, c- biogéographique).

autres éléments biogéographique on note la forte présence de l'élément Saharo-sindien (15%), suivi par l'endémique (12.5%), le Saharien (10%), Pluri régionale avec (12.5 %). Les autres éléments ont une présence réduite c'est le cas de: Ibéro Mauritanien (5%), Macar-Méd.-Irano-Tour (7.5%).

Le groupement graminéen à *Stipagrostis pungens* présente une importante diversité floristique sur le plan biologique, systématique et biogéographique. Les types biologiques et phytogéographiques permettent d'apprécier les différentes stratégies d'adaptation de vie et une large répartition géographique.

L'inventaire floristique permet de recenser 51 taxons, répartis en 15 familles et 44 genres. Donc, le cortège floristique cache une phytodiversité hétérogène sur plan quantitatif et qualitatif; celle-ci est liée à la position géographique, nature édaphique, climatique et l'action anthropique.

Sur le plan systématique, la forte proportion des Poaceae dans la zone d'étude peut s'expliquer par le fait que ces taxons possèdent une très grande possibilité de tallage et une plus grande vitesse de repousse après le passage des troupeaux. Les Poaceae et les Fabaceae offrent un potentiel fourrager très important; ce qui favoriserait l'exploitation des parcours à des fins pastorales (Yoka & al. 2013). Les familles des Asteraceae, Poaceae présentent un plus grand pouvoir d'adaptation aux changements des conditions écologiques et aux pressions anthropiques (surpâturage) dans ces milieux.

Sur le plan biologique, la prédominance des thérophytes est caractéristique de la végétation des régions arides qui s'adaptent qu'offre les milieux steppiques et sahariens. Plusieurs auteurs soulignent que les thérophytes dépendent directement des précipitations (Quézel 1965; Barkoudah & Van Der Sar 1982; Carriere 1989; Grouzis 1992; Monod 1992). D'autres lient leur présence à l'état de la surface du sol (Negre 1966; Kadi-Hanifi 2003). Daget (1980) et Barbero & al. (1990) soulignent que la thérophytie est une stratégie d'adaptation à la sécheresse. Grime (1977), lie la présence des thérophytes aux perturbations des milieux. Guinochet & Quézel (1954) indiquent que la présence de sable même en

couche réduite dans les habitats entraine le développement des psammophytes, surtout annuelles. D’un autre coté la chamephytisation semble très lie à la dégradation d’origine anthropique du milieu avec la prolifération des espèces non palatables (*Thymelaea microphylla* Coss., *Atractylis serratuloides* Sieber ex Cass., *Echinops spinosus* L., etc.). Sur le plan biogéographique, d’après ces différents éléments, il ressort que le milieu d’étude est diversifié sur le plan phytogéographique. Cette diversité est liée d’après Quézel (1995) à deux séries majeures de causes: les changements climatiques qui provoquent la migration des flores et le transport à longues distances par les vents et les oiseaux.

Traitement des données

L’A.F.C. réalisée sur une matrice de 40 relevés floristiques et 51 espèces, nous a permis de dégager les divers facteurs qui influent sur le développement des espèces accompagnatrices de la steppe à *Stipagrostis pungens*.

Tableau 1. Valeur propre et taux d’inertie (%) de l’A.F.C.

Plan factoriel	Axe 1	Axe 2	Axe 3	Total
Valeurs propres	0,526	0,094	0,087	0,708
Taux d’inertie (%)	14,728	2,645	2,446	19,820
Cumul (%)	14,728	17,373	19,819	

Dans cette analyse, seul le plan factoriel (1/2) semble être le plus intéressant, puisqu’il absorbe le maximum d’informations et explique 17.373% de la variation totale (Tab. 1). Les valeurs propres de deux axes (1 et 2) sont respectivement de 0,526 et 0,094. Elles témoignent d’une structuration hétérogène du nuage. Les espèces sont distribuées selon un nuage centré sur l’origine des axes dans le plan 1/2, qui se traduit par une assez nette séparation spatiale des relevés, ceci a permis d’individualiser 3 groupes de relevés (Fig.4 et Fig.5).

Le CAH des relevés floristiques a permis de distinguer les différents groupes d’espèces les plus caractéristiques du groupement à *Stipagrostis pungens*. Les résultats sont présentés sous forme de dendrogramme regroupant les relevés selon le degré de similitude. Celle –ci est estimée par un critère de proximité ou de distance choisi à priori (Kaabèche 1990).

Dans notre cas (Fig.4), les 29 espèces les plus représentatives ont été prises en considération, car elles sont largement répandues et donc les plus dominantes et les plus abondantes dans les relevés floristique réalisés au niveau du groupement à *Stipagrostis pungens*. Pour les autres espèces qui ne figurent pas dans la dendrogramme (Fig.4), ces espèces ont une fréquence très réduite (à faible similarité et/ou faible présence). Elles sont non représentatives numériquement et écologiquement. Elles peuvent être considérées soit comme des espèces accidentelles ou rares, soit sont des espèces notées hors relevés effectués.

L’information donnée par les deux axes de l’analyse factorielle des correspondances (AFC) (plan F1/F2= 18%), suivie de l’analyse hiérarchique des correspondances (C.A.H., Fig. 4), nous a permis d’identifier la présence de trois groupements de végétaux à savoir:

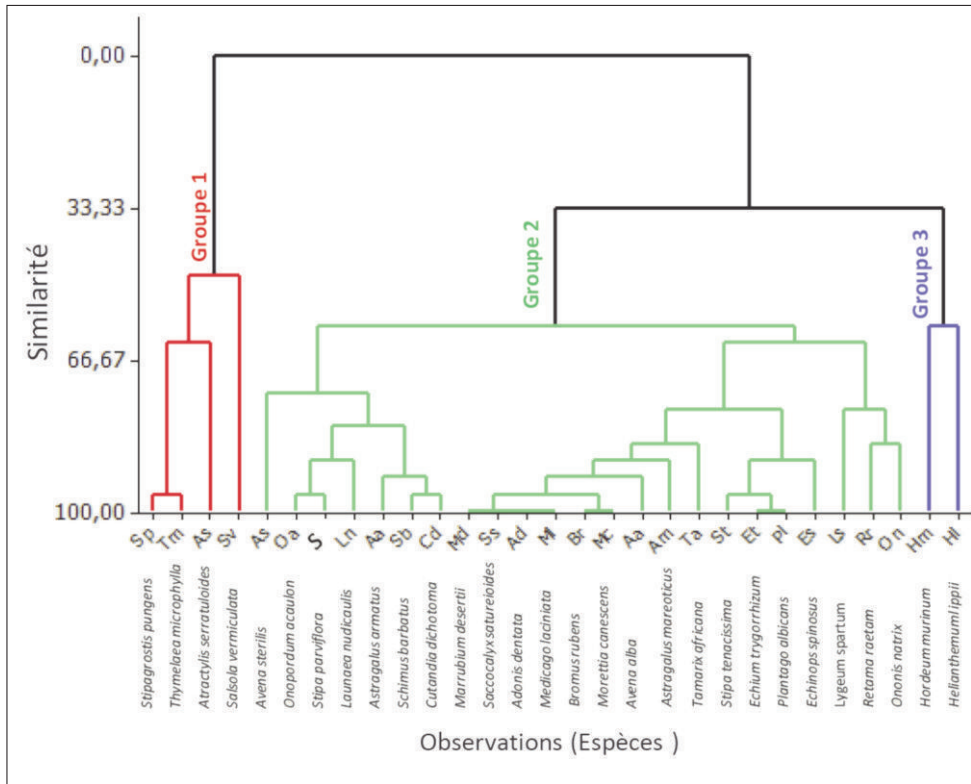


Fig. 4. Dendrogramme de la C.A.H. de la matrice totale des espèces.

- **Groupe 1 :** à base de steppe graminéennes à *Stipagrostis pungens* en association avec les espèces de *Thymelaea microphylla* Coss., *Attractylis serratuloides* Sieber ex Cass., *Salsola vermiculata* L., où s'individualise nettement et regroupe plus 90% des relevés floristique.

- **Groupe 2 :** ce groupe est constitué par le cortège floristique suivant: *Retama raetam* (Forssk.) Webb, *Attractylis serratuloides* Cass., *Lygeum spartum* L., *Stipa tenacissima* L., *Echium trygorrhizum* Pomel, *Plantago albicans* L., *Avena alba* Vahl, *Stipa parviflora* Desf., *Schimus barbatus* L., *Cutandia dichotoma* (Forssk.) Trab., *Bromus rubens* L., *Morettia canescens* Boiss., *Ononis natrix* L., *Astragalus mareoticus* Delile., *Launaea nudicaulis* Hook.f., *Astragalus armatus* subsp. numidicus (Murb.) Emb. & Maire, *Onopordum acaulon* L., *Saccocalyx satureioides* Coss. & Durieu., *Marrubium desertii* Noé ex Coss., *Echinops spinosus* L., *Adonis dentata* Delile., *Medicago laciniata* L., etc.

- **Groupe 3 « Hm et Hl » :** est dominé de l'espèce *Hordeum murinum* L., leur présence presque dans tous les relevés floristiques, ainsi la présence de l'espèce ligneuse *Helianthemum lippii* L.

L'information donnée par les deux axes de l'analyse factorielle des correspondances (AFC) (plan F1/F2= 18%), suivie de l'analyse hiérarchique des correspondances (C.A.H., Fig. 4), nous a permis d'identifier la présence de trois groupements de végétaux à savoir:

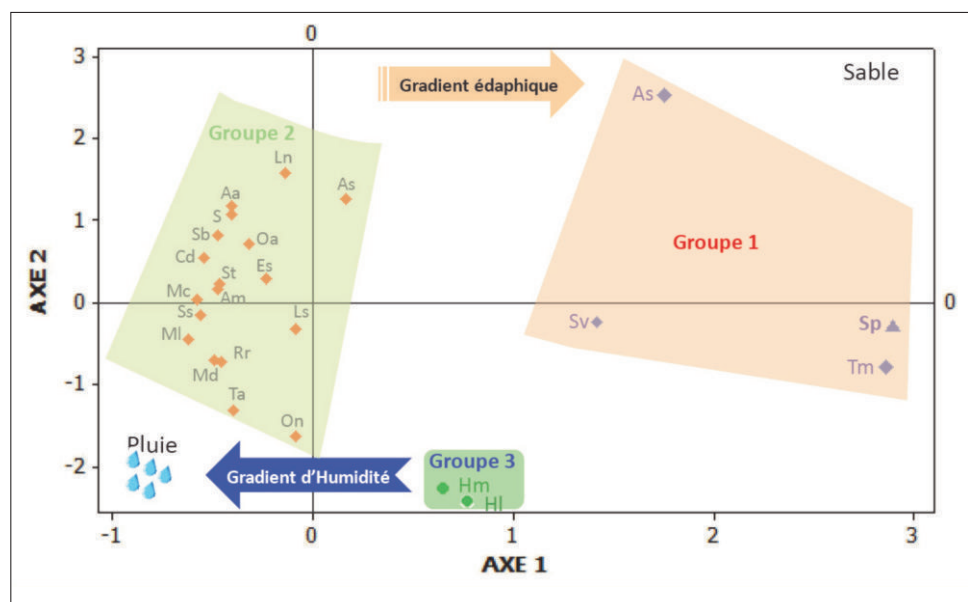


Fig 5. Plan Factoriel du premier/deuxième axe des espèces accompagnatrices de la steppe à *Stipagrostis pungens*.

-Groupe 1: Cet ordre à *Stipagrostis pungens* se rattache à l'ordre des *Aristidetalia pungentis* (Guinochet, 1952) et de l'alliance *Aristidion pungentis* au sens de Géhu, Kaabèche & Gharzouli (1993). En effet, Gauthier Pilters (1972); Chehma & longo (2004); rapportent que les peuplements de Drinn (*Stipagrostis pungens*) constituent d'immenses peuplements homogènes dans les massifs dunaires. Dajoz (1970) et Djebaili (1978) rapportent que les sols sableux sont essentiellement caractérisés par la dominance de *Stipagrostis pungens*. Cette steppe graminéenne s'installe également sur les glacis dès que l'accumulation sableuse devient supérieure à 50 cm mais n'atteint cependant pas une forme aussi sociale que le sparte ou l'alfa. L'installation du Drinn a été observée suite à la destruction de l'alfa et à de fortes accumulations de sable dans la station d'étude.

- Groupe 2: Ces espèces sont généralement liées à l'humidité des formations pré-step-piques. Ces dernières sont toutes représentatives de groupements à caractère psammophile liés aux dunes vives relevant des *Aristidetalia* (Guinochet 1952). Elles sont concentrées au centre des axes. Cette concentration est expliquée par le fait que l'ensemble des espèces citées, trouvent l'humidité optimale pour leurs développements.

- Groupe 3: il est dominé par les 2 espèces, espèce ligneuse (*Helianthemum lippii* L.) et l'espèce herbacée (*Hordeum murinum* L.) est très fréquente partout dans les zones arides méditerranéennes. Cela indique que l'*Hordeum murinum* à stratégie « r », caractéristique d'espèces qui ont une grande vitesse de multiplication, ce qui leur permet, sous certaines conditions favorables, d'occuper l'espace.

Cet axe du pôle négatif au pôle positif oppose les espèces xérophytes à celles qui poussent sur des biotopes humides. La matrice de corrélation montre que l'axe 1 est très corrélé au sable du côté négatif (*Thymelaea microphylla* Coss., *Atractylis serratuloides* Coss. & Durieu., *Schismus barbatus* L., *Salsola vermiculata* L., *Malcolmia aegyptiaca* Spreng., *Astragalus armatus* Willd., *Euphorbia guyoniana* Boiss. & Reut.), alors que l'axe 2 est fortement corrélé du côté positif à l'humidité.

Ozenda (1954) indique que le Faciès à Drinn (*Stipagrostis pungens*) est physionomiquement dominant où pousse au niveau des grandes accumulations sableuses dont le sable est faiblement fixé, cette espèce est caractéristique des milieux à accumulations sableuses.

Selon Kaabèche (1990), le Faciès à Drinn présente un déterminisme édaphique lié à un gradient d'ordre textural. Il est plus fréquent en zones arides steppiques et présahariennes sur les accumulations sableuses. Il est dominé par les espèces psammophytes telles que *Thymelaea microphylla* Coss., *Salsola vermiculata* L. et *Avena sterilis* L.. Ces espèces sont distribuées largement dans les dunes et s'adaptent à leur environnement par des réactions physiologiques, ainsi que par des stratégies écologiques, permettant de faire face aux pénuries d'eau en évitant ou en tolérant le stress (Djebaili 1984; Gamoun & al. 2018). Cela s'explique par le caractère psammophile de ces espèces qui se développent aisément sur substrat sableux et s'adaptent bien à la sécheresse et résistent à la rigueur des conditions climatiques (Le Houérou 1995; Hellal & al. 2004). De même Le Houérou (1995) et Ozenda (2004) rapportent que les sols sableux dans les steppes nord africaines sont généralement dominés par les *Poaceae*. Cette famille assure un grand rôle dans la fixation des dunes.

Les résultats font ressortir une dynamique régressive de la végétation qui se traduit par un changement de composition floristique et édaphique (accumulations sableuses), accompagné par le remplacement de l'alfa et de sparte par le *Stipagrostis pungens*, *Thymelaea microphylla* Coss. et *Retama raetam* (Forssk.) Webb, toutes ces espèces étant favorisées par l'ensablement de surface.

Conclusion

La région de Nâama est dominée par une steppe graminéenne à base de *Stipagrostis pungens*. C'est une formation basse, très ouverte, xérophyte, physionomiquement sous forme des touffes dominantes sur des accumulations sableuses d'origine éolienne. Elle apparaît après une dégradation des formations à base d'alfa (*Stipa tenacissima*) et/ou de sparte (*Lygeum spartum*). Le faciès à *Stipagrostis pungens* est très adapté aux conditions arides et possède une puissance de prolifération importante puisqu'il peut former à lui seul des vastes steppes homogènes.

Devant les conditions actuelles des changements globaux (synergie climato-anthropique) ces formations jouent un rôle non négligeable dans la limitation de l'avancé du désert, chose qui préoccupe les gestionnaires et les scientifiques. Ces formations végétales sont aussi des sources d'alimentation pour le cheptel camelin (Chehma & al. 2004).

A travers ses différentes caractéristiques éco-physiologiques, *Stipagrostis pungens* offre de multiples possibilités de valorisation sur le plan écologique, agropastoral, artisanal, ethnobotanique, alimentaire et technologique (Ferhi & al. 2014).

Références

- Aïdoud, A. 1989: Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques pâturés des hautes plaines Algéro-oranaises (Algérie). – Thèse Doct. U.ST.H.B. Alger.
- & Touffet, J. 1996: La régression d'alfa (*Stipa tenacissima* L.), graminées pérennes, un indicateur de désertification des steppes algériennes. – Cahier «Sécheresse» **7(3)**: 187-193.
- APG III., 2009. An update of the Angiosperm Phylogeny Group Classification for the orders and families flowering plants: APG III. – Bot. J. Linn. Soc. **161**: 105-121. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2009.00996.x>
- Barkoudah, Y. & Van Der Sar, D. 1982: L'*Acacia raddiana* dans la région de Béni-Abbès (Algérie). – Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord **70(1-4)**: 79-121.
- Barbero, M., Bonin, G., Loisel, R. & Quézel, P. 1990: Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the Western part of Mediterranean Basin. – Vegetatio **87**: 151-173.
- Benaradj, A. 2017: Étude phyto-écologique des groupements à *Pistacia atlantica* Desf. dans le sud Oranais (Sud-Ouest algérien). – Thèse Doctorat en Foresterie. Département des Ressources Forestières. Faculté des Sciences de la nature de la vie et sciences de la terre et de l'univers. Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen.
- Braun-Blanquet, J. 1964: Pflanzensoziologie, Grundzüge der Vegetationskunde, 3rd Ed. – Berlin. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-7091-8110-2>
- Boucherit, H. 2018: Etude ethnobotanique et floristique de la steppe à *Hammada scoparia* (Pomel) dans la région de Naâma (Algérie). – Thèse Doctorat en Agronomie. Département des Sciences agronomiques. Faculté des Sciences de la nature de la vie et sciences de la terre et de l'univers. Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen.
- Carriere, M. 1989: Les communautés végétales sahéliennes en Mauritanie (région de Kaédi); analyse de la reconstitution annuelle du couvert herbacé. – Thèse Doct. Sc., Univ. Paris Sud (Orsay).
- Chehma, A. 2006: Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. – Montpellier.
- & Longo, H. F. 2004: Nitrogenous record and weight gains in dromedary and sheep fed with date palm, barley straw, and drinn "*Aristida pungens*" by-products. – Cah. Agric. **13(2)**: 221-226.
- , Gaouar, A., Semadi, A. & Faye, B. 2004: Productivité fourragère des parcours camelins en Algérie: cas des pâturages a base de «Drinn» *Stipagrostis pungens* (Desf.). – Sci. Technol. **21**: 45-52. <http://revue.umc.edu.dz/index.php/c/article/view/1328>
- Djebaili, S. 1984: Steppe algérienne, phytosociologie et écologie. – Alger.
- Daget, P. 1980: Sur les types biologiques en tant que stratégie adaptative. (Cas des thérophytes). – Pp. 89-114 in: Recherches d'écologie théorique, les stratégies adaptatives. – Paris.
- & Poissonet, J. 1991: Prairies permanentes et pâturages. Méthodes d'étude. Montpellier.
- and Godron, M. 1995: Pastoralisme: Troupeaux, espaces et sociétés. – Hatier, Aupelf, Uref.
- Dajoz, R. 1970: Précis d'écologie. – Paris.
- Djebaili, S. 1978: Recherches phytosociologiques et phytoécologiques sur la végétation des Hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien ». – Thèse Doct. Univ. Montpellier.
- Dobignard, A. 2008: Index synonymique et bibliographique de la flore d'Afrique du Nord. Base de données des plantes à fleurs d'Afrique. – Genève.
- Fennane, M. & Ibn Tattou, M. 1999: Observations sur la flore vasculaire endémique, rare ou menacée du Maroc. – Fl. Medit. **9**: 13-124.
- Ferhi, F., Das, S., Moussaoui, Y., Elaloui, E. & Garrido Yanez, J. 2014: Paper from *Stipagrostis pungens*. – Industr. Crops Prod. **59**: 109-114. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2014.05.015>
- , Ibn Tattou, M., Ouyahya, A. & El Oualidi, J. 2007: Flore pratique du Maroc, **2**. – Rabat.
- Gauthier-Pilters, H. 1972: Observation sur la consommation d'eau du dromadaire en été dans la région de Beni Abbès (Sahara Nord Occidental). – Bull. I. F. A. N. T., sér. A, **34(1)**: 219-259.

- Gehu, J-M., Kaabeche, M. & Gharzouli, R. 1993: Une remarquable toposéquence phytocoenotique en bordure du Chott El Hodna (Algérie). – *Fragm. Flor. Geobot. Suppl.* **2(2)**: 513-520.
- Ghennou, S. 2014: Contribution à une étude dynamique de *Stipa tenacissima* L dans le Sud-ouest de la région de Tlemcen. – Mémoire Magister en Ecologie, Département d'Ecologie et Environnement. Faculté des Sciences de la nature de la vie et sciences de la terre et de l'univers. Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen.
- Gamoun, M., Ouled Belgacem, A. & Louhaichi, M. 2018. Diversity of desert rangelands of Tunisia. – *Pl. Diversity* **40(1)**: 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.pld.2018.06.004>
- Gounot, M. 1969: Méthodes d'étude quantitatives de la végétation. – Paris.
- Guinochet, M. 1952: Contribution à l'étude phytosociologique du sud tunisien. – *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord.* **42**: 131-153.
- & Quézel, P. 1954: Reconnaissance phytosociologique autour du Grand Erg occidental. – *Trav. Inst. Rech. Saharienne* **12**: 11-27.
- Grime, J. P. 1977: Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its relevance to ecological and evolutionary theory. – *Amer. Naturalist* **111**: 1169-1194.
- Grouzis, M. 1992: Germination et établissement des plantes annuelles sahéliennes. – Pp. 245-263 in Le Floch, E., Grouzis, M., Cornet, A., Bille, J.-C. (eds), *L'Aridité une Contrainte au Développement*. – Montpellier.
- Hellal, B., Benseddik, B., Ayad, N. & Benhassaini, H. 2004: La régénération dans la steppe du sud oranais en Algérie occidentale. – *Sécheresse* **15(1)**: 1-7.
- Nedjraoui, D. & Bedrani, S. 2008: La désertification dans les steppes algériennes: causes, impacts et actions de lutte. *Revue électronique en sciences de l'environnement*. – *VertigO* **8**: 7-15.
- Kaabeche, M. 1990: Les Groupements Végétaux de la Région de Bou-Saada. Contribution à la Synsystématique des Groupements steppiques du Maghreb. – *Thèse de Doctorat d'Université*. 2 Vol., Université de Paris-Sud, Centre d'Orsay, France.
- Kadi-Hanifi, H. 2003: Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie. – *Sécheresse* **14(3)**: 169-179.
- Kerroum, Z. 2014: Contribution à l'Etude phytoécologique des groupements à matorrals de Bouriche (Daïra de Youb Wilaya de Saida). – Mémoire de Master en Master en Ecologie et Environnement. Département de Biologie. Faculté des Sciences. Université Dr. Tahar Moulay, Saïda.
- Le Houérou, H. N. (1995). Considérations biogéographiques sur les steppes arides du Nord de l'Afrique (A). – *Sécheresse* **6(2)**: 167-82.
- Lemée G., 1953: Sur la végétation postglaciaire du Lézou d'après l'analyse pollinique. – *Bull. Soc. Bot. Fr.* **100**: 26-29.
- 1967: Précis de biogéographie. – Paris.
- Marcenò, C., Guarino, R., Mucina, L., Biurrun, I., Deil, U., Shaltout, K., Finckh, M., Font, X. & Loidi, J. 2019: A formal classification of the *Lygeum spartum* vegetation of the Mediterranean Region. – *Appl. Veg. Sci.* **22**: 593-608. <https://doi.org/10.1111/avsc.12456>
- Monod, T. 1992. Du désert. – *Sécheresse* **3(1)**: 7-24.
- Moulay, A., Benabdeli, K. & Morsli, A. 2011: Contribution à l'identification des principaux facteurs de dégradation des steppes à *Stipa tenacissima* du sud-ouest Algérien. – *Mediterranea, Ser. Estud. Biol.*, **22**: 149-188. <http://dx.doi.org/10.14198/MDTRRA2011.22.06>
- Negre, R. 1966: Les thérophytes. – *Mém. Soc. Bot. Fr.* **113**: 92-108.
- Ozenda, P. 1954: Observation sur la végétation d'une région semi- aride: les hauts plateaux du sud Algérien. – *Bull. Soc. Hist. Nat. D'Afr. du Nord, Alger*, **45(3-4)**: 189-223.
- 1977: Flore du Sahara, 2^{ème} Ed. – Paris.
- 2004: Flore et végétation du Sahara. – *Ecol. Medit.* **30(2)**: 1-247.
- Quézel, P. 1965: La végétation du Sahara, du Tchad à la Mauritanie. – Paris.

- 1995: La flore du bassin méditerranéen: origine, mise en place, endémisme. – *Ecol. Medit.* **20(1/2)**: 19-39.
- & Santa, S. 1962-1963: Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales, **1-2**. – Paris.
- Raunkiaer, C. 1934: *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography*. – London.
- Yoka, J., Loumeto, J. L., Djego, J., Voudibio, J. & Epron, D. 2013: Évaluation de la diversité floristique en herbacées des savanes de la cuvette congolaise (République du Congo). – *Afrique Sci.* **9(2)**: 110-123.

Adresses des auteurs:

Abdelkrim Benaradj¹, Hafidha Boucherit², Okkacha Hasnaoui³ & Brahim Babali⁴,

¹Laboratoire Gestion durable des ressources naturelles des zones arides et semi-arides, Centre Universitaire Salhi Ahmed de Naâma (Algérie). Email: benaradj@cuniv-naama.dz

²Laboratoire Gestion durable des ressources naturelles des zones arides et semi-arides, Centre Universitaire Salhi Ahmed de Naâma (Algérie). Email: boucherit@cuniv-naama.dz

³Laboratoire d'Ecologie Végétale et Gestion des Ecosystèmes Naturels (U Tlemcen). Université Dr Tahar Moulay Saida - Algérie (Algérie), Email: okhasnaoui2001@yahoo.fr

⁴Laboratoire d'Ecologie Végétale et Gestion des Ecosystèmes Naturels, Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen (Algérie). Email: miharb_babali@hotmail.fr

