



REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE



MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE MOHAMED KHIDER BISKRA

FACULTE DES SCIENCES EXACTES ET SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE

DEPARTEMENT DES SCIENCES AGRONOMIQUES

THESE DE DOCTORAT EN SCIENCES

Présentée pour l'obtention de grade de Docteur en Sciences Agronomiques

Option : Agriculture et Environnement en Régions Arides

## Sujet

**Les steppes d'armoïse blanche (*Artemisia herba-alba* Asso) dans l'Est Algérien : répartition actuelle, biodiversité, dynamique et conditions de durabilité**

Par Melle HOUAMEL SABRIA

Devant le jury :

|                               |                                     |         |                       |
|-------------------------------|-------------------------------------|---------|-----------------------|
| <b>M. Si BACHIR ABDELKRIM</b> | Prof Université Mostafa Ben Boulaid | Batna 2 | Président             |
| <b>M. BELHAMRA MOHAMMED</b>   | Prof. Université Mohamed Khider     | Biskra  | Directeur de Thèse    |
| <b>M. AIDOU AHMED</b>         | I. R-H.D. R CNRS Université Rennes1 | France  | Co-Directeur de Thèse |
| <b>M. CHAFAA SMAIL</b>        | MCA. Université Mostafa Ben Boulaid | Batna 2 | Examineur             |
| <b>M. MEZERDI FARID</b>       | MCA. Université Mohamed Khider      | Biskra  | Examineur             |
| <b>Melle. FARHI KAMILIA</b>   | MCA. Université Mohamed Khider      | Biskra  | Examinatrice          |

Année universitaire 2017/2018

## *Dédicace*

*A mon père, qui a su m'inculquer les valeurs de la Science et de l'esprit scientifique ;*

*A ma mère, à qui je dois beaucoup ;*

*Qu'ils trouvent ici mon éternelle reconnaissance !*

*A mon frère et à ma sœur, avec toute mon affection.*

*A tous ceux qui m'ont enseigné, avec toute ma gratitude.*

**HOUAMEL Sabria**

## *Remerciements*

Je tiens à remercier,

**Professeur BELHAMRA MOHAMMED**, mon Directeur de thèse pour sa patience et ses précieux conseils sans lesquels ce travail n'aurait pas vu le jour.

Mes remerciements vont aussi au Professeur AIDOUH AHMED mon Co-Directeur de thèse, qu'il trouve également l'expression de ma profonde gratitude pour m'avoir su m'inculquer de son expérience dans le domaine de suivi et d'étude de la steppe algérienne

Je tiens à exprimer tous mes remerciements aux membres du Jury qui ont très vite accepté d'évaluer ce travail malgré leurs nombreuses occupations :

J'exprime mes remerciements au Professeur Si BACHIR ABDELKRIM, Professeur à l'université de Batna 2, pour nous avoir fait l'honneur de présider et d'apprécier ce modeste travail.

A Monsieur CHAFAA SMAIL, Doyen de la faculté des sciences de la vie et de la nature à l'université Batna 2, qui a bien voulu examiner ce travail.

A Monsieur MEZERDI FARID Maître de conférences A à l'université de Biskra, qui a bien voulu examiner ce travail.

A Mademoiselle FARHI KAMILIA Maître de conférences A à l'université de Biskra, qui a bien voulu examiner ce travail.

Je tiens à remercier le directeur régional du HCDS de Tebessa Monsieur LAABIDI MOHAMED et le chef de la station HCDS de Thlidjen (Daira de Bir laater – wilaya de Tebessa).

Je remercie également Le Directeur des Forêts Monsieur BOUKHAZAR EL HADI (El Kantara-wilaya de Biskra).

Je remercie également le collectif des anciens forestiers autochtones de la région d'El Kantara- wilaya de Biskra.

Je remercie également tout le personnel du HCDS de Barika (Wilaya de Batna).

Je remercie également Monsieur AINOUCHE ABDELKADER pour m'avoir accueilli au niveau du laboratoire ECO BIO de l'université Rennes1 (France).

Je remercie également Madame SALEMKOUR NORA (chercheur au CRSTRA-Biskra) pour son aide précieuse.

# Sommaire

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Introduction</b> .....   | <b>4</b>  |
| <b>Premier Chapitre/Cadre d'étude</b>   |           |
| <b>1. Caractéristiques écologiques et socio-économiques des Hautes Plaines Steppiques Algériennes</b> ..... | <b>9</b>  |
| 1.1 Définition .....  | 9         |
| 1.2 Climat .....  | 10        |
| 1.3 Températures et pluviométrie.....   | 11        |
| 1.4 Les ressources en eau .....   | 12        |
| 1.5 Les ressources végétales.....   | 12        |
| 1.6 Le sol .....  | 13        |
| Caractéristiques socio-économiques .....  | 13        |
| 1.7.1 La population.....  | 13        |
| 1.7.2 Elevage ovin.....   | 14        |
| 1.7.3 Activités agricoles.....  | 15        |
| <b>1 Généralités sur l'Armoise blanche (<i>Artemisia herba-alba</i> Asso).....</b>                          | <b>15</b> |
| 2.1 Taxonomie .....   | 15        |
| 2.2 Noms vernaculaires.....   | 15        |
| 2.3 Systématique .....  | 15        |
| 2.4 Phytogéographie .....   | 17        |
| 2.5 Ecologie .....  | 18        |
| 2.6 Description botanique .....   | 18        |
| 2.7 Phénologie et adaptation .....  | 21        |
| 2.8 Utilisation d' <i>Artemisia herba-alba</i> .....  | 21        |
| 2.8.1 En phytothérapie .....  | 21        |
| 2.8.2 En alimentation .....   | 22        |
| 2.8.3 En pastoralisme.....  | 22        |
| Présentation de la région d'étude .....   | 22        |
| 3.1 le milieu physique .....  | 22        |
| 3.2 Climat.....   | 26        |
| 3.2.1 Précipitation .....   | 26        |
| 3.2.2 Température .....   | 27        |
| Synthèse climatique .....   | 29        |
| 3.2.1 Diagramme ombrothermique de GAUSSEN.....  | 29        |
| 3.3.2 Climagramme d'EMBERGER.....   | 32        |

## **Deuxième Chapitre/ Matériel et Méthodes**

|  |    |
|--|----|
| <b>1. Approche diachronique</b> .....                        | 36 |
| <b>2. Le dispositif expérimental</b> .....                   | 36 |
| <b>3. Echantillonnage de la végétation</b> .....             | 38 |
| 3.1. Fréquences et recouvrement .....                        | 38 |
| 3.2. Composition floristique et diversité .....              | 40 |
| 3.2.1 Spectres phytogéographiques .....                      | 40 |
| 3.2.2 Spectres biologiques.....                              | 40 |
| 3.2.3 Diversité .....  | 40 |
| 3.3. Evaluation de la phytomasse .....                       | 41 |
| 3.3.1. La technique directe .....                            | 41 |
| 3.3.1. La technique indirecte .....                          | 41 |
| 3.4. Evaluation de l'offre fourragère .....                  | 42 |
| <b>4. Caractères édaphiques</b> .....                        | 44 |
| 4.1- Eléments de surface .....                               | 44 |
| 4.2- Granulométrie et taux de matière organique.....         | 44 |
| 5. Traitements statistiques .....                            | 44 |
| 5.1. Tests et descriptions statistiques .....                | 44 |
| 5.2. Analyse multidimensionnelle des données .....           | 45 |
| 5.2.1. Données utilisées.....                                | 45 |
| 5.3 Analyse NMDS (non-metric multidimensional scaling) ..... | 45 |

## **Troisième Chapitre / Changement de végétation > Populations et communautés**

|  |    |
|--|----|
| 1. Variation de la richesse et de la diversité spécifique.....                       | 48 |
| 2. Dynamique de l'écosystème steppique .....   | 49 |
| 2.1 Diversité floristiques .....   | 49 |
| 2.1.2 Spectres biologiques.....  | 50 |
| 2.1.3 Spectres phytogéographiques.....   | 50 |
| 2.2. Analyse de la dynamique de la communauté steppique d'armoise blanche (DCA) .... | 52 |
| 2.2.1 Ordination des relevés pour la DCA des relevés 2017.....                       | 52 |
| 2.2.2 Ordination des relevés pour la DCA des relevés 1968.....                       | 56 |
| 2.2.4 Ordination des espèces de la DCA pour les relevés de 2017 et 1968 .....        | 57 |
| 2.2.5 Ordination de l'ensemble des relevés de la DCA de 2017 et 1968.....            | 61 |
| 2.2.6 Ordination de l'ensemble des espèces de la DCA de 2017 et 1968 .....           | 63 |
| 2.3 Analyse des relations végétation- milieu (CCA) .....                             | 64 |
| 2.4 Discussion .....   | 67 |

## **Quatrième Chapitre/ Les ressources fourragère naturelles des parcours à armoise blanche**

|                               |    |
|-------------------------------|----|
| 1. Couvert végétal .....      | 74 |
| 2. Phytomasse.....            | 75 |
| 3. Production fourragère..... | 77 |
| 4. Propriétés du sol .....    | 78 |

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| 5. Discussion .....         | 80 |
| 6. Discussion générale..... | 82 |

## **Cinquième Chapitre/ Désertification des parcours steppiques**

|   |    |
|---|----|
| 1. Définition de la désertification .....   | 85 |
| 2. Les principales causes de la désertification.....  | 87 |
| 2.1. Facteurs anthropiques.....   | 87 |
| 2.1.1. Les activités humaines .....   | 87 |
| 2.1.2. Mutations socioéconomiques .....   | 88 |
| 2.2. Facteurs naturels.....   | 89 |
| 2.2.1 La sécheresse.....  | 89 |
| 2.2.2 La salinisation .....   | 90 |
| 3. Effets de la désertification.....  | 90 |
| 3.1 Effets écologiques .....  | 90 |
| 3.2 Retombées socioéconomiques.....   | 91 |
| 4. Les politiques de lutte contre la désertification.....   | 91 |
| 4.1. Politiques publiques de lutte contre la dégradation des terres et la désertification.....                      | 91 |
| 4.2. La Convention des Nations-Unies de lutte contre la désertification (C.C.D).....                                | 92 |
| 5. Aperçu sur la désertification de la steppe à armoise dans le Centre-Est et l'Ouest de la Steppe en Algérie. .... | 92 |
| 5.1. La désertification des steppes d'armoise blanche.....  | 92 |
| 5.2. Résultats obtenus dans la steppe Ouest. ....   | 94 |
| 5.3. Comparatif des changements de diversité dans les steppes Ouest et Est. ....                                    | 98 |

## **Sixième Chapitre/ Approche d'étude du polymorphisme génétique d'Artemisia herba-alba Asso par test de diversité moléculaire**

|   |            |
|---|------------|
| I. Principe de la Polymerase Chain Reaction (PCR).....                                      | 102        |
| I.1 Les principaux marqueurs moléculaires .....   | 102        |
| I.1.1 RFLP: Restriction Fragment Length Polymorphism .....                                  | 102        |
| I.1.2 RAPD : Random Amplified Polymorphic DNA .....   | 103        |
| I.1.3 AFLP : Amplified Fragment Length Polymorphism .....                                   | 104        |
| I.1.4 ISSR : Inter-Simple Séquence Repeat .....   | 105        |
| I.1.5 Microsatellites ou SSR (Simple Séquence Repeats) .....                                | 105        |
| <b>II. Méthode utilisée pour le test de diversité moléculaire de l'Armoise blanche.....</b> | <b>107</b> |
| II.1 Protocole d'extraction de l'ADN.....   | 108        |
| II.2 Réalisation du MIX-PCR.....  | 108        |
| II.3 Programme PCR .....  | 109        |
| II.4 conditions d'électrophorèse .....  | 109        |
| <b>III. Résultats et discussion.....</b>  | <b>109</b> |
| <b>IV. Conclusion.....</b>  | <b>113</b> |
| <b>Conclusion générale .....</b>  | <b>115</b> |
| <b>Références bibliographiques .....</b>  | <b>119</b> |

# Introduction

La dégradation des écosystèmes naturels constitue aujourd'hui la principale préoccupation qui se pose en termes de disponibilité de ressources naturelles, notamment les produits alimentaires. En effet les grands bouleversements dans les relations entre l'homme et la nature ont engendré des perturbations très profondes, mettant en péril permanent le bien être de l'homme.

Parmi ces perturbations, la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches entraîne une perte progressive de la productivité du sol et l'appauvrissement du couvert végétal liés aux activités humaines et aux variations climatiques (UNCCD). Ce phénomène menace, de plus en plus, la santé et les moyens de subsistance d'un milliard d'individus, vivant dans plus de cent pays, et qui dépendent du sol pour la plupart de leurs besoins (Haddouche, 2009).

Les zones arides et steppiques occupent environ 32% des terres en Algérie, sensibles à la désertification, composées de 20 millions ha de parcours steppiques et 12 millions ha de parcours présahariens (Ghazi, 2012). Ces zones, depuis plus d'une trentaine d'années, ont connu une dégradation (par surpâturage, par mise en culture et par urbanisation) de plus en plus accentuée de toutes les composantes de l'écosystème (flore, faune et sol).

Depuis une quarantaine d'années, l'écosystème steppique a été dégradé et profondément bouleversé, tant dans sa composition que dans son fonctionnement (Djebaili, 1987; ... Nedjraoui (1981), Bouzenoune (1984), Le Houerou (1985), Aidoud (1989), Djellouli (1990), Boughani (1995) et Kadi- Hanifi (1998).

En zones steppiques, près de 500.000 hectares de terres sont en voie de désertification, et plus de 7 millions d'hectares sont directement menacés par le même processus (M.A.T.E, 2000 cité par Nedjraoui et Bédrani, 2008 ). La superficie des parcours dégradés, après avoir atteint 5 millions d'ha en 1985, s'est élevée à 7,5 millions d'ha en 1995, alors que les superficies palatables sont passées de 10 millions d'ha à 8,7 millions d'ha sur cette même période. Cette dégradation s'est réalisée sous l'action combinée des facteurs du milieu physique et ceux de l'environnement socio-économique. En effet, si les premiers se traduisent à travers la fragilité de l'écosystème steppique, les deuxièmes montrent que la dégradation des parcours est imputée à la pauvreté en milieu rural, elle-même due à la croissance démographique. Cet état de fait a

favorisé l'augmentation de la pression sur les ressources et donc une intervention anarchique de l'homme.

Les risques d'érosion éolienne et hydrique sont élevés en steppes arides en raison de la violence des événements climatiques et de la faible protection du sol par la végétation. L'importance du recouvrement végétal est à la fois une conséquence de l'érosion et un indice de risque érosif ; En outre, les dernières décennies ont connu une diminution notable de la pluviosité annuelle, avec parfois plusieurs années consécutives de sécheresse persistante (Nedjraoui et Bédrani, 2008).

La dégradation voire la désertification des milieux steppiques constitue une préoccupation majeure des scientifiques et des décideurs en Algérie. La végétation pérenne demeure le seul moyen naturel d'action contre la désertification et l'érosion du sol. Ce sont les espèces pérennes comme l'alfa et l'armoise blanche qui subissent en premier les effets de la dégradation essentiellement par surpâturage mais également par les mises en culture. Lorsque l'armoise est éradiquée, il est très difficile voire impossible de la régénérer (Aidoud, 1989). Dans le Sud-Oranais, les peuplements de la région d'El Aricha mis à part (Ayad et al., 2007), les grandes étendues d'armoise pure du Nord du Chott Ech-Chergui (environ 1 million d'ha) ont vu décliner de façon importante l'espèce dominante (armoise). Ceci est dû en particulier à l'extension, durant les dernières décennies, des ensablements néfastes à l'armoise (Zemitti, à paraître). Ces phénomènes traduisent à la fois les effets des successions d'années sèches et ceux du surpâturage (Nedjimi B. et al, 2012).

Est-ce que dresser un bilan écologique de par sa structure, fonctions et dynamique, de ces steppes à armoise à partir des travaux d'inventaire phytoécologiques comme ceux réalisés, dans l'Algérie steppique, celles de Celles, 1975 ; et Djebaïli, 1978 ; donnerai une indication sur cette évolution dont les tendances actuelles dans les steppes arides et semi-arides sont la régression des espèces pérennes ou à cycle long au profit des annuelles ou des plantes à cycle court. Les plantes herbacées pérennes ont fortement régressé, alors que les peuplements graminéens annuels n'ont pas sensiblement changé. On observe une augmentation de l'hétérogénéité dans la répartition du couvert herbacé, avec l'apparition d'une structure "en mosaïque". Ces phénomènes traduisent à la fois les effets des successions d'années sèches et ceux du surpâturage (Le Houerou, 2001).

Ces zones de par l'immensité du territoire qu'elles occupent et l'importance de leurs populations végétales doivent jouer un rôle important dans le nouvel ordre écologique, il



s'agirait donc de multiplier les recherches, enquêtes et expérimentations. C'est dans cet axe que notre contribution, de même que notre travail, pourrait être d'un intérêt appréciable pour tous les acteurs du développement et la préservation de l'équilibre écologique nécessaire à la steppe algérienne.

Dans ce travail qui se réparties en 6 chapitres est présenté comme suit :

Le premier chapitre aborde une présentation sur le cadre d'étude qui porte en 3 sous chapitres, l'un sur les caractéristiques écologiques et socio-économiques des Hautes Plaines Steppiques. L'autre partie de cette étude se penchant sur la monographie de l'armoïse blanche (*Artemisia herba-alba*. Asso). Le troisième sous chapitre se caractérise par une présentation du milieu physique ainsi que le climat des régions d'étude.

Le deuxième chapitre, est consacré à la méthodologie suivie pour la réalisation d'une approche diachronique de près de 50 ans d'intervalle par un échantillonnage dans l'écosystème de la steppe de l'Est Algérien en suivant les mêmes coordonnées GPS des sites visités dans le système préexistant en 1968 et rééchantillonné en 2016-2017, ce travail a nécessité des sorties sur terrain dans toute la partie Est de l'Algérie à savoir 4 Wilayat allant de M'sila, Biskra, Batna et Tébessa voir la steppe orientale s'étalant de Bou Saada (M'sila) à Bir el-Ater (à la frontière tunisienne dans la wilaya de Tébessa), avec une méthode de relevés floristiques linéaires, du nombre de 89 relevés, pour l'analyse de la végétation à travers le couvert végétal des pérenne et des éphémères ainsi que la fréquence spécifique des principaux taxons et des éléments de surfaces du sol, également l'évaluation de la diversité floristique est exprimée par la richesse en taxa et l'équitabilité permettant d'exprimer la diversité  $\beta$  par diversité relative exprimée par rapport à la diversité maximale. Une évaluation de la phytomasse par technique directe et indirecte a été présentée. Pour le traitement des données, un traitement statistique comprenant la statistique descriptive et l'analyse des données, cette dernière compte une analyse multidimensionnelle des données représentée par une analyse des correspondances détendancée (DCA) et une analyse canonique des correspondances (CCA). Les deux analyses DCA et CCA ont été réalisées à l'aide du logiciel R 3.4.1.

Le troisième chapitre et le quatrième chapitre, sont consacré aux changements de végétation (populations et communautés) et aux ressources végétales des parcours à Armoïse blanche avec résultats et discussion. La variation de la diversité exprimée par la richesse spécifique qui montre une valeur élevée observée dans le système préexistant c'est-à-dire en 1968. L'analyse diachronique montre une régression massive de la végétation steppique et du cortège floristique

d'*Artemisia herba-alba*. Les écosystèmes steppiques, ici des steppes orientales sont soumis à des phénomènes de steppisation et de therophytie dus au surpâturage et activités anthropiques (labours illicites) et surtout un phénomène de désertification constaté à travers la présence de sable.

Le cinquième chapitre est consacré au problème de désertification menaçant les écosystèmes et particulièrement les écosystèmes steppiques.

Le sixième chapitre quant à lui est consacré au test de diversité moléculaire pour l'étude du polymorphisme génétique chez *Artemisia herba-alba*.

Et enfin la discussion générale et la conclusion générale, cette dernière présente une synthèse de l'ensemble des résultats.

# Chapitre premier

## Cadre d'étude



# Chapitre premier : Cadre d'étude

## 1. Caractéristiques écologiques et socio-économiques des Hautes Plaines Steppiques Algériennes

### 1.1 Définition

Les Hautes Plaines Steppiques Algériennes sont des régions à vocation essentiellement pastorale. Elles connaissent aujourd'hui une forte tendance à la dégradation qui se traduit par la réduction du potentiel biologique et la rupture des équilibres écologiques et socio-économiques (NEDJRAOUI, 2004). Bien que plusieurs définitions existent de la steppe nous citant celle de LE HOUEROU (1985) le terme steppe évoque d'immenses étendues à relief peu couvert d'une végétation herbacée et clairsemée. Le terme steppe correspond à une formation végétale néo climacique, basse, discontinue, formée d'espèces pérennes et annuelles et dépourvues d'arbres où le sol nu apparaît dans des proportions variables.

En 1995, le même auteur note en décrivant la steppe algérienne que ce sont d'immenses étendues plus au moins arides, à relief peu marqué (600-700 m d'altitude) couvertes d'une végétation steppique basse, clairsemée caractérisée par un quotient P/E.T.P entre 0,065 et 0,28 recevant des précipitations moyennes annuelles variant de 100 à 400 mm. Pour AIDOUD et TOUFFET (1996), une steppe aride est un milieu qui n'offre que des conditions extrêmes pour l'établissement et le maintien d'une végétation pérenne.

Le critère bioclimatique de cette région aboutissant à l'apparition de certains types de végétation, peut être pris en compte afin de délimiter cette dernière. Le critère le plus couramment utilisé est la pluviométrie. MARA (1974) estime que la steppe est "l'immense zone où, du fait de l'aridité du climat", aucune intensification de culture n'est possible sans irrigation, mais où une végétation permanente permet l'élevage ovin » ; c'est le « pays du mouton » qui s'étend du sud du tracé de l'isohyète des 400 mm, jusqu'à l'isohyète des 100 mm, au sud duquel commence le désert saharien.

La Steppe algérienne constitue une vaste région qui, forme un ruban d'environ 1000 km de long sur 300 km de large, réduite à moins de 150 km à l'Est (figure 1). Elle s'étend sur une superficie de 20 millions d'hectares mais compte 15 millions d'hectares de parcours. Sa limite Nord commence avec le tracé de l'isohyète 400 mm, qui coïncide avec l'extension des cultures céréalières en sec. La Steppe, en tant qu'espace géographique, se limite au Sud de l'Atlas saharien à 100 mm de précipitations.

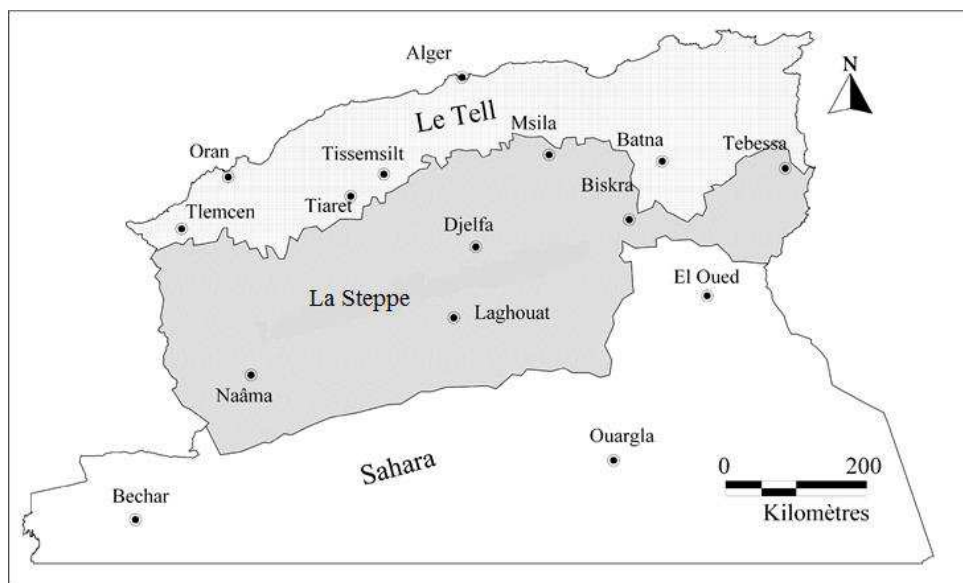


Figure 1 : Situation de la Steppe en Algérie. (ANAT, 2004)

## 1.2 Climat

La pluviométrie constitue la référence la plus significative en région aride dans la répartition des formations et groupements végétaux (Le Houérou, 1969; Djebaili, 1978...) et en matière de fonctionnement de l'écosystème (Noy-Meir, 1973; Rutherford, XXX; Aidoud, 1989) ce qui conditionne la sensibilité de tels écosystèmes au phénomène de désertification puisqu'elle conditionne l'état de la végétation pérenne.

La répartition de la région steppique peut être présentée comme suit :

- 300 - 400 mm, correspond à la zone sub-steppique du semi-aride (Le Houérou & al, 1977), caractérisée par la disparition des espèces forestières et l'apparition des espèces steppiques telles que l'armoise (*Artemisia herba alba*), l'alfa (*Stipa tenacissima*) et le sparte (*Lygeum spartum*). Ces terrains considérés comme de bons parcours sont situés au Nord des Hautes Plaines algéro-oranaises et sur le versant Sud des Aurès, des Monts des Ouleds Naïls et des Nememchas. Dans cet étage bioclimatique, les parcours sont en compétition avec la céréaliculture au niveau des dépressions et même sur les glaciers.
- 100 - 300 mm, cette tranche pluviométrique correspond à la région des steppes méridionales arides et présahariennes (Le Houérou & al, 1977) qui sont caractérisées par une réduction importante du couvert végétal donnant lieu à des parcours médiocres sur des sols squelettiques et ayant atteint un seuil de dégradation très avancé.

- < 100 mm, correspond à la zone Sud de l'Atlas saharien. La végétation est contractée et localisée dans les lits d'oueds. C'est une végétation hygrophile et psamophile fortement adaptée aux conditions xériques et qui présente un très fort taux d'endémisme. On retrouve des pâturages à base d'espèces graminéennes à *Aristida pungens* et *Panicum turgidum* et d'arbustes fourragers tels que les nombreux acacias.

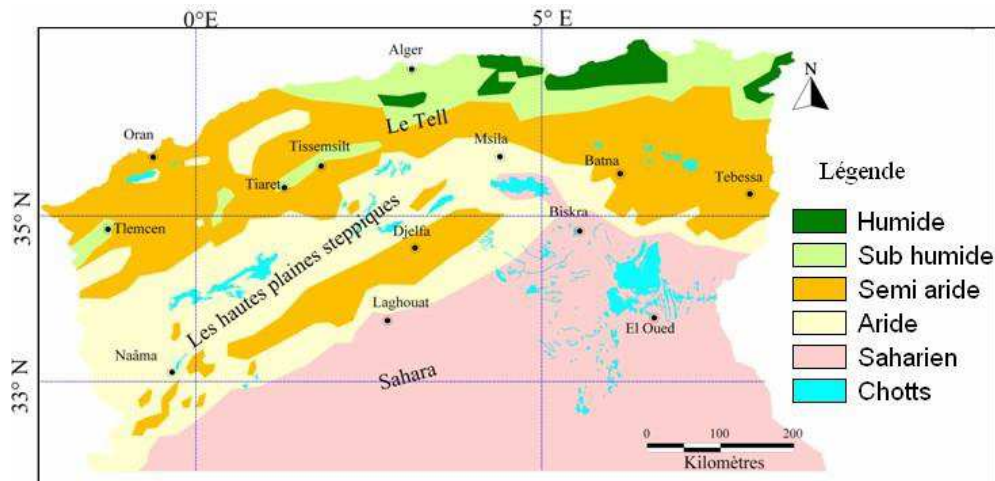


Figure 2 : Carte bioclimatique de l'Algérie. (ANAT, 2004).

### 1.3 Températures et pluviométrie

La steppe algérienne est caractérisée par une période de sécheresse estivale longue allant de cinq à six mois. Sous l'effet du Sahara ces régions se caractérisent par un climat sec et chaud, la moyenne des températures minimales du mois le plus froid "m" comprise entre 0 et 9°C dans les régions littorales et entre - 2 et + 4°C dans les régions semi-arides et arides. Une moyenne des températures maximales du mois le plus chaud "M" varie avec la continentalité, de 28°C à 31°C sur le littoral, de 33°C à 38°C dans les Hautes Plaines steppiques et supérieure à 40°C dans les régions sahariennes.

Le milieu steppique est marqué par une grande variabilité interannuelle des précipitations, dont ces dernières décennies qui ont connu une diminution de la pluviosité moyenne et plusieurs années consécutives de sécheresse persistante. Le calcul de cette diminution de la pluviosité moyenne par rapport à une période allant de 1913 à 1938 est de l'ordre de 18 à 27% ; HIRCHE et al, 2007 notamment, ne décèlent aucune tendance à l'assèchement concernant les stations de l'Algérie orientale (Biskra) et centrale (Djelfa) mais y'a une différence notable entre la région ouest et les autres ; DJELLOULI et NADJRAOUI, 1995 signalent qu'au Sud-Ouest Oranais les pluviosités annuelles n'ont pas dépassé 25 % de la moyenne, et la durée de la saison sèche aurait

augmenté de 2 mois entre 1913-1938 et 1978-1990. Les dernières décennies sont tellement sèches qu'elles ont influé la tendance globale. BENABADJI et BOUAZZA, 2000, arrivent par le biais de l'analyse des diagrammes ombrothermiques à la même conclusion en observant indirectement un allongement de la période sèche. Selon HIRCHE et al, 2007, il semblerait, que l'assèchement augmente à mesure que l'on se dirige vers l'Afrique du Nord occidentale.

#### **1.4 Les ressources en eau**

L'eau est la principale préoccupation de l'éleveur en steppe, car le réseau hydrographique est de faible importance. Les potentialités en eau du pays s'élèvent à environ 16,8 milliards m<sup>3</sup>, dont 80 % sont renouvelables (70 % pour les eaux de surfaces et 10 % pour les eaux souterraines) et sont localisées dans la frange nord du pays (NEDJRAOUI et BEDRANI, 2008).

Le réseau hydrographique peut être représenté par des dispositifs de captage des eaux superficielles et par l'utilisation des eaux d'infiltration (BENREBIHA, 1984). Ces eaux superficielles sont captées par des petits ouvrages à ciel ouvert que ce soit au niveau des piémonts aménagés pour domestiquer les épandages de crues, dans les lits d'oueds, barrés par de petits barrages, dans des citernes (ou R'dirs) construites pour recueillir les eaux de ruissellement et pouvant contenir de 50 à 60.000 litres. Pour les eaux d'infiltration, les sources sont le plus souvent situées au pied des massifs calcaires des piémonts, ainsi que les sources artésiennes autour des sebkhas. Les puits permettent l'utilisation des eaux de nappes phréatiques.

Les ressources hydriques sont faibles, peu renouvelables, inégalement réparties et anarchiquement exploitées. Les points d'eau sont au nombre de 6500 dont plus de 50 % ne sont plus fonctionnels (NEDJRAOUI et BEDRANI, 2008).

#### **1.6 Les ressources végétales**

La steppe est essentiellement composée d'une strate basse de plantes ligneuses et herbacées herbacée assez variée d'espèces vivaces et éphémères. Trois espèces dominent traditionnellement la flore, à savoir l'alfa (*Stipa tenacissima* L.), l'armoise blanche (*Artemisia herba\_alba* L.) et le sparte appelé aussi fausse alfa (*Lygeum spartum*).

Selon MARA (1974), L'armoise et l'alfa occupent, à elles seules, près de 7 millions d'hectares, tandis que le sparte occupe 3 Millions d'hectares. Généralement, de nombreuses espèces halophiles occupent des sols salins aux alentours des chotts (DJEBAILI, 1984).

## 1.4 Le sol

On distingue plusieurs types de sols steppiques dont les caractères généraux sont les suivants :

- les sols pauvres en éléments nutritifs et en humus ;
- les sols peu profonds et souvent salés.

Les sols steppiques sont soumis à une forte érosion hydrique et éolienne due aux conditions climatiques et à la forte action anthropique qui diminue le couvert végétal. Près de 600.000 ha de terres en zones steppiques sont totalement désertifiées (HADJIAT, 1997).

Les bons sols sont surtout des sols alluviaux. On les rencontre :

- au bord des oueds, ces sols restent très précaires face à l'érosion hydrique ;
- dans les dépressions fermées (dayas). Ce sont des sols profonds fertiles qui accueillent en priorité les cultures ou du *Lygeum spartum* ;
- les piémonts sont des sols, beaucoup moins homogènes et moins épais. Les éléments constitutifs de ces sols sont grossiers.

## 1.7 Caractéristiques socio-économiques

### 1.7.1 La population

La population de la steppe est près de 4 Millions d'habitants KACIMI (1996). Selon NEDJRAOUI et BEDRANI, 2008, la croissance démographique des zones steppiques est plus forte que celle enregistrée dans le reste du pays et a concerné aussi bien la population agglomérée que la population éparse (Figure 3).

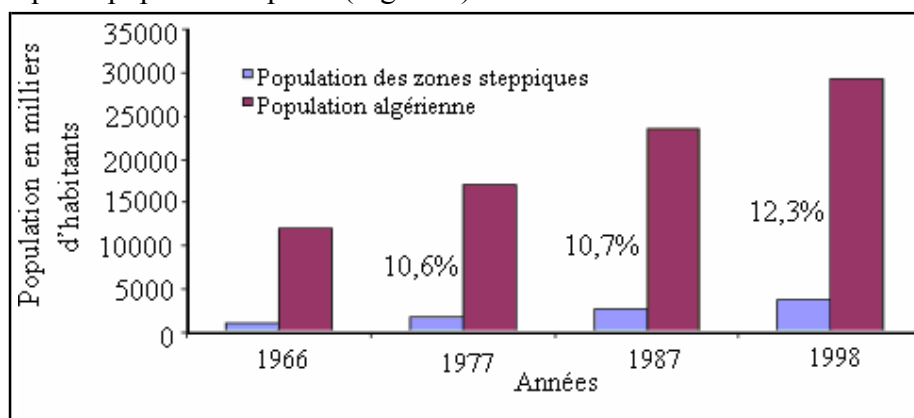


Figure 3 : Évolution de la population steppique par rapport à la population totale (NEDJRAOUI et BEDRANI, 2008).



Cependant on note une importante régression du nomadisme estimée à 200.000 habitants en 1996 comparée à ce qu'elle été, de 595.420 habitants, en 1954, les déplacements de grande amplitude ne concernant plus qu'environ 5 % de la population steppique, alors qu'elle été de 64% en 1954 (NEDJRAOUI et BEDRANI, 2008).

### 1.7.2 Elevage ovin

L'activité pastorale dont la steppe est le support l, repose sur l'équilibre de trois facteurs :

- la steppe qui fournit le fourrage et l'eau ;
- le mouton qui tire parti de la steppe ;
- le pasteur qui vit du troupeau et qui se déplace pour assurer la survie de l'ensemble.

L'équilibre steppe-mouton-pasteur, actuellement bouleversé, caractérise la situation actuelle de l'élevage ovin en zone pastorale. Le problème inévitable de la sécheresse cyclique pousse les éleveurs à lui opposer le plus grand effectif de cheptel, en vue d'en sauvegarder le maximum ; ce comportement implique des effets destructeurs sur les pâturages. (BOUABDELLAH,1992)

La steppe se caractérise par une surcharge des parcours dont l'effectif du troupeau, est passé de 7.212.240 ovins en 1980 à près de 12 millions en 2005 (Figure 4).

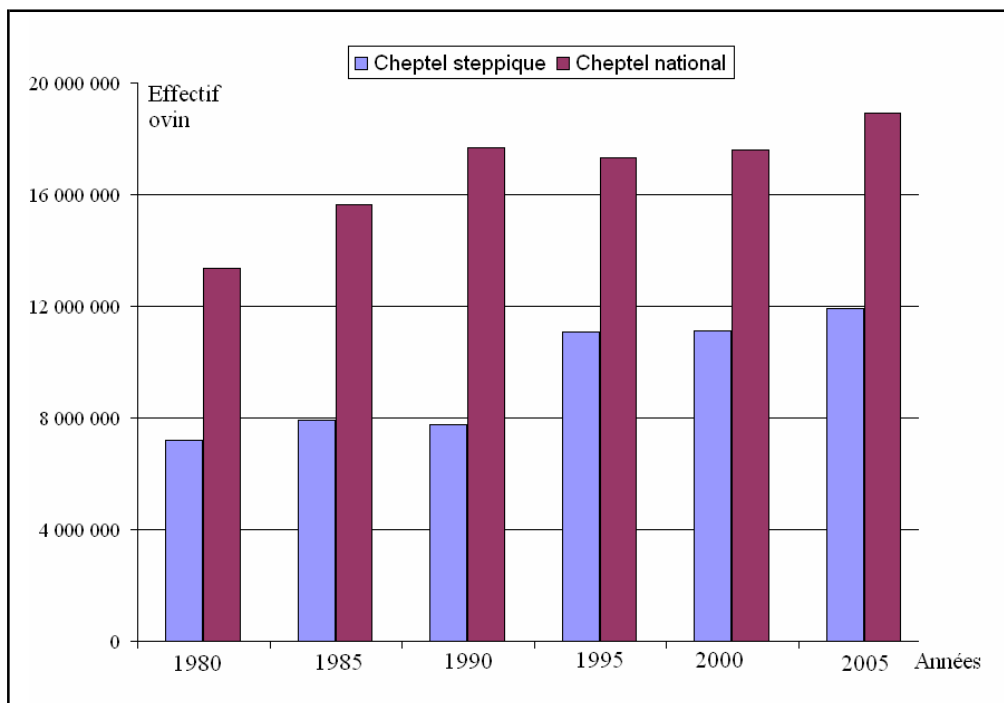


Figure 4 : Évolution du cheptel ovin en Algérie (NEDJRAOUI et BEDRANI, 2008)

Cette évolution est intéressante mais surtout pour montrer que la part du cheptel élevé en steppe a augmenté.

L'évolution générale du cheptel peut être faite de 1963 à nos jours D'après le HCDS, le cheptel national est actuellement de 29 millions.

### **1.7.3 Activités agricoles**

La céréaliculture aléatoire est l'activité la plus importante après l'élevage. Sa surface est estimée à 1.000.000 ha, avec une production de 4 qx/ha en moyenne.

L'armoise exploitée comme aliment de bétail par les éleveurs ainsi que pour ces propriétés médicinales et L'alfa exploité par le secteur artisanal et pour la fabrication de papier dont les surfaces occupées, importantes au début du siècle 19 (5 millions d'hectares) ont été réduites à 2 millions d'hectares en raison de leur exploitation abusive (NEDRAOUI, 1990 ; KADI HANIFI, 1998).

## **2. Généralités sur l'Armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso)**

L'Armoise blanche a été décrite par l'historien grec Xénophon au début du IV siècle avant J-C, dans les steppes de la mésopotamie (JOANNES, 2001). Elle a été ensuite répertoriée en 1779 par le botaniste espagnol Ignacio Claudio de Asso y del Rio. C'est une plante essentiellement fourragère, très appréciée par le bétail, elle présente une odeur caractéristique d'huile de thymol et un goût amer d'où son caractère astringent (NABLI, 1989).

L'Artémisia est le nom de guerre des armoises, il provient de celui de la déesse grecque de la chasse Artémis, la diane des romains, patronne des vierges à cause des bienfaits de cette herbe. Herba alba signifie herbe blanche. Plusieurs noms sont attribués à l'armoise blanche tels le thym des steppes, absinthe du désert. En Afrique du nord et en moyen orient, on l'appelle communément Shih"ou "Chih".

### **2.1 Taxonomie**

*Artemisia herba alba* est décrite pour la première fois par ASSO en 1779. Ce dernier en fait une seule et unique espèce alors que Lamarck (cité par WILLCOMM et LANCE, 1981 in POURRAT 1974) reconnaît deux espèces *A. aragonensis* (blanc velu) et *A. Valentina* (vert glabre). Plusieurs variétés ont été citées : *Incana Boiss.* (Blanche et velue) et *Glabrescens boiss.* par WILLCOMM et LANCE (1981); *Valentina* par DELGADO et al (1903).

POTTIER (1981) travaillé dans la vallée du Souss (Maroc) cité les variétés herba alba dans l'atlas et Huguetti sur le littoral (D'Agadir au cap Rhir) ZOHARY 1973 (in Thalàn ; 1979) mentionne plusieurs écotypes, remettant en cause ainsi l'existence des variétés (AIDOUD A., 1988)

## 2.2 Noms vernaculaires

Armoise blanche, thym des steppes, absinthe des steppes (français) nommée chih (arabe) en Afrique du nord et au Moyen-Orient. Connue depuis l'antiquité, cette plante est mentionnée dans la bible hébraïque sous le nom la'anah. Wormwood (anglais) fait allusion à son pouvoir vermifuge bénéfique pour l'homme et le bétail.

## 2.3 Systématique

Dans le genre *Artemisia*, on compte plus de 350 espèces surtout dans l'hémisphère nord. (EMBERGER., 1971). On compte trois espèces dans le Sahara et le steppe, *Artemisia compestris* L, *Artemisia herba alba* Asso et *Artemisia judaica*. Il existe une autre espèce d'*Artemisia* qui se trouve généralement au nord du pays appelée *Artemisia arborescence* (OZENDA, 1958).

La systématique de *Artemisia herba-alba* se présente comme suite

Embranchement : Spermaphyte ou spermatophyte

Sous embranchement : Angiospermes

Classe : Dicotylédones

Sous Classe : gamopétales

Ordre : Astérales

Famille : Composées

Sous famille : radiées

Genre : *Artemisia*

Espèce : *Artemisia Herba Alba*, Asso

Nom vulgaire : Armoise blanche

Nom arabe : Chih, ifsi, Zézzaré. (QUEZAL & SANTA, 1963, DEYSSON, 1976)

## 2.4 Phytogéographie

L'*Artemisia herba alba* est une plante spontanée très répandue en Afrique du nord et au moyen orient, elle affectionne les climats secs et chauds, et existe sous forme de peuplements importants dans les zones désertiques (HURABIELL & al, 1981).

*Artemisia herba-alba* est considérée comme une espèce Irano-Touranienne (ZOHARY, 1962 et QUEZEL, 1978). L'existence de la flore Irano-Touranienne en Afrique du Nord est très discutée. QUEZEL (1978) parle de « reliques Irano- Touraniennes » et OZENDA (1977) de rameau émigré vers les hauts plateaux, d'Afrique du Nord, ce dernier place cependant, l'Armoise blanche parmi les Méditerranéennes et les Saharo- Sindiennes.



Figure 5 : Aire de répartition mondiale de l'Armoise blanche déterminée d'après les indications données par : Quezel et Santa (1962-1963), Jager (1971), Zohary (1973), Ozenda (1977), Thalen (1979) et Breckle (1983) d'après Aidoud A (1988)

## 2.5 Ecologie

Au plan climatique général (en considérant essentiellement la pluie et la température), l'Armoise blanche présente une plasticité relativement grande.

Elle est citée dans la tranche de 200 à 600mm de pluviosité annuelle moyenne (LE HOUEROU, 1969). Elle peut ainsi appartenir à l'intervalle bioclimatique (au sens d'EMBERGER) allant de l'étage semi-aride supérieur à l'étage per aride inférieur (ou saharien) avec des hivers chauds à froids.

Il semble toutefois que, dans ce large éventail bioclimatique, l'espèce trouve son optimum (en tant qu'espèce dominante physiologique), dans l'étage bioclimatique aride (avec une pluviosité moyenne de 200 à 300 mm) à hiver frais ou froid.

Au plan édaphique, les groupements à Armoise blanche colonisent les dépressions non salées et les glaciis à sols généralement limoneux, peu perméables et à ruissellement important. (AIDOUD, 1988)

DJEBAILI en 1984, classe les stations représentatives des régions steppiques (Ouest et Est) selon la période de sécheresse, en quatre catégories :

- La première avec une période de sécheresse de 11 à 12 mois (Biskra, ouled djellal, laghouat, Ain-Sefra et el- Biodh).
- La deuxième avec une période de sécheresse de 7 à 10 mois (el Kantara).
- La troisième avec une période de 6 mois de sécheresse (Mécheria).
- La quatrième avec 4 à 5 mois de sécheresse (Djelfa, Aflou, et Batna).

## 2.6 Description botanique

L'Armoise blanche est une plante herbacée à tiges ligneuses et ramifiées, de 30 à 50cm, très feuillées avec une souche épaisse. Les feuilles sont petites, sessiles, pubescentes et à aspect argenté. Les fleurs sont groupées en grappes, a capitules très petites (3/ 1,5 mm) et ovoïdes. L'involucre est à bractées imbriquées, les externes orbiculaires et pubescentes. Le réceptacle floral est nu avec 2 à 5 fleurs jaunâtres par capitule toutes hermaphrodites (POTTIER, 1981), La formule florale correspondante est :  $5S+5P+5E+2C$ .

Elle se distingue par une odeur caractéristique d'huile de thymol et un goût amer d'où son caractère astringent. (NABLI, 1989).

*Artemisia herba-alba* fleurit au mois d'octobre - novembre, fructifie et dissémine ces graines en décembre (AIDOUD, 1988). Cette floraison d'automne constitue une stratégie adaptative adoptée par beaucoup d'espèces des régions arides. Elle permettrait aux graines d'échapper à la prédation durant la période estivale (SOLBRIG, 1977).

Dans son cycle annuel, les feuilles de l'armoise blanche montrent un polymorphisme saisonnier. Les premières qui se développent en hiver en général sont grandes et découpées. Les suivantes sont de taille de plus en plus réduite et de moins en moins découpées, ce qui permet la réduction

de la surface transpirante car ce polymorphisme constitue l'un des caractères adaptatifs de l'espèce à la sécheresse (AIDOUD, 1983). ORSHAN & ZAND (1962) ont démontré que *Artemisia herba-alba* peut réduire son poids pendant la saison sèche de plus de 70%. Cette diminution abaisse considérablement la transpiration de la plante.

Pour la partie souterraine elle se présente sous forme d'une racine principale, ligneuse et épaisse, bien distincte des racines secondaires et qui s'enfonce dans le sol tel un pivot.

La racine pénètre profondément jusqu'à 40 à 50 centimètres et ne se ramifie qu'à cette profondeur (AIDOUD,1983).

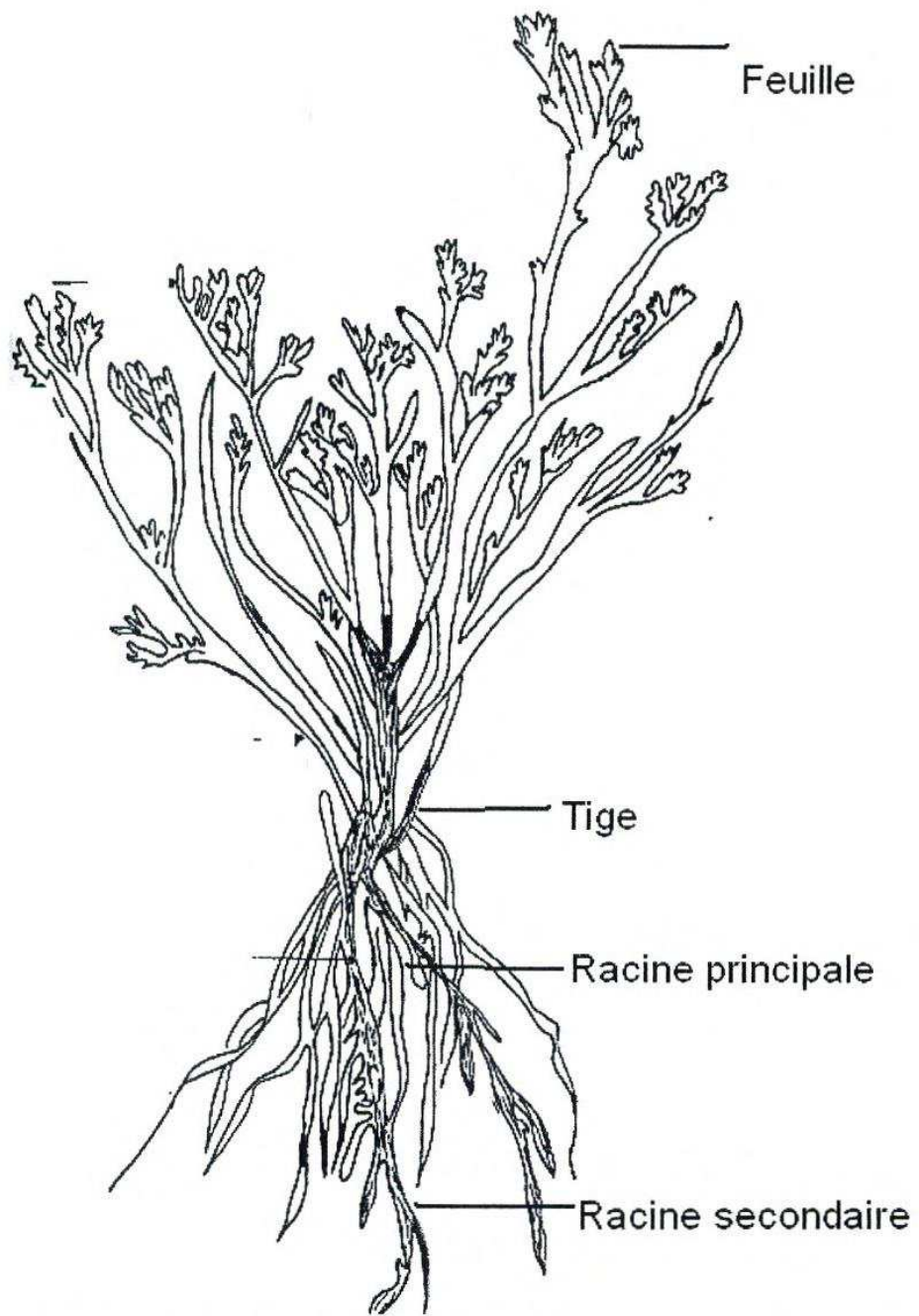


Figure 6 : Morphologie générale de la plante *Artemisia herba-alba*

BOYKO & ABRAHAM (1954) in. POURRAT (1974) ont montré chez *Artemisia herba-alba*, que la densité et la profondeur des ramifications des racines varient avec l'aridité du climat.

Dans une région désertique, cette espèce présente un système racinaire peu profond avec un grand nombre de ramifications latérales particulièrement abondantes entre 2 et 5 cm de profondeur. Cette forme et ce mode d'extension latéral des racines permettent, lorsque l'aridité augmente, une meilleure interception de l'eau infiltrée.

## **2.7 Phénologie et adaptation**

Les variations phénologiques observées sur l'Armoise blanche montrent une adaptation très poussée de l'espèce vis à vis du milieu et en particulier la sécheresse du climat.

Les pousses qui proviennent des bourgeons latéraux de la bases des rameaux lignifiés, apparaissent en général en hivers (RODIN et al. 1970, AIDOUD, 1983).

Pendant la période d'été la plante réduit ces feuilles et par conséquent, la diminution de la surface transpirante due à la température élevée constitue l'une des adaptations morphologiques les plus efficaces chez les espèces végétales des régions aride et désertiques. Ce phénomène a été décrit chez l'Armoise par EVENARI et al (1975) et chez d'autres espèces telles que *Helianthemum virgatum*, *Noaea mucronata*. (ORSHAN ,1954)

Une indication d'adaptation à la sécheresse de l'armoise blanche est fournie par son système racinaire aussi bien dans sa forme, son mode d'extension et sa biomasse.

Par ailleurs, il semble que les racines soient d'autant plus superficielles que la texture est fine (BARBOUR, 1981 et ZOHARY ,1973) ce qui est bien le cas des sols à texture limoneuse.

## **2.8 Utilisation d'*Artemisia herba-alba***

### **2.8.1 En phytothérapie**

En pharmacopée traditionnelle, l'Armoise blanche était reconnue depuis longtemps par les populations pastorales et nomades pour ses vertus purgatives. On l'utilise notamment comme vermifuge chez les ovins (NABLI,1989).

FREIDMAN & al.(1986), ont rapporté que l'infusion de l'armoise blanche est assez employée par les bédouins du Neguev (Israël) pour soulager les maux gastro-intestinaux.

En Irak, elle est préparée avec le thé et constitue l'une des formes d'automédication contre le diabète non insulino-dépendant (DNID)(AL-WAILI,1986).



En plus du diabète, son extrait aqueux est utilisé traditionnellement en Jordanie comme un antidote contre les venins de plusieurs types de serpents et de scorpions, et en Afrique du nord pour soigner la bronchite, l'abcès, les diarrhées, et comme vermifuge. (GHARABI et SAND, 2008)

### **2.8.2 En alimentation**

L'Armoise blanche est considérée comme l'arôme de certaines boissons au même titre que le thé ou le café (BENDJILAL & al,1984). Néanmoins, son usage dans l'industrie alimentaire reste très limité à cause de la toxicité de la bêta thujone dont le taux ne doit pas dépasser 5mg/kg (BENDJILAL & al,1984).

### **2.8.3 En pastoralisme**

C'est est une plante essentiellement fourragère, très appréciée par le bétail comme pâturage d'hiver (NABLI, 1989) parce qu'elle a une valeur fourragère importante de 0,45 à 0,70 UF/kg MS (NEDJRAOUI, 1981). Les steppes à armoise blanche sont souvent considérées comme les meilleurs parcours (là 3 ha/mouton) en raison de sa valeur énergétique (AIDOUD, 1989).

Selon AIDOUD (1989) dans le Sud-Oranais, la production de l'armoise blanche varie entre 104 et 636 kg MS/ha ; la productivité étant de 340 kg MS/ha/an. La production des éphémères varie entre 23 et 407 kg MS/ha. Celle des thérophytes, qui constituent l'essentiel de la flore (75%), se situe entre 0 et 264 1kg MS/ha.

Insuffisant

## **3. Présentation de la région d'étude**

### **3.1 le milieu physique**

L'étude de la diversité floristique porte sur les steppes orientales ; à l'Est du Hodna s'étendent les Hautes-Plaines sud-constantinoises dont l'altitude se situe entre 900 et 1200 m avec, au Sud, le massif des Aurès et son prolongement oriental des Nememtcha (Le HOUEROU & al, 1977).

La région où ont été effectués les relevés floristiques englobe quatre wilayate de la zone steppique de l'est algérien à savoir : la wilaya de Tébessa (Thlidjen, Bir El Aater), Batna (Barika : Bitam, Kerbet El Magtaa), M'sila (itinéraire M'sila ville, Bousaada, Bensrou), et Biskra (El Kantara, Ain Zaatout, itinéraire Tolga-Bensrou).

A partir de cela on peut délimiter notre région d'étude (figure 7) par :

- Au nord (M'sila) par les wilayate de Bouira, Borj-Bou-Arrierij et Sétif, toujours au nord (Batna) Sétif et Constantine ainsi que Oum el Bouaghi et Souk Ahras au nord de Tébessa.
  - A l'ouest (M'sila) on a les wilayat de Djelfa et Médéa, et à l'est (Tébessa) on a la Tunisie sur 300 km de frontière.
  - Au sud (M'sila, Biskra et Tébessa) nous avons les wilayat de Djelfa et d'El Oued.
- **Tébessa** s'étend sur une superficie de 14.227 Km<sup>2</sup> et compte une population estimée à fin 2008 à 648.703 habitants, (ONS, 2008), soit une densité moyenne de 47 habitants par Km<sup>2</sup>, A uniformiser

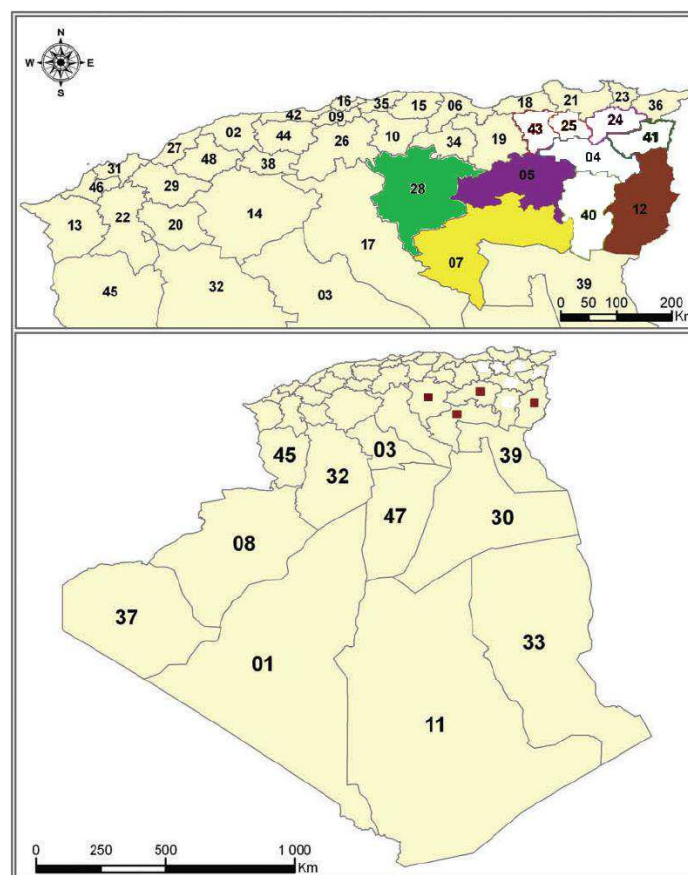


Figure 7 : localisation des régions d'étude (12 Tebessa,05 Batna, 28 M'sila, 07 Biskra)

D'après l'étude qu'a entreprise la DPAT (Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire) et la DSA (Direction des Services Agricoles) de Tébessa

(DSA in BENMAHMOUD-KHATTABI, 2012), la wilaya est partagée en trois grandes zones sur la base d'une étude technique et physique (climat, relief, végétation, température et ressources hydriques) ces zones sont :

- 1- Zone du Nord.
- 2- Zone Centrale.
- 3- Zone du Sud.

La zone Centrale a été définie comme zone steppique elle est départagée à son tour en deux sous zones :

- 1- Zone Centrale 01 : Cette zone représente une zone steppique à vocation agricole et ce pour l'extension des grandes cultures, considérée « riche » en raison de l'élevage ovin très répandu, elle englobe des Oueds bas, comme O.Bhired Mechtel, O.Guersas, O.Tlidjene, O.El Ma Labied, au nord, Dj.Nemamcha, Dj. Botna et Dj. Saf-Saf au sud.

Ses caractéristiques :

- Une pluviométrie de 350mm/an.
- Des températures caractérisées par une grande amplitude.
- Des vents violents.
- Une pente moyenne estimée à 3%.
- Un ruissellement d'une grande fluctuation qui joue le rôle d'écluse pour l'évacuation des eaux des pluies vers O.Cheria et O.Guersas.

- 2- Zone Centrale 02 : Appelée généralement « Pays des moutons », elle occupe la partie centrale de la wilaya et contient dans sa partie Nord Est l'écluse du bassin versant de O.El Kebir et O.Safsaf et on y trouve aussi des dépressions du coté de Dj.Nemamcha et Dj. Darmoun.

Ses caractéristiques :

- Une pluviométrie de 200 mm/an.
- Des températures élevées.
- Une altitude dépassant les 600m.

La plupart des terres sont des pâturages naturels (Alfa ou *Stipa tenacissima* et Armoise blanche ou *Artemisia herba-alba*).

Une quantité relativement faible en eaux souterraines.

- **Batna** a une superficie de 12.038,76 Km<sup>2</sup>, Elle s'inscrit presque entièrement, dans un ensemble physique constitué par la jonction des Atlas Tellien au Nord et Saharien au Sud.

Elle présente ainsi, une structure physique très hétérogène ; pratiquement composée de trois (03) régions naturelles distinctes :

1. Les hautes plaines telliennes ; 2.934 Km<sup>2</sup> (24%)
2. La zone montagneuse, 5.340 Km<sup>2</sup>, représente 45% de la superficie totale de la Wilaya

- Altitude entre 700 et 2.326 m (Djebel Chélia)
- Précipitations 600 à 900 mm /an
- Enneigement persistant (15 jours à Arris à 1.100m d'altitude)

3. Les hautes plaines steppiques. 3.764 Km<sup>2</sup> (31%) : Encadrée au Nord par les <monts du Hodna , à l'Est par les Monts du Belezma et DJ Metlili et au Sud par versant Nord des Monts du Zab (Dj Ammar – Bouzokhma)

- Altitude moyenne inférieure à 500 m.
- Précipitations inférieures à 300 mm

Cette région peut être scindée en 03 zones :

- La zone des Glacis immédiatement en contrebas des reliefs montagneux (N'Gaous – El Djezzar – Sefiane – Boumagueur et Gosbat).
- La plaine du hodna (M'Doukal – Barika – Bitam – Ouled Ammar).
- La zone des Chotts (Azil Abdelkader).

- **M'sila** a une superficie totale est de 18 175 Km<sup>2</sup>, soit 0,76 % du territoire national. La structure physique de la wilaya de M'Sila est très hétérogène. Elle se caractérise par trois régions naturelles bien distinctes (D.S.A., 2015) :

- Zone de steppe couvre la plus grande partie du territoire et se caractérise par un couvert végétal clairsemé, traduisant le degré de dégradation des parcours ;
- Zone de la plaine du Hodna où se concentre la grande part de l'activité agricole de la wilaya (céréales, maraîchage, arboriculture) ;

- Zone de montagnes, réservée à une agriculture de montagne de type extensif avec quelques massifs forestiers.

- **Biskra** qui est d'une superficie de 21.671.2 km, constitue une région de transition entre les domaines atlasiques plissés du nord et les étendues plates et désertiques du Sahara du sud. Ce territoire peut être divisé en quatre grandes entités géographiques, à savoir :
  - Une zone de montagnes, qui borde la limite septentrionale de la wilaya. Le Djebel Taktiout est le point culminant de la wilaya avec une altitude de 1942 m.
  - Une zone de plateaux, localisée à l'ouest. Cette zone s'étend du nord au sud et constitue en partie le territoire de la daïra d'Ouled Djalal et celle de Tolga.
  - Une zone de plaines, qui occupe la zone centrale de la wilaya, il s'agit de trois grandes plaines d'El Outaya, de Sidi Okba et celle de Doucen.
  - Une zone de dépression, située au sud-est qui correspond en fait à la zone de chottes à altimétrie négative, atteignant par endroits les 40 m. cette zone constitue le point de convergence et d'exécution naturelle de la majorité des grands oueds qui drainent la wilaya (GUEMAZ,2006).

### 3.2 Climat

Afin de caractériser le climat dans les wilayat de la région d'étude, les données de périodes datant depuis les années 80 aux années 2000 sont exploitées.

#### 3.2.1 Précipitation

**Tableau 1 : Distribution mensuelle des précipitations annuelles pour les quatre wilayat**

| Mois                       | Jan   | Fév   | Mar   | Avr   | Mai          | Jui   | Juil        | Aou   | Sep         | Oct   | Nov       | Déc   | Total  |
|----------------------------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-----------|-------|--------|
| <b>P(mm)</b>               |       |       |       |       |              |       |             |       |             |       |           |       |        |
| <b>Tébessa (1980-2010)</b> | 30,6  | 18,3  | 31,9  | 34,6  | 39,7         | 28    | <b>12,5</b> | 22,9  | <b>42,6</b> | 29,3  | 29,4      | 30,7  | 350,5  |
| <b>Batna (1985-2005)</b>   | 24    | 34    | 38    | 34    | 34           | 18    | <b>03</b>   | 15    | 38          | 30    | <b>39</b> | 24    | 331    |
| <b>M'sila (1988-2008)</b>  | 20,84 | 14,05 | 14,95 | 21,85 | <b>34,00</b> | 12,19 | <b>7,33</b> | 10,12 | 27,48       | 25,67 | 20,43     | 21,50 | 206,90 |
|                            |       |       |       |       |              |       |             |       |             |       |           |       |        |

|                               |       |       |       |       |      |      |             |      |       |       |              |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------------|------|-------|-------|--------------|
| <b>Biskra<br/>(1977-2001)</b> | 18.02 | 10.56 | 10.32 | 11.36 | 9.85 | 5.23 | <b>0.38</b> | 6.73 | 13.42 | 10.75 | <b>20.42</b> |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|------|------|-------------|------|-------|-------|--------------|

**Source : ONM**

Les variations des précipitations annuelles des différentes régions d'étude montrent une grande variation à l'échelle des décennies enregistrées pour chaque région (tableau 1) ; on observe que les précipitations maximales et minimales sont enregistrées pour :

- Tébessa les précipitations maximales sont enregistrées au mois de septembre avec une moyenne de 42,6 mm alors que le mois le plus sec est juillet avec 12,5 mm pour la période allant de 1980 à 2010 soit 30 années d'enregistrement ;
- M'sila quand a elle on enregistre 34 mm pour la maximale du mois de Mai, et les précipitations minimales présentent au mois de Juillet avec 7,33 mm pour une période de 20 ans (1988-2008)
- Pour Batna et Biskra le mois le plus pluvieux est celui de Novembre avec respectivement 39 mm et 20,42 mm, le mois le plus sec est pour les deux wilayat le mois de Juillet avec 3 mm et 0.38 mm pour Biskra, pour une période de 20 ans (1985-2005) et de 24 ans pour Biskra (1977-2001).

### 3.2.2 Température

**Tableau 2 : Variation des températures moyennes mensuelles pour la région de Tébessa pour la période allant de 1980 à 2010**

| <b>Mois<br/>T°</b> | <b>Jan</b> | <b>Fev</b> | <b>Mar</b> | <b>Avr</b> | <b>Mai</b> | <b>Jui</b> | <b>Juil</b> | <b>Aout</b> | <b>Sep</b> | <b>Oct</b> | <b>Nov</b> | <b>Dec</b> | <b>Moy</b> |
|--------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|-------------|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| <b>Min</b>         | 3,9        | 4,9        | 8,3        | 1,2        | 10         | 13         | 23,9        | 18,6        | 20,3       | 14,2       | 9,2        | <b>0,3</b> | 10,65      |
| <b>Max</b>         | 9,4        | 10,4       | 15,6       | 16,6       | 28,1       | 26,6       | <b>29,2</b> | 28,9        | 24,1       | 21,1       | 21,1       | 10,7       | 20,15      |
| <b>Moy</b>         | 6,62       | 7,74       | 10,51      | 13,41      | 18,43      | 23,34      | 26,87       | 25,96       | 21,73      | 17,27      | 11,82      | 7,46       | 15,93      |
| <b>Ecart</b>       | 5,5        | 5,5        | 7,3        | 15,4       | 18,1       | 13,6       | 5,3         | 10,3        | 3,8        | 6,9        | 11,9       | 10,4       | 9,5        |

**Source : ONM**

D'après le tableau 2, il apparaît que la moyenne des températures maximales enregistrées pour la région de Tébessa, soit de 29,2 C° au mois de juillet alors que la moyenne des minimas est de 0,3 C° au mois de Décembre comme le mois le plus froid.

**Tableau 3 : Variation des températures moyennes mensuelles pour la région Batna pour la période allant de 1985 à 2005**

| Mois T°      | Jan        | Fev   | Mar  | Avr   | Mai   | Jui  | Juil        | Aout | Sep   | Oct   | Nov  | Dec  | Moy   |
|--------------|------------|-------|------|-------|-------|------|-------------|------|-------|-------|------|------|-------|
| <b>Min</b>   | <b>0,6</b> | 1,5   | 2,6  | 5,2   | 8,9   | 13,9 | 16,3        | 16,2 | 13,2  | 8,3   | 3,5  | 1,1  | 7,60  |
| <b>Max</b>   | 9,9        | 10,04 | 13,8 | 16,7  | 22,2  | 28,9 | <b>32,9</b> | 31,8 | 26,5  | 20    | 13,5 | 11   | 19,77 |
| <b>Moy</b>   | 5,25       | 5,77  | 8,2  | 10,95 | 11,55 | 21,4 | 24,6        | 24   | 19,85 | 14,15 | 8,5  | 6,05 | 13,68 |
| <b>Ecart</b> | 9,3        | 8,54  | 11,2 | 11,5  | 13,3  | 15   | 16,6        | 15,6 | 13,3  | 11,7  | 10   | 9,9  | 12,16 |

Source : ONM

Selon le tableau 3, le mois le plus chaud pour la région de Batna est le mois de juillet avec 32,9 C° alors que le mois le plus froid c'est Janvier avec 0,6 C°.

**Tableau 4 : Variation des températures moyennes mensuelles pour la région de M'sila pour la période allant de 1988 à 2008**

| Mois T°      | Jan          | Fev   | Mar   | Avr   | Mai   | Jui   | Juil         | Aout  | Sep   | Oct   | Nov   | Dec   | Moy   |
|--------------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Min</b>   | <b>-1,48</b> | -0,74 | 1,47  | 4,04  | 8,20  | 13,50 | 18,96        | 18,30 | 13,33 | 8,18  | 0,68  | -1,28 | 6,93  |
| <b>Max</b>   | 18,85        | 21,55 | 27,25 | 30,45 | 36,81 | 41,32 | <b>43,11</b> | 42,58 | 38,44 | 32,38 | 25,31 | 19,68 | 31,47 |
| <b>Moy</b>   | 8,34         | 10,15 | 13,84 | 16,74 | 22,47 | 27,95 | 31,62        | 31,01 | 25,30 | 19,87 | 13,18 | 9,13  | 19,13 |
| <b>Ecart</b> | 17,37        | 20,81 | 25,78 | 26,41 | 28,61 | 27,82 | 24,15        | 24,45 | 25,11 | 24,2  | 24,63 | 18,4  | 23,97 |

Source : ONM

Le tableau 4 montre une variation des températures moyenne de la région de M'sila où la maximale est enregistrée au mois de juillet avec 43,11 C°, le mois le plus froid est Janvier avec une température négative de -1,48 C°.

**Tableau 5 : Variation des températures moyennes mensuelles pour la région de Biskra pour la période allant de 1977 à 2001**

| Mois<br>T°   | Jan         | Fev   | Mar   | Avr   | Mai   | Jui   | Juil         | Aout  | Sep   | Oct   | Nov   | Dec   | Moy   |
|--------------|-------------|-------|-------|-------|-------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| <b>Min</b>   | <b>7,04</b> | 8,69  | 11,35 | 19,46 | 19,4  | 24,45 | 27,09        | 27,09 | 23,1  | 17,49 | 12,14 | 8,02  | 17,22 |
| <b>Max</b>   | 16,65       | 19,17 | 22,57 | 24,97 | 31,23 | 36,63 | <b>40,06</b> | 39,54 | 34,33 | 28,18 | 21,61 | 17,54 | 27,8  |
| <b>Moy</b>   | 11,85       | 13,93 | 16,96 | 22,75 | 25,32 | 30,54 | 33,63        | 33,32 | 28,72 | 22,84 | 16,88 | 12,78 | 22,51 |
| <b>Ecart</b> | 9,61        | 10,48 | 11,22 | 5,51  | 12    | 12,18 | 12,97        | 12,45 | 11,23 | 10,69 | 9,47  | 9,52  | 10,61 |

**Source : ONM**

D'après le tableau 5, la région de Biskra enregistre une température maximale de 40,06 C° au mois de juillet, mois le plus chaud, alors que Janvier est le mois le plus froid avec une température de 7,04 C°.

### 3.3 Synthèse climatique

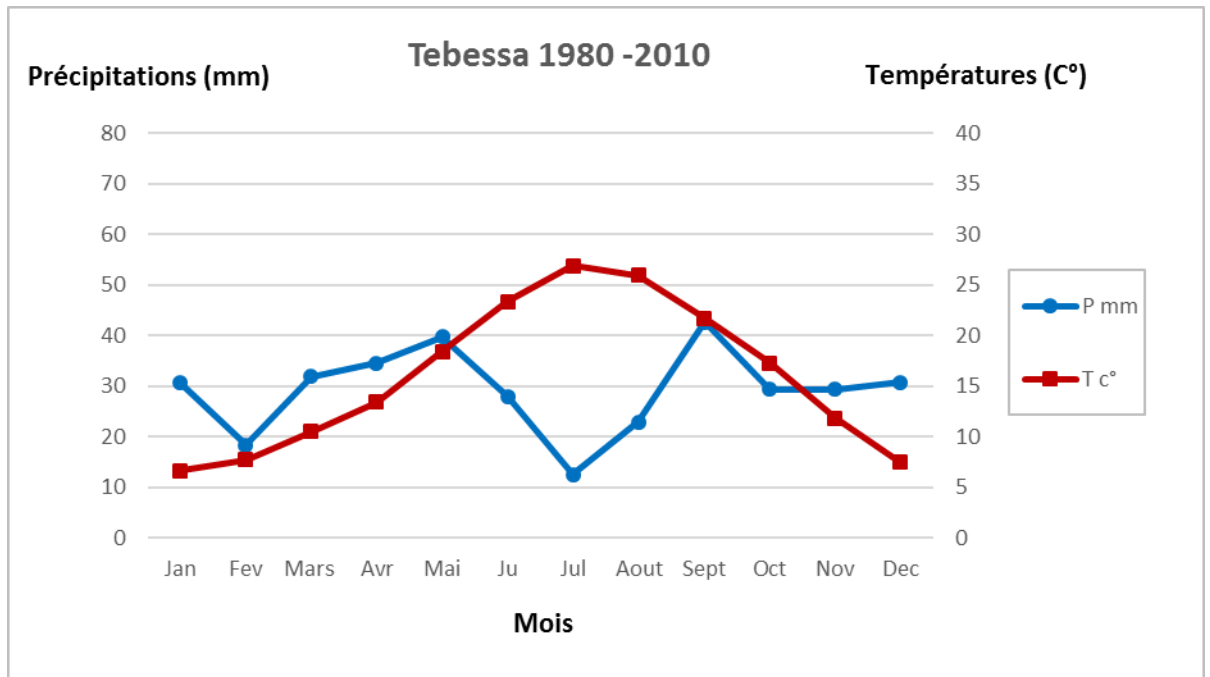
#### 3.3.2 Diagramme ombrothermique de GAUSSEN

Il a été mis au point par f. BAGNOULS et GAUSSEN. Pour eux la période sèche est celle où le total moyen des précipitations du mois est inférieur ou égal au double de la température moyenne ( $P < 2T$ ) et vice versa, sur ce principe le diagramme est établi en portant les précipitations et les températures en fonction des mois de l'année, tout en prenant en considération que sur l'échelle des ordonnées  $P = 2 * T$ .

Ce diagramme ombrothermique de Gausсен est une méthode graphique où sont portés en abscisse les mois, et en ordonnées les précipitations (P) et les températures (T) sur deux axes différents.

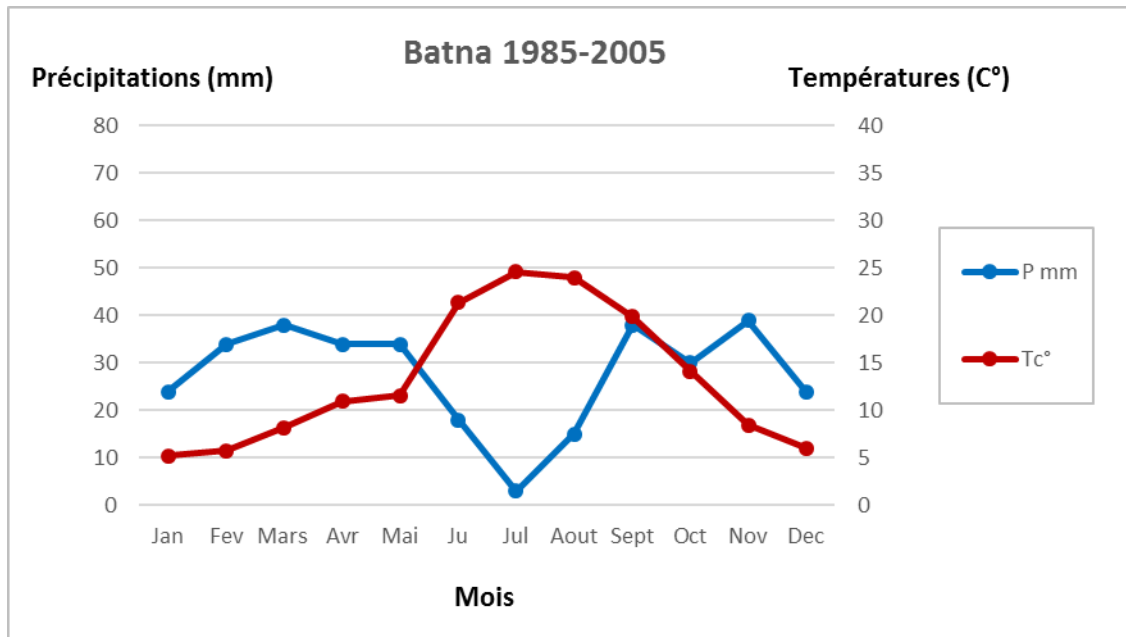
Ici on présente les diagrammes ombrothermiques des quatre wilayat (Tébessa, Batna, M'sila et Biskra).





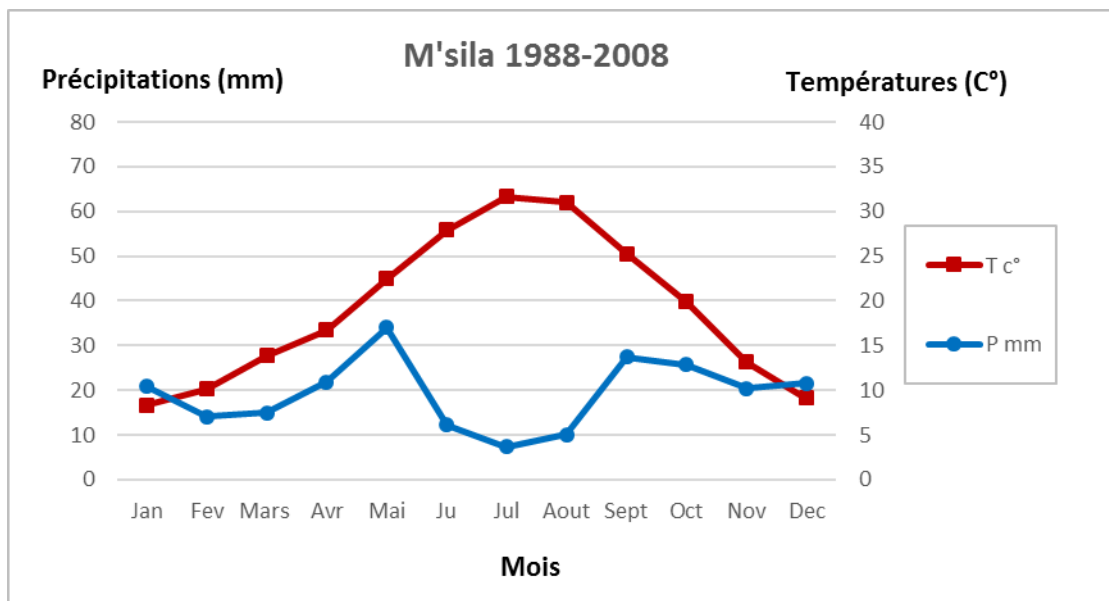
**Figure 8. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN tracé à partir des données de la période 1980-2010 pour la région de Tébessa**

Le digramme ombrothermique de Gausсен (figure 8) pour la région de Tébessa montre une période sèche s'étalant du mois de Mai au mois de Septembre où juillet est le mois le plus sec, pour la période humide elle s'étale d'Octobre jusqu'à Avril.



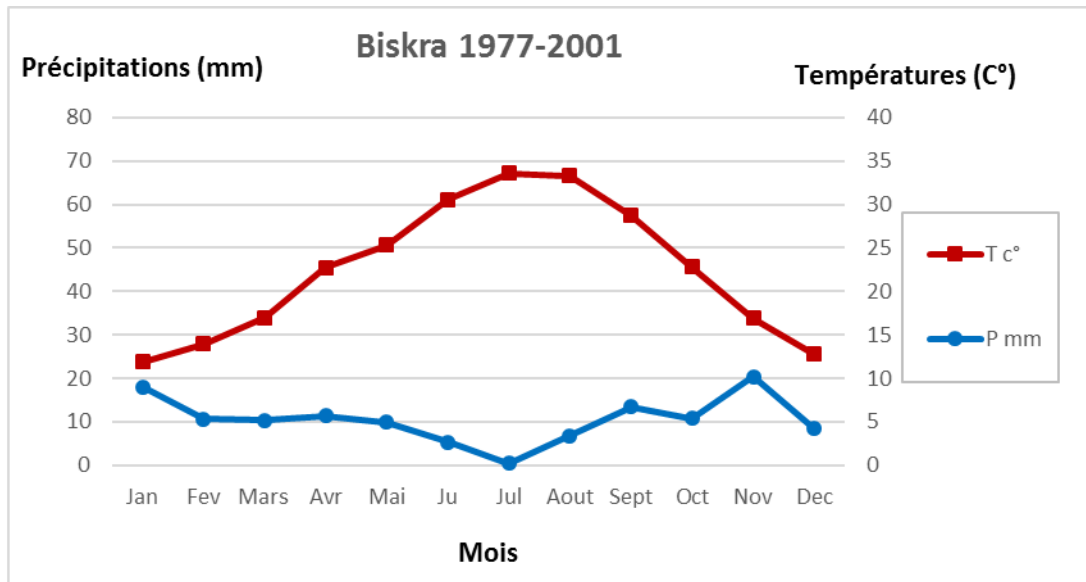
**Figure 9. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN tracé à partir des données de la période 1985-2005 pour la région de Batna**

D'après le diagramme ombrothermique (figure 9) de la région de Batna on déduit que la période sèche s'étale de la fin du mois de Mai jusqu'au mois de Septembre, alors la période humide se prolonge du mois d'Octobre à Mai.



**Figure 10. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN tracé à partir des données de la période 1988-2008 pour la région de M'sila**

L'analyse du diagramme ombrothermique (Figure 10) pour la région de M'sila la période sèche s'étale globalement sur la totalité de l'année où elle se distingue plus dans les mois juin, juillet et août avec les plus fortes températures et les plus faibles pluviométries.



**Figure 11. Diagramme ombrothermique de GAUSSEN tracé à partir des données de la période 1977-2001 pour la région Biskra**

L'analyse du diagramme (Figure 11) montre que la période sèche s'étale sur la totalité de l'année, elle se distingue plus pendant les mois de juin, juillet et août où sont enregistrées les plus faibles pluviométries et les plus fortes températures.

### 3.3.2 Climagramme d'EMBERGER

Ce climagramme permet de situer l'étage bioclimatique de la région d'étude après le calcul du quotient pluviométrique (Q), qui tient compte des précipitations et des températures.

La formule est établie comme suit :  $Q = 3,43 (P/M-m)$

Avec :

Q : quotient pluviométrique ;

P : pluviométrie annuelle en mm ;

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud ;

m : moyenne des minima du mois le plus froid.

- Calcul du quotient pluviométrique d'EMBERGER :
  - ✓ Tébessa :  $Q = 3,43 (350/29,2 - 0,3) = 40,08$
  - ✓ Batna :  $Q = 3,43 (331/32,9 - 0,6) = 32,45$
  - ✓ M'sila :  $Q = 3,43 (206,9/43,11 - (-1,48)) = 21,53$
  - ✓ Biskra :  $Q = 3,43 (125,49/40,06 - 7,04) = 13,40$

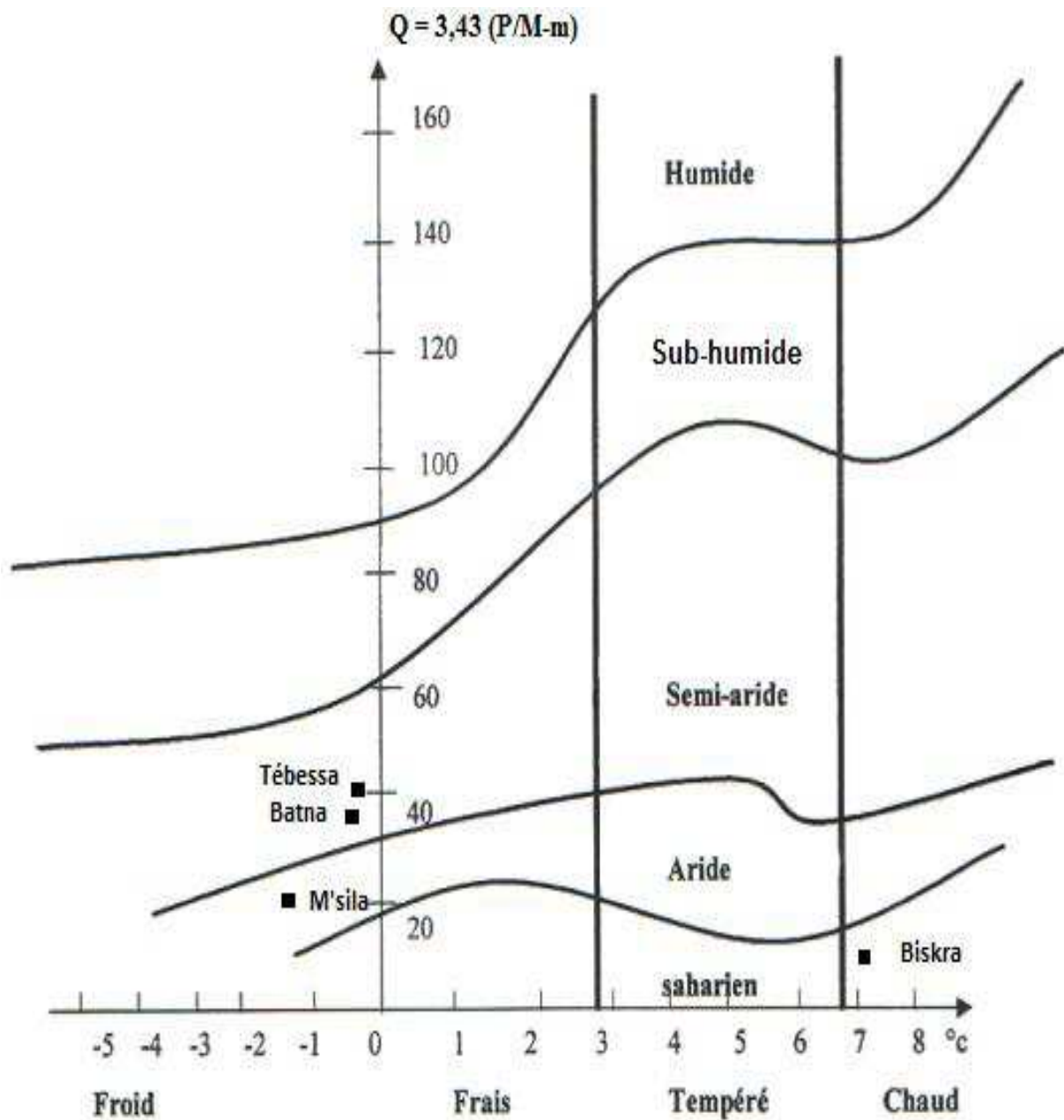


Figure 12. Situation de chaque wilaya dans le Climagramme d'EMBERGER

Selon le Climagramme D'EMBERGER les trois wilayat se distingue par :

- L'étage bioclimatique de Tébessa est Semi-aride à hiver froid ;
- Batna se caractérise d'un étage bioclimatique Semi-aride à hiver froid également ;
- M'sila est classée dans l'étage bioclimatique Aride à hiver froid ;
- Quant à Biskra elle est dans l'étage bioclimatique Saharien à hiver chaud.

# Chapitre deuxième

## Matériel et Méthodes



# Chapitre deuxième : Matériel et Méthodes

## 1- Approche diachronique

Le présent travail réalisé sur les parcours steppiques d'armoise dans le l'EST Algérien, est abordé par une approche dynamique (FLORET & PONTANIER, 1982; GRAETZ, 1991; DODD, 1994 ; LEHOUEIROU, 1994 ; MILTON & *al.*, 1994 ; BARBERO & QUEZEL, 1995).

Les évaluations en l'absence de références historiques, ont été longtemps approchées de façon synchronique basées essentiellement sur les relations de contigüités spatiales entre communautés végétales reliées à des typologies écologiques plus ou moins tranchées.

Une approche intermédiaire dite diachronique consiste à comparer pour un même système écologique l'état actuel à un état antérieur plus ou moins lointain. Une telle méthode relève souvent de l'inventaire ou de l'expertise exploratoire qui définit souvent les communautés végétales à partir de la physionomie (FINLAYSON&MITCHELL, 1999).

Dans notre cas le suivi diachronique a été étudié par un échantillonnage en site durant l'année 2016 et l'année 2017 dans la steppe d'armoise à 50 ans d'intervalle durant les années 1960.

Nous avons disposé de données anciennes de relevés réalisées dans l'Est Algérien (CELLES, 1975) notamment les wilayat de Batna, Biskra et M'sila (voir chapitre I : Cadre d'étude) et ceux effectués en 1968. On a pris le soin de compléter ces relevés par un échantillonnage de la wilaya de Tebessa ; représentatif des steppes d'armoise blanches de l'Est Algérien.

## 2-Le dispositif expérimental

Le suivi de l'écosystème dans la steppe de l'Est Algérien, réalisé depuis plus de cinquante ans a permis de disposer de données de végétation et du milieu physique sur une période relativement longue. Une soixante de relevés phytoécologiques a été réalisée dans ces steppes. Quelques de ces relevés correspondent au sites situés dans les wilayat Est de l'Algérie ( voir Chapitre I : Cadre d'étude).

L'échantillonnage diachronique a concerné 21 stations échantillonnées en 1968 et rééchantillonnées en 2016-2017 (**Fig.13**). Quelques stations n'ont pas pu être rééchantillonnées







- Tébessa : 35°04'25.61''N 007°24'29.98''E ; 35°04'06.00''N 007°24'29.26''E ; 35°03'41 90''N 007°24'48.73''E ; 34°53'14 49''N 007°57'59.26''E ; 34°52'59.66''N 007°58'03.34''E).

### 3. Echantillonnage

Selon GOUNOT (1969), l'échantillonnage consiste en général à choisir un nombre limité d'éléments dans un ensemble « de façon à obtenir des informations objectives et d'une précision mesurable sur l'ensemble ». Au-delà de cet objectif général, il s'agissait dans notre cas de faire ressortir et d'évaluer les changements du couvert végétal et des caractères édaphiques dans un système initialement homogène. Ce système était appréhendé alors à l'échelle stationnelle au sens de LONG(1974), un système qui, outre une relative homogénéité écologique (climat et oro-topographie), était caractérisé par une homogénéité des points de vue de la physionomie et la densité végétale.

Nous avons appliqué l'échantillonnage dit systématique (GOUNOT, 1969 ; CHESSEL & *al.*, 1975; FRONTIER, 1983 ; PETTINI, 1992). Ce type d'échantillonnage a été introduit par GREIG-SMITH(1964) dans lequel les unités sont régulièrement réparties dans la station. La technique est réalisée le long d'un transect dans le but d'enregistrer les variations floristiques (quantitatives et qualitatives) et écologiques. Ce type d'échantillonnage présente les avantages d'un coût expérimental faible, d'une exécution facile, et de nombreuses possibilités de calcul et d'interprétation statistiques (DEBOUZIE & *al.*, 1986).

#### 3.1. Fréquences et recouvrements

L'analyse de la végétation à travers le couvert végétal des pérennes<sup>1</sup>, des éphémères ainsi que la fréquence spécifique des principales espèces et des éléments à la surface du sol a été réalisée par la technique de lecture linéaire par points, largement utilisée dans les végétations basses y compris dans les prairies et les landes (ROZE & LEMAUVIEL, 2004).

Cette technique est celle du relevé linéaire (technique des « points quadrats ») mise au point par DAGET et POISSONET (1971). Elle est décrite par plusieurs auteurs (GOUNOT, 1961, 1969

---

<sup>1</sup> Les termes « éphémères ou éphéméroïdes » et « pérennes » sont inspirés de Evenari (1985). Ils sont utilisés par Aidoud (1983) pour désigner les plantes arido-passives qui ne maintiennent pas de photosynthèse en période sèche. Ce sont les thérophytes (ou « annuelles » qui ne présentent pas en fait de cycle annuel régulier sous climat aride) mais également de nombreuses vivaces : certaines géophytes et hémicryptophytes voire certaines chaméphytes dont les organes aériens cessent leur fonctionnement en période sèche. Les éphémérophytes sont des thérophytes à cycle très court (quelques semaines voire quelques jours). Le terme « pérennes » désignent les arido-actives qui montrent une activité photosynthétique y compris durant les périodes sèches.

; GODRON, 1968) C'est une technique d'évaluation quantitative bien adaptée aux écosystèmes steppiques (C.R.B.T, 1978 ; AIDOUUD, 1983 ; AIDOUUD-LOUNIS, 1984 ; NEDJRAOUI, 1990).

Le relevé de végétation a été effectué par la lecture d'une ligne de 10m selon la technique des points quadrats. Tous les 10cm, à l'aplomb, matérialisé par une aiguille, est notée la présence de toute espèce végétale en contact avec l'aiguille. En l'absence de végétation au point de lecture, est noté l'élément de surface qui peut être : une litière, du sable, de la pellicule de surface, un élément grossier de taille supérieure à 2mm ou encore de la roche affleurante.

Les fréquences des espèces végétales et des éléments abiotiques sur les 100 points sont assimilées à des couverts exprimés en pourcents (GODRON, 1968).

Les données enregistrées sont comme suit :

$N = \text{nombre de points de lecture} = N_v + N_{sv}$

$N_v = \text{nombre de points de végétation}$

$N_{sv} = \text{nombre de points sans végétation}$

$n_i = \text{nombre de points où une espèce } i \text{ (ou tout autre élément du sol nu) a été notée}$

En nous basant sur ces données relevées par points, un certain nombre de paramètres de la végétation et du sol ont pu être calculés :

- la fréquence des points de végétation est une approximation du recouvrement global (RG) de la végétation.

$RG (\%) = 100 \cdot N_v/N$  soit dans la pratique :

Soit dans la pratique :  $RG (\%) = 100 (N - N_{sv})/N$

Le recouvrement de la végétation est défini, 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; TOUFFET, 1982). Ce paramètre étant difficile à mesurer dans la réalité, il est évalué à partir du relevé linéaire de 10 à 20 m (100 à 200 points de lectures). La fréquence des points de végétation est reconnue comme une estimation valable du recouvrement global de la végétation (GODRON, 1968).

Le recouvrement de la végétation, évalué à partir de fréquences, est considéré comme un bon indicateur de l'état de la végétation (GOUNOT, 1961) et un paramètre quantitatif efficace dans l'évaluation et le suivi de la désertification (LE HOUEROU, 1985).

- la fréquence relative d'un élément (végétal ou du sol sans végétation)
  - a. fréquences spécifique (Fsi) d'une espèce i qui exprime son recouvrement  $F_{si} (\%) = 100.n_i/N$ . Cette fréquence spécifique (Fsi) d'une espèce permet l'évaluation allométrique de la phytomasse.
  - b. fréquences des éléments du sol nu (litière, sable, pellicule de glaçage ou élément grossier).
- la contribution spécifique au tapis végétal (Csi) d'une espèce i

$$C_{si} (\%) = 100 n_i / \sum n_i$$

Cette contribution spécifique (Csi) donne l'importance de l'espèce par rapport au tapis végétal. Elle est utilisée comme la probabilité de présence de l'espèce considérée, probabilité utilisée dans le calcul des indices de diversité (cf. infra)

### **3.2. Composition floristique et diversité**

La liste floristique est relevée le long de la ligne et complétée autour de la ligne sur une surface de 64 m<sup>2</sup> retenues comme aire minimale pour l'échantillonnage floristique dans ce type de steppe. La nomenclature taxonomique est celle de la Flore de QUEZEL & SANTA(1962).

#### **3.2.1 Spectres phytogéographiques**

La classification des spectres phytogéographiques des sites visités s'est basée sur les travaux de Quézel et Santa (1963), Le Houérou (1995) et Le Floc'h (1989).

#### **3.2.2 Spectres biologiques**

La détermination des spectres biologiques des stations a été appuyée sur le travail de Kadi-Hanifi H,1998 ainsi que celui de Quézel et Santa, 1963.

#### **3.2.3 Diversité**

L'évaluation de la diversité floristique est exprimée par la richesse en taxa et l'équitabilité permettant d'exprimer la diversité  $\beta$  par une diversité relative exprimée par rapport à la diversité

maximale. L'équitabilité permet ainsi la comparaison de la diversité entre sites ou années. La diversité spécifique est souvent confondue avec la richesse spécifique (BARBAULT, 1983). Elle est mesurée par l'indice de Shannon ( $I_s$ ) et l'indice d'équitabilité ( $E$ ) :

$$I_s = -\sum P_i \cdot \log_2(P_i)$$

$$E = I_s / \log_2 S$$

Où  $P_i$  est la probabilité de présence d'une espèce  $i$  estimée par sa contribution spécifique au tapis végétale calculée comme le rapport de la fréquence absolue de l'espèce ( $n_i$ ) à la somme des fréquences de l'ensemble des espèces ( $P_i = n_i / \sum n_i$ ) ;  $S$  = nombre d'espèces.

### **3.3- Evaluation de la phytomasse**

La phytomasse représente la quantité de matière végétale, vivante ou morte dans un endroit et à un instant donné (FLORET & PONTANIER, 1982). Dans notre cas, seule la phytomasse aérienne (par opposition à la phytomasse souterraine) a été prise en considération.

Deux techniques de mesures peuvent être utilisées : directe (destructive) et indirecte (non destructive) ou allométrique.

#### **3.3.1. La technique directe**

C'est une technique directe qui consiste à couper au ras du sol et à peser la végétation dans des placettes de surface déterminée. Cette méthode correspond à l'évaluation la plus valable. Elle a été utilisée dans la végétation steppique par AIDOUD (1983), AIDOUD & al. (1983), MELZI (1986) et BOUGHANI (1995).

#### **3.3.2- La technique indirecte**

Cette technique est dite indirecte ou encore allométrique. Elle est d'usage très courant pour l'évaluation de la phytomasse dans les formations arborées (DUVIGNEAU, 1974).

En zone steppique, cette méthode a été utilisée par plusieurs auteurs (GADDES, 1978 ; FLORET & PONTANIER, 1982; AIDOUD, 1983, 1989). Cette technique permet d'évaluer la phytomasse en utilisant des paramètres qui présentent une corrélation significative avec cette dernière. Dans notre cas, il s'agit de la fréquence spécifique, déterminée par relevé linéaire et par point et qui présente une corrélation élevée avec la phytomasse. Nous avons utilisé les relations d'allométrie définies par AIDOUD (1989a) pour les principales espèces ou pour des groupes d'espèces pérennes ou éphémères (Tabl.2.1).

**Tableau 2.1 - Relations entre fréquences spécifiques (Fsi) et phytomasses (B) pour les principales espèces et catégories d'espèces steppiques (d'après AIDOUD, 1989a).**

| Espèces   | r<br>(corrélation) | régression | Equation                |
|---|--------------------|------------|-------------------------|
| <i>Artemisia herba alba</i>   | 0.854              | Linéaire   | $B = 48.041F_s + 85.7$  |
| <i>Lygeum spartum</i>   | 0.860              | Puissance  | $B = 5.186 F_s^{1.583}$ |
| <i>Noaea mucronata</i>  | 0.865              | Linéaire   | $B = 54.082F_s - 20.9$  |
| <i>Chaméphytes 1</i>  | 0.723              | Puissance  | $B = 48.636F_s^{1.261}$ |
| <i>Chaméphytes 2</i>  | 0.875              | Puissance  | $B = 14.667F_s^{1.074}$ |
| <i>Plantago albicans</i>  | 0.857              | Linéaire   | $B = 12.881F_s + 2.93$  |
| <i>Stipa barbata et Stipa parviflora</i>  | 0.849              | Linéaire   | $B = 12.628F_s - 7.94$  |
| <b>Espèces éphémères diverses</b>   | 0.929              | Linéaire   | $B = 3.639F_s + 11.88$  |
| Les chaméphytes 1 correspondent aux chaméphytes ligneuses à phytomasse par individus élevée (exemple : <i>Thymelaea microphylla</i> , <i>Atriplex sp.</i> , <i>Salsola sp.</i> ). Les chaméphytes 2 sont celles à faible phytomasse telles que <i>Atractylis sp.</i> , et <i>Helianthemum sp.</i> |                    |            |                         |

### 3.4- Évaluation de l'offre fourragère

La production pastorale fourragère est l'équivalent énergétique exprimé en unités fourragères(UF) produites par hectare et par an. Cette production est calculée à partir de la valeur énergétique et de la production utilisable(ou offre fourragère) de l'espèce, ce qui n'est autre que le taux de matière végétale pouvant être prélevée sans nuire à celle-ci. Cette production pastorale d'une station échantillonnée est obtenue en faisant la somme des

productivités spécifiques des espèces végétales de la station, selon AIDOUD(1989), la production s'exprime ainsi :

$$P(UF/ha/an) = B.Cpu_i$$

Avec  $Cpu_i = Cp_i .Cu_i .Ve_i$  avec :

$Cp_i$  : coefficient de production

$Cu_i$  : coefficient d'utilisation

$Ve_i$  : valeur énergétique

La production fourragère  $Pf_i$  d'une espèce  $i$  est évaluée comme suit :

$$Pf_i (UF/ha/an) = B_i \times Cpu_i.$$

$B_i$  est la phytomasse de l'espèce  $i$  ;

$Cpu_i$ , coefficient de production spécifique affecté à chaque espèce ou catégorie  $i$  (AIDOUD, 1989). Il intègre le coefficient de productivité  $Cp_i$  (ou efficacité biotique évaluée par rapport à la phytomasse de l'espèce), la valeur énergétique spécifique  $Ve_i$  et le coefficient d'utilisation  $Cu_i$ .

Le coefficient de productivité exprime la production nette de l'espèce par rapport à la biomasse sur pied, ce qui permet de tenir compte de l'état de vigueur de la population considérée. Il est par exemple de 0.43 pour l'armoise blanche et de 0.87 pour le sparte (AIDOUD, 1989). Pour les éphémères (petites vivaces et annuelles) dont la biomasse aérienne s'annule en période sèche, ce coefficient est égal à 1.

La valeur énergétique d'une espèce, exprime l'équivalent énergétique en unité fourragère (1UF=1880 Kcal) pour les ruminants d'après SOLTNER (1976).

Cette valeur énergétique dépend essentiellement de sa concentration en éléments biogènes et de la matière organique digestible. Elle est exprimée en UF/Kg MS et a été déterminée pour les principales espèces de notre site par NEDJRAOUI (1981)

Le coefficient d'utilisation, exprime la part de production qui peut être prélevée sans entraîner de préjudices pour la plante. Ce coefficient a été déterminé expérimentalement pour les principales espèces pérennes (AIDOUD, 1983).

## **4. Caractères édaphiques**

Notre étude de la végétation est complétée par une étude des caractères édaphiques ou *édaphologie*. Nous entendons par caractères édaphiques, les variables du sol qui représentent ou indiquent les facteurs susceptibles d'influencer la vie et en particulier ici, celle des plantes (REYNAUD-BEAUVERIE, 1936). Les caractères étudiés sont l'importance et la distribution des différents éléments de surface et les principaux caractères physico-chimiques du sol.

### **4.1. Éléments de surface**

Les éléments de la surface du sol comprennent les fréquences en % des éléments grossiers de taille supérieure à 2mm, de la pellicule de glaçage et du sable. La fréquence de chaque élément a été évaluée à partir d'un relevé effectué par la lecture d'une ligne de 10m selon la technique des points-quadrats (voir plus haut).

### **4.2. Granulométrie et taux de matière organique**

Les prélèvements d'échantillons de sol dans ces sites ont porté sur l'horizon situé au dessus de la couche de fragmentation de la croûte calcaire et au dessous du voile sableux non fixé de surface quand il existe.

Sur chaque échantillon prélevé, séché et tamisé (particules minérales < 2mm) deux analyses ont été effectuées : analyse granulométrique par tamisage puis prélèvement à la pipette de Robinson pour prélever les fractions fines du sol. Les sables fins et grossiers sont obtenus après tamisage. Le taux de matière organique MO est évalué par la formule (BAIZE, 1988) à partir du taux de carbone organique (CO) dosé selon la méthode d'Anne (BONNEAU & SOUCHIER, 1979) :  $MO = CO \times 1.724$ .

Les analyses pédologiques ont été réalisées au laboratoire de l'institut agrovétérinaire de Batna.

Signalant également que ces analyses viennent compléter notre étude récente (2016-2017) vu que nous ne disposant pas de données anciennes détaillées datant des années 1960.

## **5. Traitement statistique**

Les traitements statistiques comprennent la statistique descriptive et l'analyse des données.

## **5.1-Tests et description statistiques**

Le traitement statistique comporte des comparaisons simples de moyennes arithmétiques. Des analyses de variances ont été menées dans l'optique de montrer une variation entre les différentes dates ; cette statistique mise au point par Fisher et décrite par SNEDECOR(1937) a pour but de comparer les moyennes de plusieurs populations supposées normales et de même variance, à partir d'échantillons aléatoires, simple et indépendants les uns des autres (DAGNELIE, 1978).

## **5.2-Analyse multidimensionnelle des données**

L'analyse utilisée est une Analyse des Correspondances Détendancée (DCA). Il s'agit d'une variante très utilisée de l'analyse des correspondances proposée par HILL&GAUCH(1980) ; elle permet de corriger et d'aplatir l'effet « arc » ou « fer à cheval » et à corriger la tendance à comprimer les extrémités des axes par rapport à leur milieu (BOUXIN, 1987). Dans cette technique, les valeurs propres ne peuvent plus être considérées comme des proportions expliquées de la variance.

L'analyse DCA a été réalisée à l'aide du logiciel R 3.4.1.

### **5.2.1-Données utilisées**

La DCA comprend l'ensemble des relevés réalisés complétés par ceux réalisés en 1975. Ainsi, la DCA est traitée sur une matrice globale de 89 relevés par 256 espèces.

## **5.3 Analyse NMDS (non-metric multidimensional scaling)**

Nous avons bénéficié des données récoltées dans le Sud-Oranais (steppe Ouest) en 1975-1976 par AIDOUD A et AIDOUD-LOUNIS F puis rééchantillonnées par AIDOUD A., SALEMKOUR N. en 2015, puis traités par une DCA (Lahmar-Zemiti et Aidoud, 2016). Nous avons analysé ces données par NMDS (non-metric multidimensional scaling) du package Vegan (R version 3.4.1 (30-06-2017); <http://r-forge.r-project.org/projects/vegan>; Oksanen, 2013). Cette technique d'analyse multidimensionnelle dite de positionnement multi-dimensionnel, est considérée comme l'une des plus performantes surtout quand les données ne se conforment pas à un modèle de distribution définie. L'analyse NMDS permet une ordination à partir d'une matrice de dissimilarité entre les relevés analysés. Le niveau de dissimilarité est basée sur une statistique de rang par ordre de distance. La distance utilisée ici est celle de Bray-Curtis/Sorensen. L'analyse utilise la fonction metaMDS. L'écart entre les distances dans



l'espace d'origine pluridimensionnel et les distances dans l'espace simplifié obtenu, est évalué par le coefficient nommé "stress". Si la valeur stress est élevée ( $> 0,35$ ), cela signifie qu'il est possible que la disposition obtenue des objets est aléatoire sans relation avec leurs positions d'origine (Clarke, 1993). La fonction envfit permet d'aider à interpréter l'ordination des relevés en intégrant dans l'analyse les variables environnementales. L'ordination de ces variables est réalisé avec un calcul de corrélation entre chacune de ces variables avec les axes. Une flèche représente, pour chaque variable, la direction de la variation la plus rapide de cette variable.

# Chapitre troisième

## Changement de végétation (Populations et communautés)



## Chapitre troisième : Changement de végétation : Populations et communautés

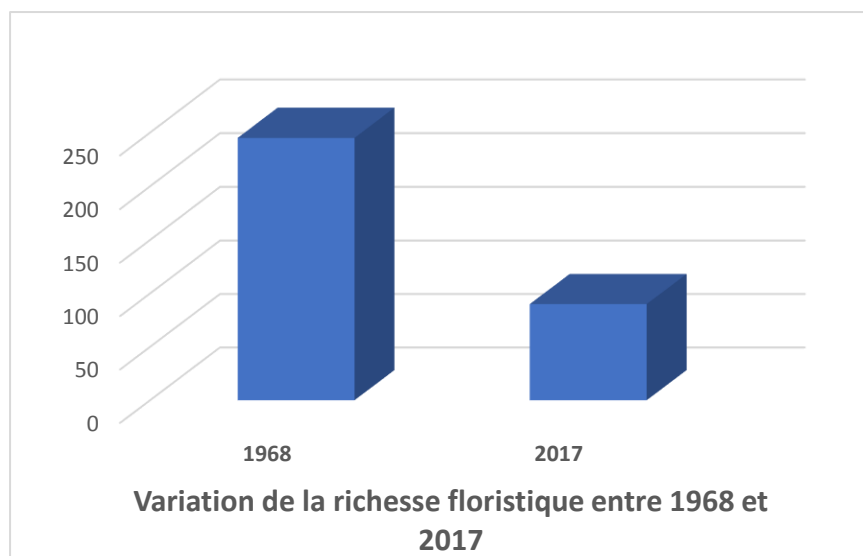
### 1. Variation de la richesse et de la diversité spécifique

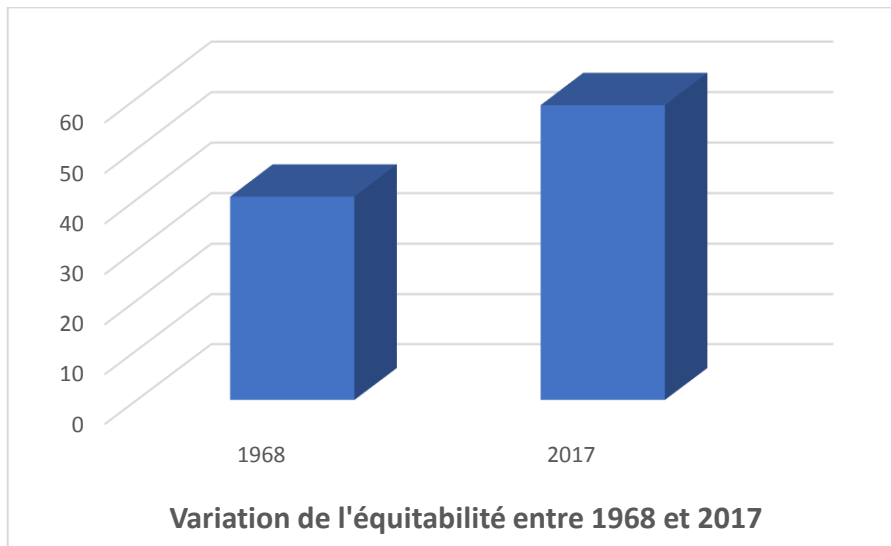
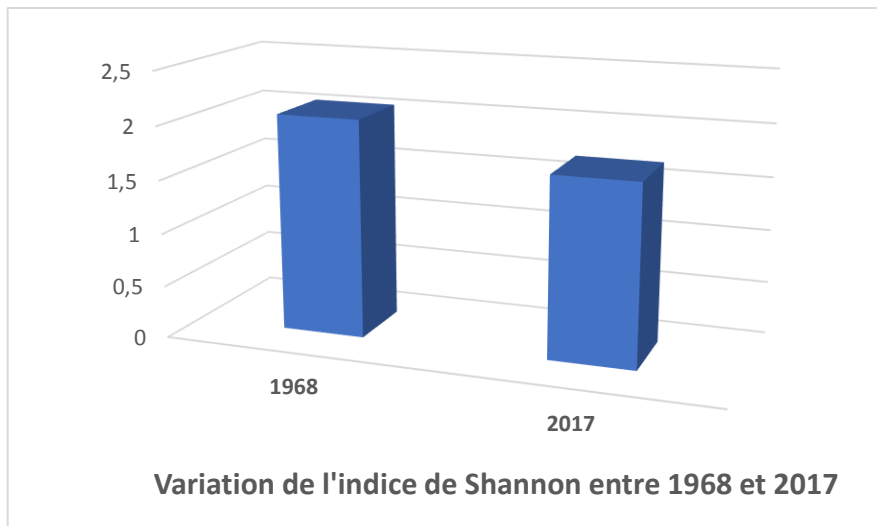
La variation de la diversité spécifique, exprimée par la richesse floristique, par l'indice de Shannon et par l'équitabilité, est analysée à travers les différents relevés floristiques. Le calcul de ces indices est basé sur des données recueillies au printemps qui est la saison favorable à la croissance de la plupart des espèces végétales.

La richesse floristique montre une valeur élevée observée dans le système préexistant, c'est-à-dire en 1968. Avec les relevés de 2016-2017 on constate une baisse significative de la richesse floristique. La richesse passe de 245 espèces en 1968, à 90 espèces en 2016-2017, soit une baisse de 63%.

Exprimée par l'indice de Shannon, la diversité est plus importante en 1968, elle atteint une valeur supérieure à 2. Alors qu'en 2017 la diversité reste moins importante avec une valeur de 1,7.

L'équitabilité ne semble pas suivre la même évolution que les paramètres précédents. En effet, la valeur élevée est enregistrée en 1968 avec 58,6%, alors que cette dernière est en baisse avec 40,49% relevé en 2017.





## 4- Dynamique de l'écosystème steppique

### 2.1 Diversité floristiques

L'inventaire réalisé grâce à l'échantillonnage phytoécologique effectué dans les quatre wilayat d'étude, a permis de mettre en évidence 28 familles, 86 genres et 90 espèces pour l'année 2017. Alors que durant l'année 1968 on comptait 245 espèces, 41 familles et 152 genres (tableau 1). Nous remarquons aussi que la famille des Asteraceae dominant dans les 4 wilayat avec 23,86% ou en nombre d'espèces pour chaque wilaya notamment en 2017(tableau 2).

Tableau 01 : Richesse floristique des steppes à Armoise blanche selon les sous-régions

| Wilaya  | Tebessa |      | Batna |      | M'sila |      | Biskra |      | L'ensemble des wilayate |      |
|---------|---------|------|-------|------|--------|------|--------|------|-------------------------|------|
|         | 1968    | 2017 | 1968  | 2017 | 1968   | 2017 | 1968   | 2017 | 1968                    | 2017 |
| Famille | -       | 14   | 32    | 21   | 26     | 15   | 21     | 13   | 41                      | 28   |
| Genre   | -       | 19   | 94    | 45   | 64     | 39   | 44     | 27   | 152                     | 86   |
| Espèces | -       | 20   | 91    | 54   | 113    | 43   | 73     | 27   | 245                     | 90   |

Tableau 02 : Pourcentage des familles dominantes dans les steppes à Armoise blanche selon les wilayate

| Famille        | Tebessa |      | Batna  |        | M'sila |        | Biskra  |        | % globale pour les 4 wilayate |         |
|----------------|---------|------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|-------------------------------|---------|
|                | 1968    | 2017 | 1968   | 2017   | 1968   | 2017   | 1968    | 2017   | 1968                          | 2017    |
| Asteraceae     | -       | 10%  | 22,13% | 18,51% | 16,81% | 33,33% | 20,54 % | 29,63% | 20,60%                        | 23,86 % |
| Poaceae        | -       | 5%   | 12,30% | 12,96% | 18,58% | 14,28% | 12,32 % | 11,11% | 15,20%                        | 12,5%   |
| Fabaceae       | -       | 20%  | 8,20%  | 11,11% | 7,07%  | 9,52%  | 9,58%   | 14,81% | 8,44%                         | 11,36 % |
| Chenopodiaceae | -       | 10%  | 2,45%  | 9,26%  | 3,53%  | 7,14%  | 2,73%   | 11,11% | 3,04%                         | 6,81%   |
| Lamiaceae      | -       | 10%  | 5,73%  | 7,40%  | 3,53%  | 2,38%  | 5,47%   | 3,70%  | 5,06%                         | 7,95%   |
| Brassicaceae   | -       | 10%  | 6,55%  | 5,55%  | 12,38% | 9,52%  | 12,32 % | -      | 10,47%                        | 7,95%   |
| Plantaginaceae | -       | 5%   | 3,27%  | 3,70%  | 2,65%  | 4,76%  | 1,36%   | 3,70%  | 2,70%                         | 2,27%   |
| Cistaceae      | -       | 10%  | 2,45%  | 5,55%  | 5,30%  | 2,38%  | 2,73%   | -      | 3,71%                         | 3,41%   |

### 2.1.2 Spectres biologiques

La détermination des spectres biologiques des stations a été appuyée sur le travail de Kadi-Hanifi H, 1998 ainsi que celui de Quézel et Santa, 1963.

Pour les quatre wilayate, dans le spectre biologique, les thérophytes dominant pour les deux périodes d'étude par rapport aux autres types biologiques ; ce groupe est également plus important en 1968 qu'en 2017 (tableau 3), notons aussi la présence non négligeable des chaméphytes (19,28% en 1968 et 30,96% en 2017) et des hémicryptophytes (avec 14,21% en 1968 et 14,28% en 2017) dans les quatre wilayate.

Tableau 03 : Distribution des types biologiques dans les steppes à Armoise blanche selon les wilayate

| Spectre biologique | Tebessa |      | Batna  |      | M'sila |        | Biskra |        | % globale pour les 4 wilayate |        |
|--------------------|---------|------|--------|------|--------|--------|--------|--------|-------------------------------|--------|
|                    | 1968    | 2017 | 1968   | 2017 | 1968   | 2017   | 1968   | 2017   | 1968                          | 2017   |
| Therophytes        | -       | 22%  | 57,14% | 38%  | 59,22% | 48,71% | 65,33% | 29,16% | 59,89%                        | 47,62% |
| Chamephytes        | -       | 50%  | 19,38% | 42%  | 19,41% | 30,77% | 20%    | 33,33% | 19,28%                        | 30,96% |
| Hemicryptohytes    | -       | 28%  | 17,34% | 12%  | 14,56% | 17,94% | 10,66% | 25%    | 14,21%                        | 14,28% |
| Geophytes          | -       | -    | 3,06%  | 6%   | 4,85%  | 2,56%  | 1,33%  | 4,16%  | 3,55%                         | 3,57%  |
| Phanerophytes      | -       | -    | 1,02%  | -    | -      | -      | 1,33%  | 8,33%  | 1,01%                         | 23,89% |
| Microphanerophytes | -       | -    | 2,04%  | 2%   | -      | -      | -      | -      | 0,5%                          | 11,90% |
| Nanophanerophytes  | -       | -    | -      | -    | 1,94%  |        | 1,33%  | -      | 1,52%                         | -      |

### 2.1.3 Spectres phytogéographiques

La classification des spectres phytogéographiques des sites visités s'est basée sur les travaux de Quézel et Santa (1963), Le Houérou (1995) et Le Floc'h (1989).

L'analyse du spectre phytogéographique dans les quatre wilayate montre la dominance de l'élément Méditerranéen. Concernant les éléments communs entre les quatre régions on trouve l'Endémique Nord- Africain et l'Européen Méditerranée, ibéro mauritanien et cosmopolite.

Tableau 04 : Distribution des éléments biogéographiques dans les steppes à Armoise blanche

| Spectre phytogéographique | Tebessa |      | Batna   |        | M'sila  |        | Biskra  |        | % globale pour les 4 wilayate |        |
|---------------------------|---------|------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|-------------------------------|--------|
|                           | 1968    | 2017 | 1968    | 2017   | 1968    | 2017   | 1968    | 2017   | 1968                          | 2017   |
| Méditerranéen             | -       | 39%  | 58,46 % | 32,61% | 43,42 % | 33,33% | 63,46 % | 33,33% | 45,98%                        | 31,25% |
| Saharo-Sindien            | -       | 5%   | -       | 4,34%  | -       |        | 9,61%   | 8,33%  | 4,21%                         | 3,75%  |
| Endémique Nord-Africain   | -       | 5%   | 6,15%   | 6,52%  | 34,21 % | 8,33%  | 7,69%   | 8,33%  | 10,24%                        | 6,25%  |
| Européen Méditerranéen    | -       | 17%  | 1,53%   | 2,17%  | -       | 5,55%  | -       | 8,33%  | 4,82%                         | 6,25%  |
| Nord-Africain             | -       | 5%   | -       | -      | -       | 5,55%  | -       | -      | -                             | 2,5%   |
| Ibéro-Mauritanien         | -       | 6%   | 7,69%   | 8,70%  | 2,63%   | 2,77%  | 1,92%   | -      | 4,81%                         | 5%     |
| Cosmopolite               | -       | 6%   | 4,61%   | 2,17%  | 3,94%   |        | 1,92%   | 4,16%  | 1,80%                         | 3,75%  |

|  |   |    |       |       |       |       |       |       |      |       |
|--|---|----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|
| Européen Asiatique devenue sub cosmopolite | - | 6% | -     | -     | -     | -     | -     | 4,16% | -    | 1,25% |
| Irano-Touranien Européen                   | - | 6% | 3,07% | 2,17% | 1,31% | 2,77% | 3,84% | -     | 0,6% | 2,5%  |

## 2.2 Analyse de la dynamique de la communauté steppique d'Armoise blanche

Afin d'étudier la tendance des changements de la végétation sur une longue période et de mettre en évidence les gradients du milieu qui les influencent, nous avons effectué une DCA sur l'ensemble des relevés que nous avons réalisés des steppes orientales en 2016-2017 (notés 2017), auxquels nous avons rajoutés des relevés réalisés en 1968. Ainsi, la DCA est traitée sur une matrice globale de 75 relevés par 256 espèces.

### 2.2.1 Ordination des relevés pour la DCA des relevés 2017

L'ordination de l'ensemble des relevés par la DCA de 2017 est illustrée par la figure 18. Chaque point du graphe représente un relevé. La figure met en évidence plusieurs ensembles le long des axes 1 et 2. Plusieurs ensembles de relevés se distinguent et nous permettent de distinguer des ensembles formés selon la situation bioclimatique sans prendre compte d'un découpage administratif :

**Ensemble A** : qui regroupe les relevés le long de l'axe 1 effectués dans la sous-région de Tébessa à climat aride supérieur à hiver frais (LE HOUEROU, 1995) et des relevés de Batna (Barika) à climat semi-aride inférieur à hiver froid et un relevé de Msila situé dans le même étage bioclimatique que Batna (Barika) (LE HOUEROU, 1995). Il représente une végétation à base d'*Artemisia herba-alba*. Le recouvrement global moyen de la végétation est de 42%, le recouvrement des pérennes est de 21% dont 15 % correspondent au recouvrement de l'armoise blanche tandis que celui des éphémères est de l'ordre de 15%. Cet ensemble est caractérisé par une richesse floristique assez importante (9).

**Ensemble B** : est constitué par les relevés réalisés à Biskra (Ain Zaatout) à climat aride inférieur à hiver doux, plus des relevés situés dans la commune de Tolga (Biskra) et des relevés de Batna (Kerbet El Magtaa, commune de Bitam daïra de Barika) à climat semi aride inférieur à hiver froid (LE HOUEROU, 1995) ou les relevés de Ain Zaatout sont proche écologiquement des relevés de Barika (site Kerbet El Magtaa) sans prendre compte d'un découpage administratif mais plutôt de la situation climatique où Ain Zaatout et le site de Kerbat el Magtaa sont proche

du point de vue bioclimatique (voir Chapitre Premier -climagramme d'Emberger-) notons également que le site de Ain Zaatout été situé dans la wilaya de Batna selon le découpage administratif notamment dans les années 1960's. Il correspond à une végétation à base d'armoise blanche, caractérisée par un recouvrement global moyen de la végétation de 44%. Le recouvrement des pérennes est de 22.5% dont 16.4% correspondent à l'armoise. Le recouvrement des éphémères a atteint 22%. Cet ensemble est caractérisé par une richesse floristique de (6).

**L'ensemble C**, englobe essentiellement des relevés M'sila (relevé réalisé près de M'sila ville, et relevés réalisés dans le tronçon entre M'sila ville et Boussaâda) avec un climat aride moyen à hiver tempéré (LE HOUEROU,1995) et un relevé proche du bioclimat de M'sila réalisé dans le tronçon entre Barika et M'sila. Il représente une végétation à Armoise blanche dont le recouvrement des pérennes est de 12 % dont 4% correspond au recouvrement de l'armoise et un recouvrement des éphémères de 23.7%. Le recouvrement global de la végétation est de 37.5%. La richesse floristique est de (8.6).

L'axe 1 indiquerait plus une diversité liée à la dynamique. Celle-ci correspond à la fois à une dégradation et de variation interannuelle depuis 1968 à 2017. L'axe 2 serait plus lié à la nature des espèces (groupes fonctionnels) avec les espèces pérennes dans la partie négative et les éphémères dans la partie positive de l'axe.





|   |         |  |        |                                  |
|---|---------|--|--------|----------------------------------|
|   |         | village de Ben Srou)                                       |        |                                  |
| 479   | M'sila  | M'sila (Tronçon reliant M'sila ville à Bou Saada ville)    | 598 m  | 35°33'42.60''N 003°54'47.25''E   |
| 481   | M'sila  | Bou Saada (Tronçon reliant M'sila ville à Bou Saada ville) | 712 m  | 35°26'15.81''N 003°54'.08.12''E  |
| 418   | M'sila  | Bou Saada (allentours du village de Ben Srou)              | 567 m  | 35°04'56.99''N 004°44' 30.88''E  |
| 642   | M'sila  | M'sila (ville de M'sila)                                   |        | 35°45' 24.99''N 004°47' 18.91''E |
| 480   | M'sila  | Bou Saada (près du village de Benzouh)                     | 783 m  | 35°35' 50.09''N 004°09' 36.44''E |
| 504   | Biskra  | Tolga  | 255 m  | 34°45'46.42''N 005°05'40.77''E   |
| 515   | Biskra  | Tolga  | 665 m  | 34°51'41.33 N 005°44' 23.15''E   |
| <b>AZ1, AZ2,AZ3,AZ4,AZ5, AZ11AZ22,AZ33AZ44,Az55</b> | Biskra  | Ain Zaatout  | 1180 m | 35°10'42.71''N 005° 50'11.58''E  |
| <b>B1,B2,B3,B4,B5, B11,B22,B33,B44,B55</b>          | Batna   | Barika (site Kerbet El Magtaa, Bitam)                      | 521 m  | 35°14'16.7''N005°24'40.4''E      |
| 604   | Batna   | Ain Touta  | 903 m  | 35°21'10.57''N005°50'3.14''E     |
| 605   | Batna   | Ain Touta  | 914 m  | 35°21'18.32''N005°49'43.86''E    |
| 606   | Batna   | Barika (village de Seggana)                                | 1031 m | 35°19'21.59''N005°41'55.05''E    |
| 607   | Batna   | Barika (village de Seggana)                                | 891 m  | 35°20'23.72''N 005°42'46.51''E   |
| 608   | Batna   | Barika (village de Seggana)                                | 675 m  | 35°21'06.65''N 055°37'09.99''E   |
| <b>Teb1+Teb2+Teb3</b>                               | Tébessa | Thlidjen (station de Thlidjen)                             | 1169 m | 35°04'25.61''N 007°24'29.98''E   |
| <b>Teb4+Teb5</b>                                    | Tébessa | Thlidjen (station de Thlidjen)                             | 1194 m | 35°04'06.00''N 007°24'29.26''E   |

|                          |         |                                      |        |                                |
|--------------------------|---------|--------------------------------------|--------|--------------------------------|
| <b>Teb11+Teb22+Teb33</b> | Tébessa | Thlidjen<br>(station de<br>Thlidjen) | 1221 m | 35°03'41 90''N 007°24'48.73''E |
| <b>Teb 44</b>            | Tébessa | Bir El Ater                          | 950 m  | 34°53'14 49''N 007°57'59.26''E |
| <b>Teb 55</b>            | Tébessa | Bir El Ater                          | 945 m  | 34°52'59.66''N 007°58'03.34''E |

## 2.2.2 Ordination des relevés pour la DCA des relevés 1968

L'ordination de l'ensemble des relevés par la DCA de 1968 est illustrée par la figure 20. Chaque point du graphe représente un relevé. La figure met en évidence plusieurs ensembles le long des axes 1 et 2. Plusieurs ensembles de relevés se distinguent et nous permettent de distinguer des ensembles formés selon la situation bioclimatique sans prendre compte d'un découpage administratif :

**Ensemble A** : regroupe les relevés réalisés à Batna (village de Seguana, daïra de Barika) situé dans l'étage bioclimatique à climat semi-aride inférieur à hiver froid (LE HOUEROU, 1995) et un relevé situé près de M'sila ville dont le climat aride moyen à hiver tempéré (LE HOUEROU, 1995) est et un relevé de Biskra près de Tolga à climat aride inférieur à hiver doux. Il représente une végétation à Armoise blanche dont le recouvrement des pérennes est de 24.4 % dont 10% correspond au recouvrement de l'armoise et un recouvrement des éphémères de 105.7%. La richesse floristique est de (39).

**Ensemble B** : constitué majoritairement des relevés réalisés sur le tronçon reliant M'sila ville à Boussaâda ville (wilaya de M'sila) et autour de la ville de Boussaâda à climat aride moyen à hiver tempéré (LE HOUEROU, 1995), plus un relevé de Biskra (près du village de Tolga) pas loin de Boussaâda caractérisé par le même climat. Il représente une végétation à Armoise blanche dont le recouvrement des pérennes est de 13.4 % dont 7.4% correspond au recouvrement de l'armoise et un recouvrement des éphémères de 34%. La richesse floristique est de (26.7).

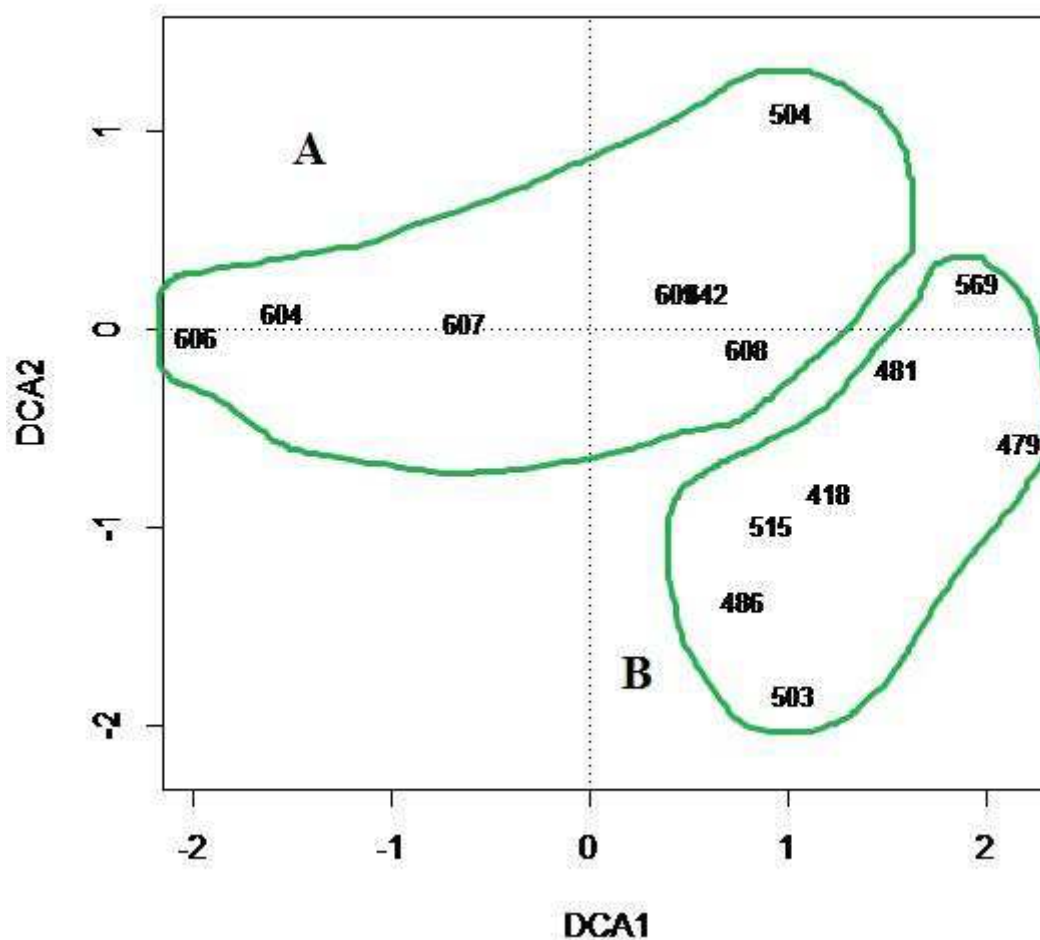


Figure 19 : Projection sur le plan 1-2 de l'analyse des Correspondances Détendancés(DCA) des relevés effectuée sur les données de 1968

#### 2.2.4 Ordination des espèces de la DCA pour les relevés de 2017 et 1968

Selon l'axe 1-2 du graphe 2017 on peut constater que le milieu est caractérisé par une thérophytie mais surtout par une diminution de la couverture végétale par rapport aux relevés de l'année 1968, la plupart des individus ont disparu des sites laissant place à d'autres représentant des espèces post-culturelles tel que *Alyssum maritimum*, *Atractylis cancellata*, *Peganum harmala*, *Astragalus armatus* ; celles-ci sont apparues à cause d'activités anthropiques dues au surpâturage mais surtout aux labours illicites et de l'urbanisation à proximité des sites visités.

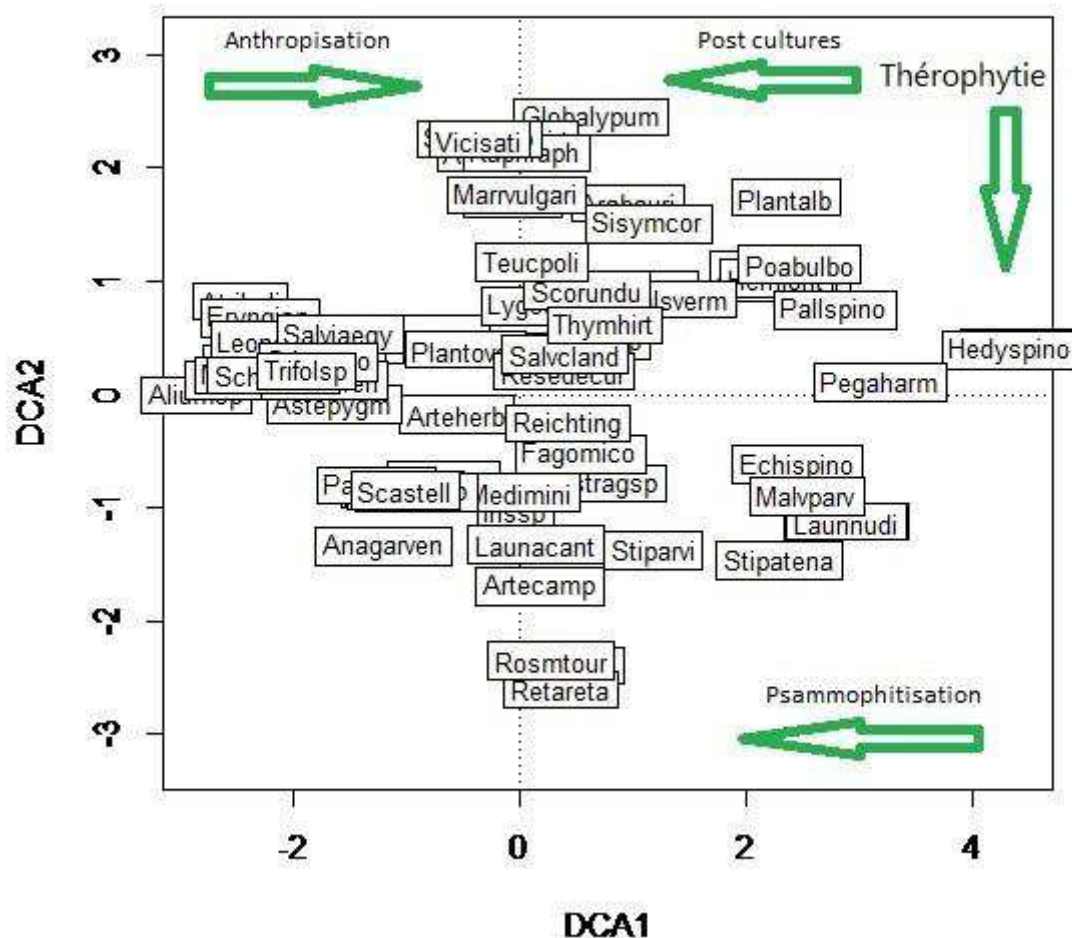


Figure 20 : Projection des espèces sur le plan 1-2 de l'analyse des Correspondances Détendancée (D.C.A) effectué sur les données de 2017

- Codes des espèces pour les deux graphes :

Artemisia herba-alba = Arteherb, Scolymus sp. = Scolysp, Thymelaea microphylla = Thymmico, Paronychia capitata.nivea = Parocapin, Thymelaea hirsute =Thymhirs, Sisymbrium coronopifolium = Sisymcor, Koelpinia linearis = Koelline, Malva aegyptiaca = Malvaegy, Spergularia diandra = Sperdian, Globularia alypum = Globalyp, Herniaria hirsute = Hernhirs, Plantago albicans = Plantalb, Thapsia garganica= Thapgarg, Poa bulbosa = Poabulbo, Vella annua= Vellannu, Pallenis spinose = Pallspino, Medicago litoralis = Medilito, Hedysarum spinosissimum = Hedyspino, Vallisneria sp.= Vallissp, Thymus hirtus= Thymhirt, Sclerocaryopsis sp = Sclerosp, Scorzonera undulata= Scorundu, Schismus barbatus= Schibarb, Salvia clandestine = Salvcland, Salsola vermiculata =Salsverm, R eichardia

tingitana = Reichting, *Launaea nudicaulis* = Launudic, *Fagonia microphylla* = Fagomico, *Ziziphus lotus* = Zizilotu, *Echinops spinosus* = Echispino, *Stipa tenacissima* = Stipatena, *Malva parviflora* = Malvparv, *Stipa barbata* = Stipabarb, *Launaea nudicaulis* = Launnudi, *Pituranthos scoparius* = Pituscop, *Launaea acanthoclada* = Launacant, *Filago germanica* = Filagerm, *Artemisia campestris* = Artecamp, *Alyssum* sp = Allyssusp, *Rosmarinus tourneforti* = Rosmtour, *Silene apetala* = Sileapet, *Retama retam* = Retareta, *Peganum harmala* = Pegaharm, *Medicago minima* = Medimini, *Zizyphora hispanica* = Zizyhisp, *Vicia sativa* = Vicisati, *Salvia aegyptiaca* = Salviaegy, *Marrubium vulgari* = Marrvulgari, *Picris coronopifolia* = Piccoro, *Plantago ovata* = Plantovat, *Hippocrepis multisiliquosa* = Hippmult, *Trifolium* sp = Trifolsp, *Herniaria fontanesii* = Hernfont, *Salvia aegyptiaca* = Salviaegy, *Teucrium polium* = Teucpoli, *Asteriscus pygmaeus* = Astepygm, *Stipa retorta* = Stipareto, *Leontodon saxatilis* = Leonsaxat, *Stipa parviflora* = Stiparvi, *Alium* sp = Aliumsp, *Thymus hirtus* = Thymhirt, *Scabiosa stellate* = Scastell, *Tunica illyrica* = Tuniilly, *Anagallis arvensis* = Anagarven.

Pour le graphe représentant la sortie des espèces relevées en 1968, la répartition des espèces recensées, en selon le plan factoriel (axe 1-2) considéré comme le plus significatif, l'analyse des espèces des relevés de 1968 montre une therophytie du milieu qui est riche en espèces annuelles comme *Plantago ovata*, *Koelpinia linearis*, *Spergularia diandra*, *Herniaria hirsuta* et *Medicago minima*.

L'analyse démontre que le milieu était plus riche en espèces, ce qui est caractéristique d'une steppe à végétation basse et clairsemée

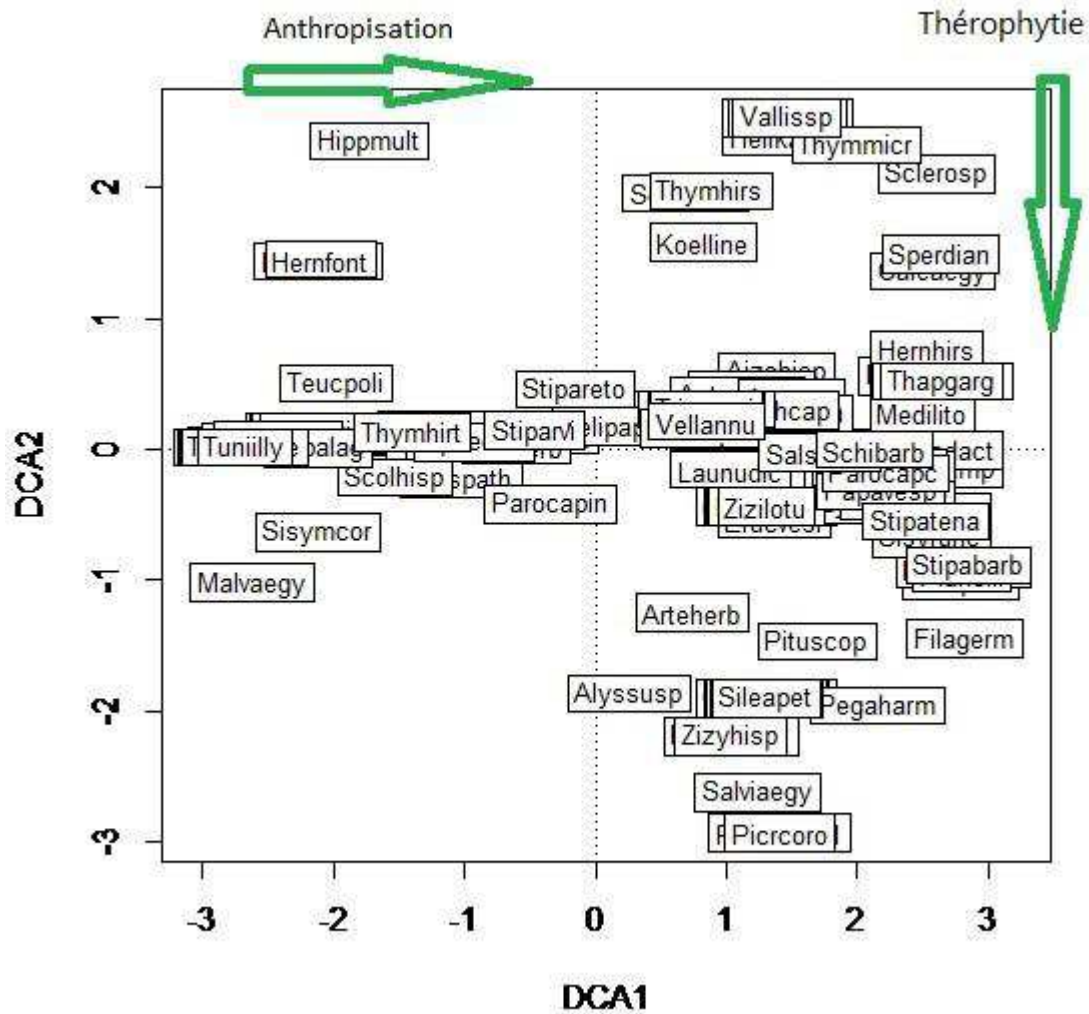


Figure 21 : Projection sur le plan 1-2 de l'analyse des Correspondances Détendancée (D.C.A) des espèces effectué sur les données de 1968.

Il reste que des espèces relevées en 1968 sont toujours signalées comme *Malva parviflora*, *Teucrium polium*, *Medicago minima*, *Anagallis arvensis* sans oublier *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba-alba*. Soulignons aussi que les espèces majoritairement situées au plan négatif de l'axe 1-2 du graphe 2017 expriment une dégradation et aridification du milieu ainsi qu'une psammophytisation par la présence de *Retama raetam*, *Paronychia capitata*, *Atriplex halimus* (Ozenda,1991).

## 2.2.5 Ordination de l'ensemble des relevés de la DCA de 2017 et 1968

L'ordination de l'ensemble des relevés par la DCA de 2017 et 1968 est illustrée par la figure 20. Chaque point du graphe représente un relevé. La figure met en évidence plusieurs ensembles le long des axes 1 et 2 ; Plusieurs ensembles de relevés se distinguent :

**Ensemble A :** qui regroupe les relevés de « CELLES » rééchantillonnés en 2017, il représente une végétation à base d'*Artemisia herba-alba*. Le recouvrement global moyen de la végétation est de 34%, le recouvrement des pérennes est de 13% dont 7.7 % correspondent au recouvrement de l'armoise blanche tandis que celui des éphémères est de 15%. Cet ensemble est caractérisé par une richesse floristique assez importante (9).

**Ensemble B :** représente les relevés réalisés par nous-même dans des nouveaux sites en 2017 et n'ont pas été échantillonnés par l'auteur « CELLES » en 1968, notamment à Tébessa, Batna et Biskra ; Il représente une végétation à base d'*Artemisia herba-alba*. Le recouvrement global moyen de la végétation est de 56.5%, le recouvrement des pérennes est de 28.65% dont 23.76 % correspondent au recouvrement de l'armoise blanche tandis que celui des éphémères est de 28%. Cet ensemble est caractérisé par une richesse floristique assez importante (7).

**Ensemble C :** regroupe les relevés échantillonnés par « CELLES » en 1968 ; Il représente une végétation à base d'*Artemisia herba-alba*. le recouvrement des pérennes est de 19% dont 8.6% correspondent au recouvrement de l'armoise blanche tandis que celui des éphémères est de 69.85%. Cet ensemble est caractérisé par une richesse floristique assez importante (33).





## 2.2.6 Ordination de l'ensemble des espèces de la DCA de 2017 et 1968

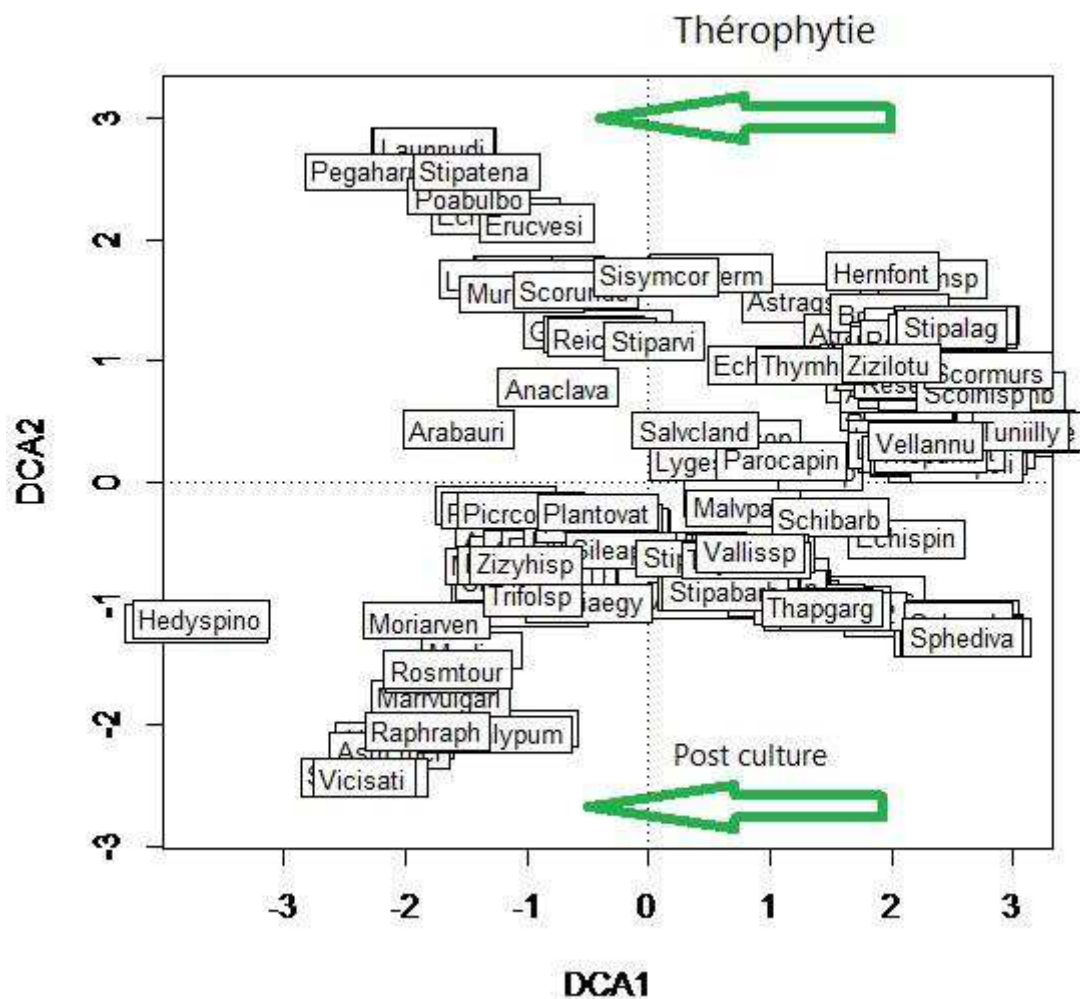


Figure 23 : Projection sur le plan 1-2 de l'analyse des Correspondances Détendancée (D.C.A) des espèces effectuée sur l'ensemble des données de 1968 et 2017.

- Codes des espèces pour le graphe de la figure 23 :

Siscoron= *Sisymbrium coronopifolium*, Stiparv= *Stipa parviflora*, Hernfont= *Hernaria fontanesei*, Stiplag= *Stipa lagaceae*, Zizilot= *Ziziphus lotus*, Scormurs= *Scorpiurus muricatus*, Thymhir= *Thymus hirtus*, Astrarm= *Astragalus armatus*, Salvcland= *Salvia clandestina*, Parocapi= *Paronychia capitata nivea*, Valanu= *Vella annua*, tunilly= *Tunica illyrica*, Lygspart= *Lygeum spartum*, Malvparv= *Malva parviflora*, Schibarb= *Schismus barbatus*, Echinspin= *Echinops spinosus*, Vallissp= *Vallisneria sp*, Stipbarb= *Stipa barbata*, Stipfonta= *Stipa fontanesei*, Thapgarg= *Thapsia garganica*, Sphediv= *Sphenopus divariatus*, Launudic= *Launea nudicaulis*, Pegaharm= *Peganum harmala*, Stiptanc= *Stipa tenacissima*, Poabul= *Poa bulbosa*, Eruvesic= *Eruca vesicaria*, Reichting= *Reichardia tingitana*, Anacyclav= *Anacyclus clavatus*, Arabauri= *Arabis auriculata*, Hedyspino= *Hedysarum spinosissimum*, Moriarven= *Moricandia arvensis*, Planova= *Plantago ovata*, Zizyhisp=

Zizyphora hispanica, Trifosp= Trifolium sp, Piccoron= Picris coronopifolia, Rosmatoun= Rosmarinus tournoforti, Marruvulg= Marrubium vulgare, Rapharaph= Raphanus raphanistum, Globalyp= Globularia alypum, Vicisati= Vicia sativa.

Selon l'axe 1-2 du graphe rassemblant toutes les espèces échantillonnées en 2017 et 1968 on peut constater que le milieu est caractérisé par une thérophytie, la majorité des taxons sont des thérophytes, parmi ces thérophytes il y'a des espèces post culturales signalées en 2017 ( côté négatif de l'axe 1) tels que *Raphanus raphanistum* , *Vicia sativa*, *Hedysarum spinosissimum*, *plantago ovata* ; ainsi que des chaméphytes comme *Thymus hirtus*, *Globularia alypum* et *Moricandia avensis*, et *Anacyclus clavatus*, *Sisymbrium coronopifolium* et *Peganum harmala*. ; celles-ci sont apparues à cause d'activités anthropiques dues au surpâturage mais surtout aux labours illicites et de l'urbanisation à proximité des sites visités.

Signalant également la présence d'hémicryptophytes de la famille des Poacées du genre *Stipa* (*Stipa tenacissima*, *Stipa parviflora*, *Stipa lagaceae*) signalées dans les deux années 1968 et 2017.

### **2.3 Analyse des relations végétation- milieu (CCA)**

L'Analyse Canonique des Correspondances (CCA) est utilisée pour apporter une explication à la répartition des relevés et des espèces en relation avec les variables de l'environnement et d'identifier les facteurs écologiques qui interviennent le plus dans cette répartition. Pour cela une CCA a été effectuée avec 19 variables relatives à la végétation (couvert), au climat (pluviométrie P en mm.an-1) et aux éléments à la surface du sol. Cette CCA est réalisée à partir des données recueillies à partir des relevés phytoécologiques réalisés par nos soins en 2017 relatives à la végétation (couvert), au climat (pluviométrie P en mm.an-1) et aux éléments à la surface du sol, pour les relevés de 1968 nous ne disposant pas des données relatives aux différentes variables.

Les corrélations entre les axes1 et 2 et les variables environnementales (tabl. 5) illustrées également par la figure 19, suggèrent que l'axe 2 est corrélé plus aux variables de production (biomasse et production fourragère), alors que l'axe 1 est plus lié aux variables exprimant la diversité.

Tableau 6. Corrélations entre les axes et les variables écologiques de la C.C.A(Analyse Canoniques des correspondances).

|                            | Abréviation  | Axe1     | Axe2     |
|----------------------------|--------------|----------|----------|
|                            | Fréquences : |          |          |
| Litière                    | Lit          | -0.01614 | -0.25352 |
| Eléments grossiers         | Elg          | 0.35927  | 0.18278  |
| Pellicule                  | Pell         | -0.34666 | 0.19633  |
| Éphémères                  | Ephe         | -0.09851 | -0.18270 |
| Pérennes                   | Pere         | 0.46063  | -0.17104 |
| Matière organique          | MO           | 0.21504  | -0.01590 |
| Argile                     | Arg          | 0.27115  | 0.21355  |
| Limon                      | Lim          | 0.42525  | -0.64260 |
| Sable                      | Sab          | -0.48268 | 0.53479  |
| Conductivité électrique    | CE           | -0.30806 | 0.17307  |
| Calcaire total             | Ca           | 0.48418  | -0.07422 |
| Recouvrement global        | RG           | 0.47821  | -0.28847 |
| Richesse                   | Rich         | 0.03557  | 0.33490  |
| Indice de Shannon          | H            | 0.16221  | -0.14056 |
| Equitabilité               | Equi         | 0.17364  | -0.42342 |
| Indice de valeur pastorale | IVP          | 0.43241  | -0.28786 |
| Biomasse végétale          | Biom         | -0.12867 | 0.30982  |
| Production fourragère      | UFha         | 0.57397  | 0.18401  |
| Pluviométrie               | Pmm          | -0.05369 | 0.19651  |

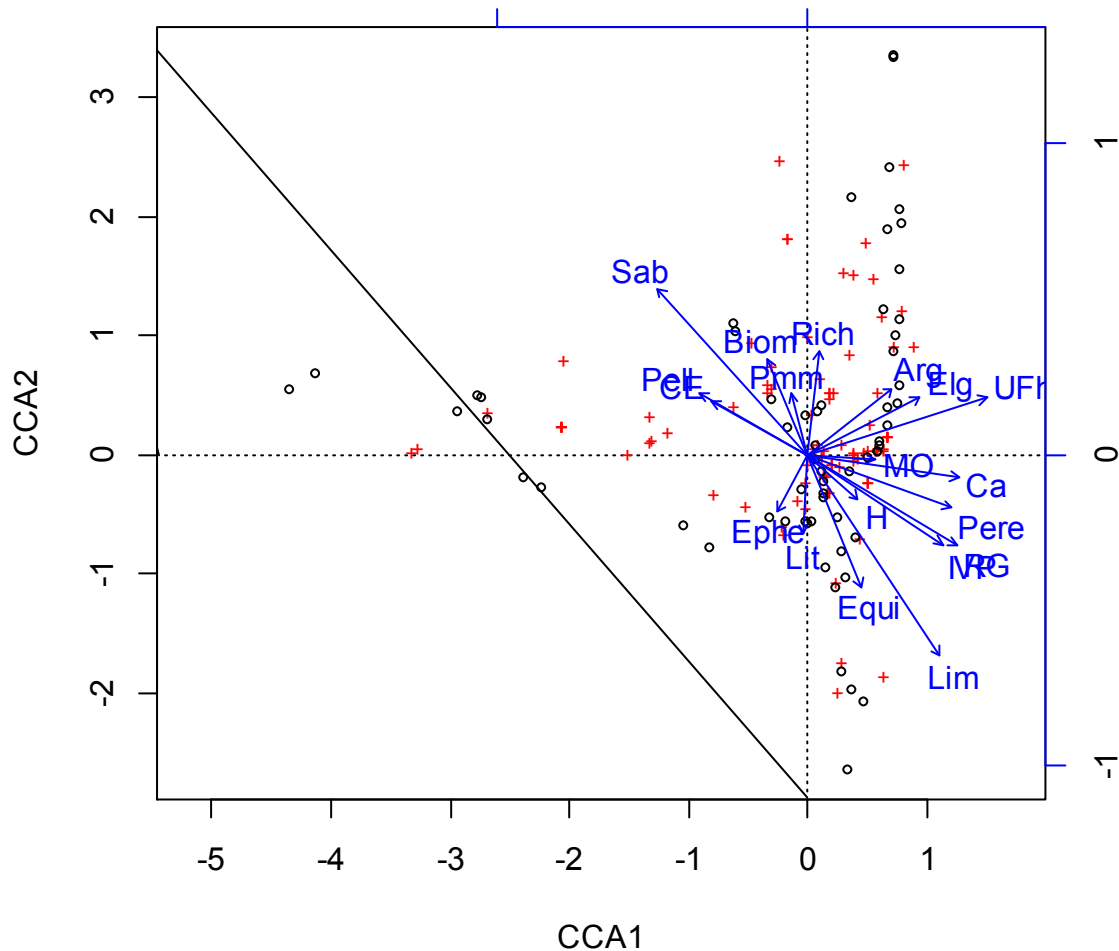


Figure 24 : Projection des variables sur le plan 1-2 de la C.C.A (Analyse Canoniques des Correspondances).

La figure 24 montre la position des variables par rapport à leur corrélation avec les axes. Le recouvrement global, impliquant les plantes pérennes s'orientent vers la partie positive de l'axe 1, ainsi que les éléments grossiers bien présents dans les relevés de 2017. Les limons ainsi que la matière organique situés sur la partie positive de l'axe 1 et du sable en partie positive de l'axe 2, montre une tendance à un sol limoneux sableux caractéristiques des steppes à armoise blanche et constaté lors de nos analyses des relevés pédologiques des sites visités, ainsi qu'à un sol pauvre en matière organique en association à une litière (coté négatif des deux axes) considérée comme faible pourcentage ; l'équitabilité qui est nettement plus élevée dans les relevés avec une pluviométrie suivant la même tendance de la variable sable qui montrent une

tendance à des relevés situés la plupart dans des bioclimat arides à faible pluviométrie et sensibles à l'aridification et à la désertification du milieu.

## 2.4 Discussion

L'analyse diachronique à près de 50 ans d'intervalle montre une régression de la végétation steppique par la diminution du nombre d'espèces, comme il a été remarqué par Khader et al, (2014) dans une étude menée dans la zone steppique de Djelfa. Sur une superficie de 47679ha, le taux de régression enregistré sur une période de 14 ans (de 1987 à 2001) est de 31,01 % de la superficie totale, ce qui explique une intense dégradation due principalement à l'action climatique et la pression anthropique par le surpâturage et la mise en culture des parcours à armoise et des parcours à sparte et armoise champêtre.

La dominance des familles ; Asteraceae, Poaceae, Fabaceae et Chenopodiaceae dans la flore désertique a été déjà confirmé par Aidoud (1983). Les Astéracées, les Poacées et les Fabacées sont trois familles qui représentent 35 à 40% de la flore dans chaque secteur saharien (Ozenda,1983) et étant cosmopolites, ces dernières sont signalées sur toute la steppe de l'Atlas saharien (Benaradj et al, 2013).

La présence des psammophytes est due essentiellement à l'ensablement caractérisant la majorité des sites visités, d'espèces telles que *Retama raetam* (Ozenda,1991 et Djebaili, 1978), *Thymelaea microphylla* (Djebaili, 1978).

*Thymelaea microphylla* apparait comme une espèce psammophile indiquant éventuellement la présence d'un simple recouvrement éolien, même discontinu, sur des sols extrêmement variés de l'aride moyen et inférieur ( $P < 300$  mm) (Pouget M,1980). La présence également, non négligée, de *Malcolmia aegyptiaca* décrite comme espèce appartenant au "groupe psammophile des sables très grossiers soumis à la déflation" ce qui semble correspondre au sable non fixé. (Le Houérou,1995)

Selon Djebaili (1978), la variation de la composition floristique en fonction de la nature du substrat lithologique. Lorsqu'il se développe sur glacis d'érosion fortement ensablé, ce groupement forme des faciès avec des espèces psammophytes telles que *Retama raetam* et *Thymelaea microphylla*. Selon Benaradj et al.(2013), l'ensablement favorise l'installation des espèces psammophytes telles que : *Retama raetam* et *Malcolmia aegyptiaca*.

Le graphe des données de 1968, bien qu'il comporte des espèces indicatrices de dégradation telles que *Peganum harmala* du côté positif de l'axe et *Scolymus hispanicus* côté négatif, résultant de surpâturage, celui-ci reste représenté en majorité par des plantes steppiques qui donnent une vocation pastorale aux sites visités à l'époque, notamment des chaméphytes ligneuses comme *Artemisia herba alba* et *Pituranthos scoparium* où cette dernière domine dans les pâturages arides rocailloux (BENISTON, 1984; VERITE et al., 2004 ; SMAILI et al., 2011 ; VERNIN et al., 1999; LOGRADA et al., 2013 ).

Pour les taxons tel que *Anacyclus clavatus*, *Sisymbrium coronopifolium*, se sont des espèces caractéristiques de sols généralement cultivés (Pouget M, 1980). La steppe subit actuellement de fortes pressions liées aux labours illicites constatés sur terrain, occasionnant une réduction des espèces pérennes (Benkhaira A, 2012).

Les steppes issues des pressions climatiques et anthropiques composées surtout d'espèces rudérales et nitrophiles, certaines espèces sont épineuses comme *Atractylis serratuloides* et d'autres sont réputées toxiques telles *Peganum harmala* et *Thymelaea spp* (Le Houérou,1995).

La thérophytie caractérisant les sites visités soit à l'époque,1968, ou en 2017, également constatée par Aidoud (1989) dans les écosystèmes steppiques à l'ouest de l'Algérie, est un phénomène normal, en effet, en steppe aride, à la différence des forêts du Semi-Aride et du Sub-Humide (au moins), il est normal et connu depuis longtemps que ce sont les thérophytes qui dominent naturellement le spectre biologique. Il s'agit alors de thérophytie (Daget, 1980). Emberger (1939) et Daget (1980) affirment que le taux des thérophytes croît avec l'aridité du milieu. Cette richesse est due au processus de la 'remontée biologique' de la reconstitution, la régénération et la réapparition des espèces menacées de destruction par les facteurs de dégradation.

Les schémas dynamiques développés à partir des liens de contiguïté entre les groupements végétaux ont montré une tendance à l'augmentation de la richesse en thérophytes qui semble être un corollaire à la dégradation et à la désertification ou, en d'autres termes, une stratégie d'adaptation vis-à-vis d'une baisse du couvert végétal et des ressources édaphiques ,notamment de la réserve en eau utile (Daget,1980).Cet accroissement des thérophytes a été mis en évidence notamment au Maroc (Quezel et al,1992) , dans les Hautes Plaines algériennes (Aidoud-Lounis F,1997, Kadi-Hanifi,1998) et en Tunisie aride( Jauffret,2001). De toute manière, le taux de thérophytes dans les communautés, augmente naturellement avec l'aridité (Aidoud et al,2006).

Le Houérou (1995) a signalé que l'augmentation des chamaephytes ligneuses dans les formations à Poacées fait suite au surpâturage par les ovins et les bovins. Dans les zones d'étude, les parcours sont surtout exploités par les ovins et les caprins. Les Géophytes et les phanérophyles sont moins importants, ces derniers diminuent progressivement avec l'aridification du climat, La prolifération des héli cryptophytes peut s'expliquer aussi par la pauvreté du sol en matières organiques.

L'état actuel de la dégradation des peuplements végétaux causée par l'éradication des plantes ligneuses montre que la végétation ligneuse a été surexploitée. Ceci s'explique par les besoins en combustible pour la cuisson et le chauffage, amenant les populations à déraciner les espèces ligneuses (*Armoise blanche*, *Noaea mucronata*, *Salsola vermiculata* *vermiculata* et *Tetrandra* *Tetrandra*, *Hammada scorpis scoparia*, etc...).

La CCA intégré l'ensemble des relevés et des espèces avec 19 variables environnementales. Parmi ces 19 variables, deux groupes, l'un lié à la production (biomasse et production fourragère), l'autre à la diversité, semblent déterminer l'analyse. Les relevés montrent également à travers l'analyse CCA, que les activités anthropiques et le surpâturage jouent un rôle dans l'éradication et disparition de l'armoise dans des sites des wilayas de M'sila et Batna.

Pour Le Houérou (1995) la steppe d'armoise blanche est une "steppe arbrissellée". Il la qualifie comme une sorte de "plésio-climax". Celles-ci sont des états d'équilibre plus ou moins stable apparaissant suite à une forte pression des troupeaux. Pour ce même auteur, il s'agit de distinguer les steppes stables comme celles à *Artemisia herba-alba* entre autres, des phases transitoires comme celle à *Artemisia campestris* qui constituent des stades post-cultureux qui, le plus souvent, ne durent pas.

Toujours pour cet auteur, ce sont des steppes limonophiles qui présentent toutes "un point en commun : la présence d'un sol à texture moyenne à fine, souvent squelettique, mais toujours colmaté en surface. Ces steppes présentent aussi un cortège d'espèces fidèles : *Stipa capensis*, *Plantago ovata*, *Vella annua*, *Ajuga iva* subsp. *pseudo-iva*, que l'on retrouve pratiquement dans toute l'aire géographique des steppes à armoise blanche. La mise en culture périodique conduit à des stades post-cultureux transitoires à *Cynodon dactylon* et *Artemisia campestris* (Le Houérou, 1981). Dans les zones de 200 mm, *A. herba-alba* tend à être remplacée par *Hammada scoparia*".

Cependant, des travaux plus récents effectués durant une période globalement sèche durant laquelle l'ensablement de surface s'est étendu, ont montré que la steppe d'armoise et en



particulier l'espèce dominante aurait tendance à prendre un profil limono-sableux voire parfois sablo-limoneux (Aidoud-Lounis, 1984, 1997). Zemiti et Aidoud (2016) ont même observé localement dans un site de suivi à long terme et dans des conditions de relative protection contre le surpâturage, que l'armoise pouvait régénérer dans un milieu très sableux en surface. Ces auteurs ont émis l'hypothèse d'un enrichissement en matière organique à partir de pellicules biologiques observées à la surface du sable. C'est dire que les communautés d'armoise peuvent présenter des cortèges relativement variées selon l'édaphisme des espèces qui accompagnent l'armoise blanche.

La communauté typique d'armoise sur glacis a été décrite au plan phytosociologique, formant des groupements (association ou alliance) avec d'autres espèces comme suit:

- *Artemisia herba-alba* et *Stipa parviflora* par Celles, 1975 dans les Hautes Plaines steppiques sud-constantinoises et par Peltier (1982 in Kaabeche, 1990) dans le Sud du Maroc.
- *A. herba-alba* et *Reichardia tingitana*, *A. herba-alba* et *Poa bulbosa*, *A. herba-alba* et *Asteriscus graveolens* par Le Houérou (1969 in Kaabeche, 1990)
- *A. herba-alba* et *Plantago albicans* par Le Houérou (1969) en Tunisie aride et par Djebaïli (1978) dans les Hautes Plaines steppiques d'Algérie;
- *A. herba-alba* et *Noaea mucronata* par Aidoud-Lounis (1984) en Algérie steppique.

Les différentes communautés ou assemblages Pour Celles (1975), l'armoise s'associe à l'alfa déjà en steppe arborée ou arbustive, comme une différentielle dans une association à *Stipa tenacissima* et *Launaea acanthoclada*, rattachée à une alliance à *Pinus halepensis* et *Juniperus phoenicea*. Dans la steppe typique, l'armoise se présente en formation pure ou souvent en association ou en mosaïque avec l'alfa et le sparte.

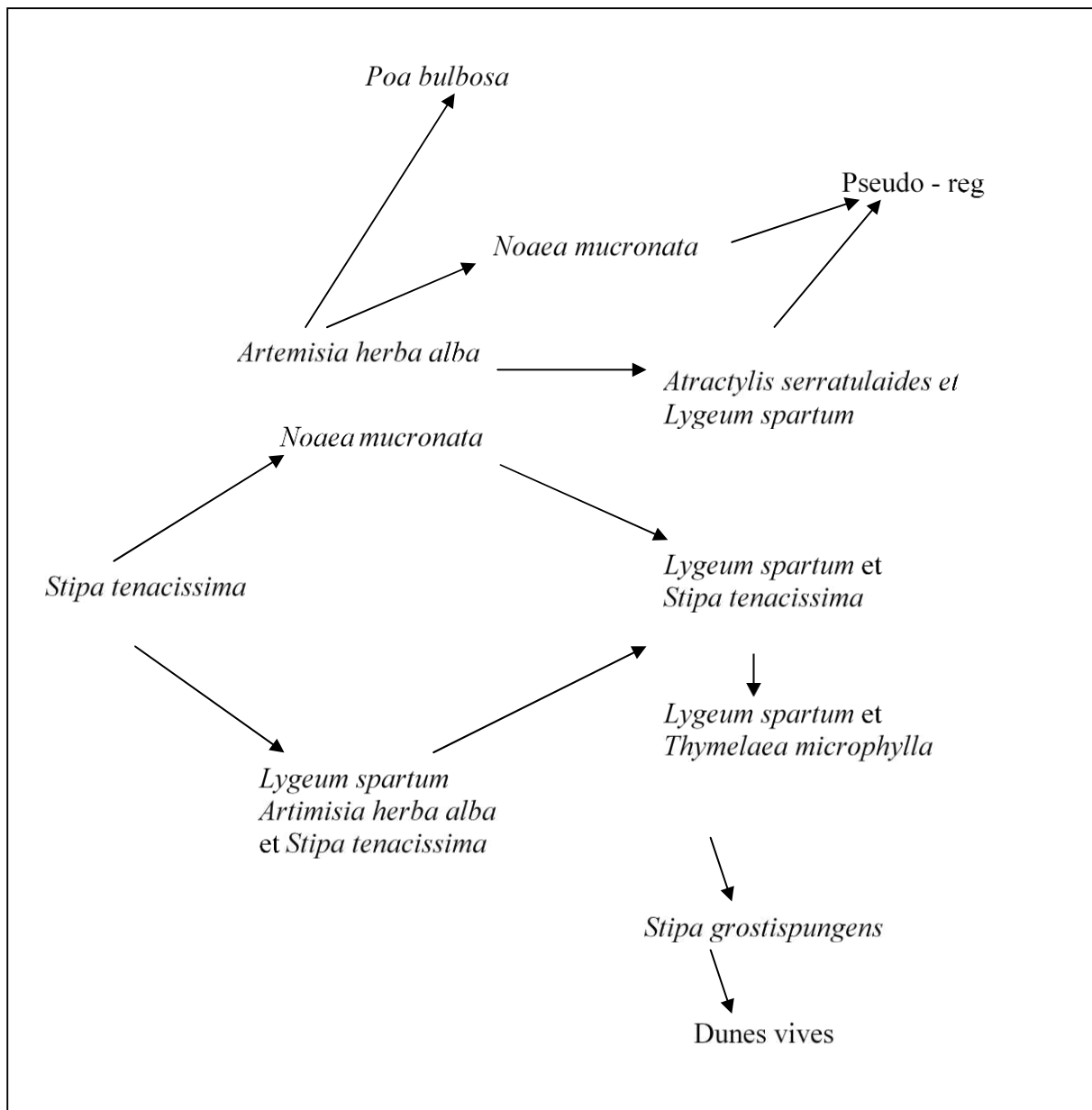


Figure 25 : Relations de contiguïté entre les principaux groupements steppiques des hautes plaines Algériennes Aidoud et Aidoud, (1991).

Dans les steppes arides d'Algérie, les premières études dynamiques entreprises ont utilisé l'approche dite synchronique permettant d'établir des schémas dynamiques partant de liens entre communautés juxtaposées que les phytoécologues (LE HOUEROU, 1969; CELLES, 1975; DJEBAILI, 1978) dénommaient mosaïques, mélanges... Le travail mené dans le Sud-Oranais par le CRBT / URBT, a permis d'affiner les hypothèses dynamiques (ACHOUR, 1983; AIDOUUD-LOUNIS, 1984 ; BOUZENOUNE, 1984). Dans le bassin-versant du Chott-Chergui, que AIDOUUD-LOUNIS (1984) a qualifié de « complexe alfa-sparte-armoïse » l'ensemble des principales communautés végétales sur glacis et versant. Ce même auteur a étudié les relations dynamiques, sous forme de trajectoires possibles entre les différents groupements steppiques

arides à base essentiellement d'alfa (*Stipa tenacissima* L.), d'armoise (*Artemisia herba-alba* Asso.) et de sparte (*Lygeum spartum* L.) dans cette région.

Par ailleurs, Aidoud et Aidoud, (1991), ont schématisé l'évolution des groupements steppiques des hautes plaines steppiques Algériennes selon le schéma donné dans la (figure 25).

L'analyse de cette représentation schématique reflète qu'à partir des *Stipa tenacissima* pur, la dégradation semble suivre deux vois essentielles qui aboutissent aux groupements à armoise blanche par érosion et aux groupements à sparte par dépôt sableux.

Le remplacement des groupements d'alfa est assuré par celui à *Artemisia herba alba* et *Noaea mucronata*. Il peut évoluer avec une intensification de la pression pastorale, vers un groupement à *Atractylis serratuloides* et *Lygeum spartum* ou vers une pelouse à *Poa bulbosa*, comme dans le Sud Algérois.

L'évolution vers un groupement à *Noaea mucronata* a été constatée dans le sud algérois. D'une manière globale, la dégradation s'accompagne d'un appauvrissement du cortège floristique et d'une baisse du couvert végétal global, celui des plantes pérennes plus particulièrement.

Un suivi à long terme en stations permanentes portant sur près d'une quarantaine d'années a permis de distinguer les fluctuations réversibles (AIDOUD, 1983, 1989, 1994) des tendances à long terme (AIDOUD & TOUFFET, 1996 ; SLIMANI, 1998, 2012 ; SLIMANI & al., 2010). Il a permis, au plan dynamique, de confirmer au moins une trajectoire dynamique par l'étude de transect faisant ressortir expérimentalement les effets du surpâturage dans une communauté d'alfa. C'est dire qu'un stade dynamique peut nous renseigner non seulement sur le présent mais également sur le passé. Il peut également, par conséquent, renseigner le futur dans la mesure où un état dans une trajectoire peut constituer le système de référence vers lequel un système actuel dégradé devrait être orienté par des actions de réhabilitation.

# Chapitre quatrième

## Les ressources végétales des parcours à Armoise blanche



## Chapitre quatrième : Les ressources végétales des parcours à Armoise blanche

L'étude qualitative de la végétation est complétée par le présent chapitre dans lequel est analysée quantitativement la distribution des ressources fourragères naturelles dans l'espace et leur évolution dans le temps durant l'ensemble de la période de surveillance.

Les travaux portent sur le couvert végétal évalué par la fréquence des espèces, la phytomasse et la production fourragère en distinguant les plantes pérennes des plantes éphémères afin de quantifier les changements décelés à un niveau physiologique.

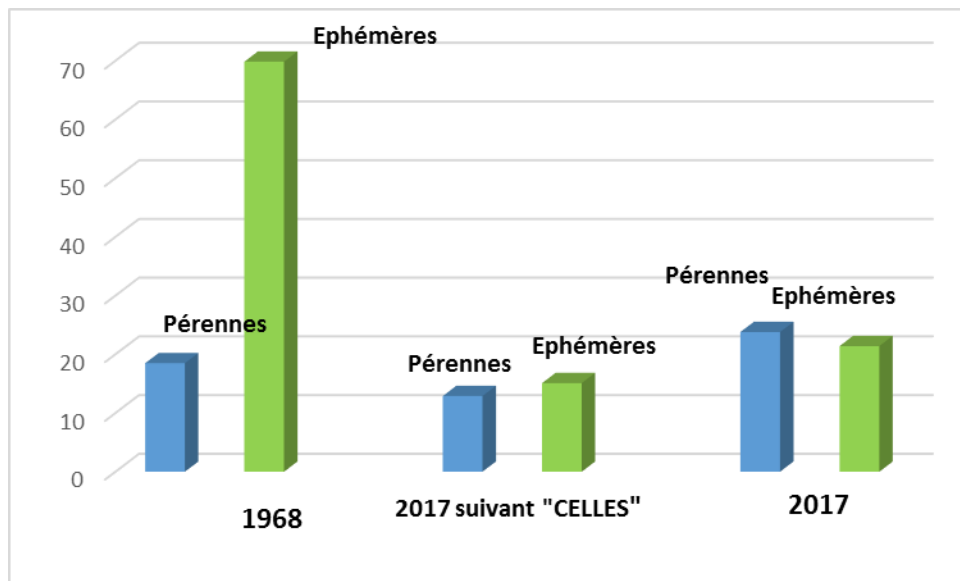
La fréquence des espèces ou des catégories et la phytomasse en particulier, ont prouvé leur efficacité dans l'évaluation et le suivi de la désertification (LE HOUEROU, 1985).

A travers les relevés réalisés, les variations spatiales et temporelles du couvert végétal, de la phytomasse et de la production primaire nette des catégories retenues (pérennes et éphémères) sont analysées.

### 1-Le couvert végétal

**Tableau 1. Evolution du couvert végétal des différentes catégories de recouvrement dans la steppe orientale**

| Recouvrement( %) | 1968   | 2017 (selon les sites visités par « Celles » à M'sila, Batna et Biskra) | 2017 (avec les sites ajoutés de Tébessa, Biskra et Batna) |
|------------------|--|---|---|
| Pérennes         | 18.49 ± (7.25)   | 12.9 ± (4.19)   | 20.7 ± (3.85)   |
| Armoise blanche  | 8.6 ± (2.41)   | 7.7 ± (3.44)  | 15.6 ± (3.66)   |
| Ephémères        | 69.85 ± (41.45)  | 15.1 ± (4.2)  | 21.4 ± (3.57)   |
| Globale          | /  | 33.6 ± (5.9)  | 44.9 ± (4.60)   |
|                  | Les valeurs entre parenthèses représentent les intervalles de confiances. (p=0.05) |   |   |



**Figure 18 : Couvert végétal des steppe orientales entre 1968 et 2017**

L'analyse des résultats représentés dans le tableau 1 et les et la figure 18, montre que le recouvrement global de la végétation (Pérennes+ éphémères) enregistré en 2017est relativement moins important (44.9%) par rapport à 1968.

La figure 18, met en évidence la variation importante du recouvrement global de la végétation à travers les relevés floristiques, le coefficient de variation varie de 72% à 65% en 2017 et de 66% à 102% en 1968.

Le couvert végétal des pérennes (18.49 %) qui caractérisait la steppe d'armoise blanche auparavant (1968) de l'Est Algérien connaît une augmentation avec 23.8% signalée en 2017.

La variation des pérennes concerne essentiellement et particulièrement *Artemisia herba-alba*. Son recouvrement a évolué de 8.6% à 15.6% en 2017.

## **2-Phytomasse**

Les résultats concernant la phytomasse des différentes catégories et les changements étudiés entre 1968 et 2017 sont donnés dans le tableau 2.

**Tableau 2** : Phytomasse Globale, Pérennes et Ephémères

| <b>Phytomasse (kgMS/ha)</b>                | <b>1968</b> |        | <b>2016-2017 (selon les sites visités par « Celles » à M'sila, Batna et Biskra)</b> |        | <b>2016- 2017 (avec les sites ajoutés de Tébessa, Biskra et Batna)</b> |        |
|--|-------------|--------|---|--------|--|--------|
| <b>Phytomasse globale (kgMS/ha.)</b>       | m           | 912.8  | m   | 649.6  | m  | 1071.2 |
|  | Ic          | 319.21 | Ic  | 266.6  | Ic   | 248.2  |
|  | Cv          | 66.75  | Cv  | 111.88 | Cv   | 92.33  |
| <b>Phytomasse des pérennes (kgMS/ha.)</b>  | m           | 707.5  | m   | 629.2  | m  | 1020.6 |
|  | Ic          | 210.2  | Ic  | 255.57 | Ic   | 234.72 |
|  | Cv          | 56.7   | Cv  | 110.73 | Cv   | 91.64  |
| <b>Phytomasse des éphémères (kgMS/ha.)</b> | m           | 205.3  | m   | 20.4   | m  | 50.6   |
|  | Ic          | 109    | Ic  | 11.02  | Ic   | 13.48  |
|  | Cv          | 101.35 | Cv  | 147.42 | Cv   | 106.09 |

La phytomasse totale englobe celle des pérennes et des éphémères. Cette dernière catégorie est représentée par l'ensemble des thérophytes et des petites vivaces qui passent la période sèche en état de dormance physiologique avec une partie aérienne quasi-nulle. De ce fait, leur biomasse mesurée ou évaluée au pic de végétation constitue une bonne estimation de leur production nette.

La phytomasse des pérennes connaît une baisse pour les relevés visités par « Celles » en 2017 par rapport à celles du système préexistant en 1968, même observation pour les éphémères qui connaissent une baisse assez importante avec 20.4 contre une moyenne de 205.3 en 1968.

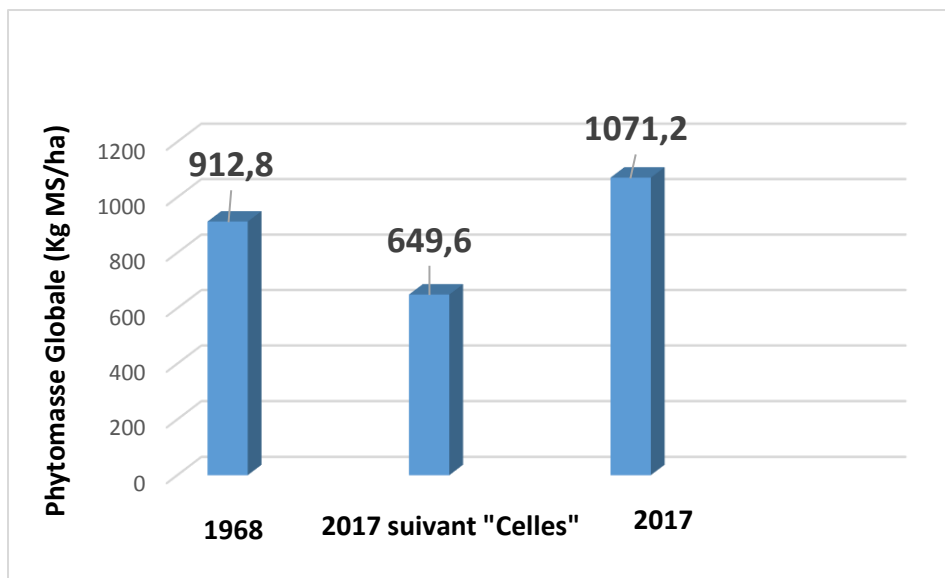


Figure 19. Phytomasse globale des steppes orientales entre 1968 et 2017

### 3. Production fourragère

La production fourragère calculée à partir de la valeur énergétique de la production utilisable de l'espèce (cf. Chapitre méthodes), exprime le taux de matière végétale pouvant être prélevée par le mouton ; elle est exprimée en unités fourragères (UF) par hectare et par an. Les productions pastorales calculées pour les différentes catégories et à différentes dates sont présentées dans le tableau 3.

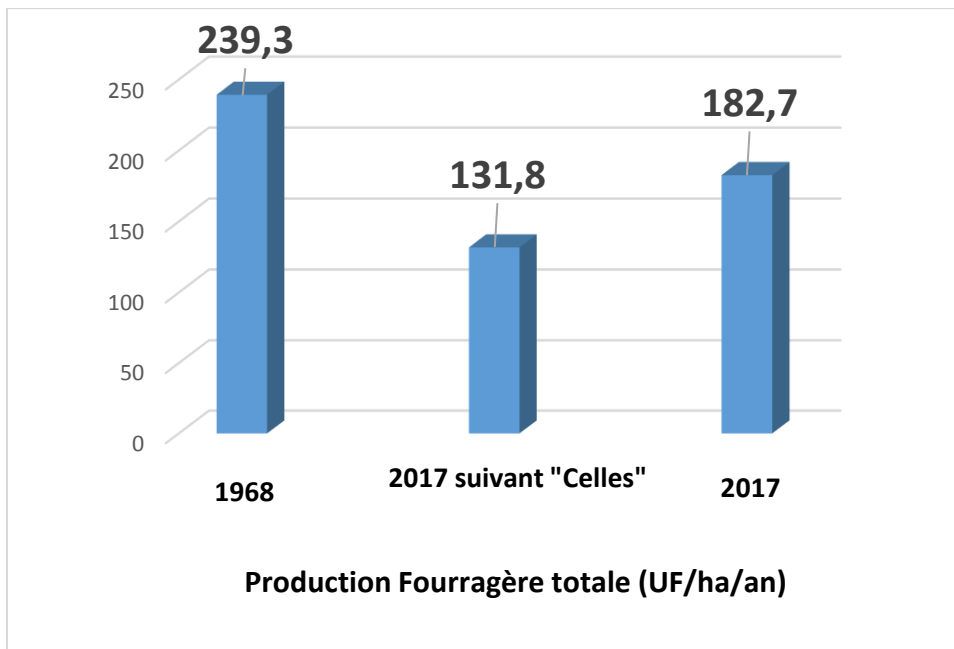
Tableau 3 : Production fourragère totale, des pérennes et des éphémères

| Production fourragère (UF/ha/an)               |           | 1968   | 2016-2017 (selon les sites visités par « Celles » à M'sila, Batna et Biskra soit 31 relevés) | 2016- 2017 (avec les sites ajoutés de Tébessa et Batna soit 61 relevés) |
|--|-----------|--------|--|---|
| Production fourragère totale (UF/ha/an)        | <b>M</b>  | 239.3  | 131.8  | 182.7   |
|  | <b>Ic</b> | 106.11 | 108.9  | 50.27   |
|  | <b>Cv</b> | 84.65  | 127.27   | 109.31  |
| Production fourragère des pérennes (UF/ha/an)  | <b>M</b>  | 136.7  | 121.6  | 175.4   |
|  | <b>Ic</b> | 51.61  | 103.39   | 43.39   |
|  | <b>Cv</b> | 72.1   | 125.58   | 109.83  |
| Production fourragère des éphémères (UF/ha/an) | <b>M</b>  | 102.7  | 10.2   | 25.3  |
|  | <b>Ic</b> | 54.5   | 5.51   | 6.9   |
|  | <b>Cv</b> | 101.35 | 147.42   | 106.09  |



**M : Moyenne dont les valeurs en gras représentent les minimum et maximum atteints ; Ic :**  
**Intervalle de confiance (p=0.05) ; Cv : Coefficient de variation**

La production fourragère globale connaît une baisse assez marquante pour les relevés de 2016-2017 avec 182.7 UF/ha/an et 239.3 UF/ha/an en 1968. La production fourragère des éphémères connaît elle aussi une baisse importante 25.3 UF/ha/an en 2017, la production des pérennes connaît une faible baisse suivant les relevés de « Celles » réalisés en 2017 (121.6).



**Figure 20. Production fourragère globale des steppes orientales entre 1968 et 2017**

#### **4. Propriétés du sol**

Les variables pédologiques ont été échantillonnées dans le sol de l'espace inter-touffes au niveau des 32m<sup>2</sup> de chaque relevé. Les résultats représentent la moyenne des échantillons pour les 61 relevés. Pour les relevés de 1968 nous ne disposant pas de données sur les variables pédologiques et les éléments de surfaces de l'époque sauf pour les éphémère, pérennes, richesse et indice de Shannon et équitabilité. Ici nous présentant les variables pédologiques et éléments de surface obtenus en 2016-2017.

Tableau 4 : variables pédologiques et éléments de surface enregistrés en 2017

| Caractéristiques du sol | Relevés 2017 | Relevés 1968 |
|-------------------------|--------------|--------------|
| PH                      | 7.81± 0.07   | -            |
| CE ds/m                 | 0.4± 0.1     | -            |
| Ca Total                | 25.31± 2.65  | -            |
| MO                      | 3.31± 0.27   | -            |
| Argile                  | 20.06±1.35   | -            |
| Limon                   | 32.91±3.70   | -            |
| Sable                   | 46.68±4.06   | -            |
| Litière                 | 5.57±1.020   | -            |
| Elg                     | 22.65±3.52   | -            |
| Pell                    | 24.16± 3.59  | -            |
| Ephe                    | 21.38±3.57   | 69.85± 41.45 |
| Pere                    | 20.65±3.85   | 18.94 ± 7.25 |
| RG                      | 44.89±4.57   | -            |
| SomFSi                  | 42.02±4.69   | 89.16 ± 47.9 |
| Richesse                | 8.03±0.77    | 32.86 ± 6.86 |
| H                       | 1.74±0.17    | 3.72 ± 0.59  |
| Equi                    | 60.13±5.92   | 75.08 ± 9.35 |

- Pour chaque variable sont donnés la moyenne et son intervalle de confiance (p=0.05)

Au niveau de l'étude diachronique de près de 50 d'intervalle, on remarque que les éphémères connaissent une régression du nombre de taxon constaté qui se répercute sur les moyennes de richesse avec (8.03) pour les relevés de 2016-2017. Le système préexistant connaissait une richesse importante en taxons et surtout en éphémères (69.85), cela se voit également au niveau de l'équitabilité 75.08% et l'indice de Shannon avec 3.72 en 1968 et 1.74 en 2016-2017. Pour les pérennes et selon les relevés englobant ceux de Tébessa qui représentent des parcours mise en défend et autres de Batna qui ont été rajoutés par nos soins aux relevés de « Celles », les pérennes connaissent une faible augmentation cela et du probablement au relevé rajoutés qui montrent cette augmentation du à ces sites riche en *Artemisia herba alba*, mais si on comparent les relevés de l'époque et rééchantillonnés en 2016-2017 les pérennes présentent un régression avec une moyenne de 12.9 contre 18.94 en 1968.

Les variables pédologiques montrent que le sol des sites en 2016-2017 et assez riche en matière organique (3.31); le sol est à texture limoneux-sableuse ce qui caractérisent les sols où se développent *Artemisia herba alba*, avec respectivement 46.68 de sable et 32.91 pour les limons, ainsi ces sites sont relativement riche en sable bien quand n'est pas les données enregistrées en

1968, nos observations à travers les sites visités montrent que les wilayas de Biskra et M'sila (Boussaâda) sont plus touchés par l'ensablement.

## 5. Discussion

Dans la steppe d'armoise d'origine le recouvrement des pérennes était de 24%(celle de l'armoise blanche 19%). Ce recouvrement a été atteint durant les années d'échantillonnage.

La baisse du couvert végétal et particulièrement celle des éphémères, constitue l'un des indicateurs de désertification (LE HOUEROU, 1985 ; AIDOUUD et TOUFFET, 1996). Cette baisse constitue souvent le premier signe visible de dégradation d'un pâturage (LEHOUEROU, 1992c ; AIDOUUD, 1993)

Le couvert des éphémères (tableau 1) devient ainsi moins important que celui des pérennes. Mais Ceci s'explique par l'ensablement exceptionnel visible dans les relevés des wilayat de M'sila et Biskra où les voiles de sable sont liés à une dynamique d'érosion active dans les milieux steppiques en voie de désertification, sous tendant de profonds changements dans la structure et le fonctionnement des écosystèmes (AIDOUUD et AIDOUUD-LOUNIS, 1991). Les dépôts sableux ont été fixés par des espèces psammophiles essentiellement par des éphémères d'où l'augmentation importante de leur recouvrement en 1968.

De même que pour le couvert végétal, une augmentation importante de la phytomasse totale est observée en 1968 et 2016-2017. La phytomasse augmente avec une contribution des éphémères relativement faible. Cette phytomasse importante se repère également par une phytomasse importante des pérennes. Cela est due à la contribution des relevés fait surtout dans la wilaya de Tebessa dans des sites mise en défend ainsi qu'à l'effet du retour des conditions pluviométriques relativement bonnes en 2016 par une phytomasse atteinte durant cette année.

La phytomasse totale et celle des pérennes évoluent dans le même sens à la différence des éphémères qui montrent des valeurs basses en 2016 et 2017.

L'augmentation de la phytomasse totale en 1968 est essentiellement liée à l'augmentation de la phytomasse des pérennes alors qu'en 2017 ce sont les éphémères qui voient leur biomasse diminuer.

La production fourragère est déterminée par les plantes à valeur fourragère élevée, ici les plantes éphémères dont les thérophytes mais également l'armoise blanche dont les pousses de l'année sont très appréciées en été et en automne assurant un apport énergétique aux animaux

durant la période estivale. L'augmentation de la production fourragère globale en 2017 est liée à celle des éphémères. Elle est due à celle des pérennes pour les relevés dont on a rajouté les sites de Tébessa, de Batna. Cette augmentation est à mettre en relation avec les bonnes conditions climatiques de la dernière année 2016.

## 6. Discussion générale

Les résultats de l'échantillonnage diachronique montrent une régression de la diversité végétale. La régression de la biodiversité, qui en elle-même constitue un changement global (cf. Convention sur la Diversité Biologique adoptée lors du Sommet de Rio en 1992), constitue l'un des principaux indicateurs biologiques de la désertification. La dégradation s'accompagne en général d'une perturbation profonde de la biodiversité (CISS, 1986 in. MAINGUET, 1990 ; CHAIB, 1991; NAVEH, 1993 ; HOLZAPPEL et al.1992).

L'enrichissement floristique pouvant être observé aux stades précoces d'une dynamique régressive est dû à l'installation des espèces dites « de dégradation » à amplitude écologique plus large et à forte capacité de colonisation (AIDOUD & AIDOUD-LOUNIS, 1991). L'extension de cette catégorie d'espèces est favorisée par l'anthropisation; des espèces dites de stratégie 'r' à plus grande plasticité phénotypique. Ce sont en général des espèces non consommées par les herbivores en raison de leur port épineux ou de leur richesse en substances toxiques. Ces espèces deviennent dominantes au dépend de celle subissant une plus grande pression de pâturage (MILTON et al.1994) et peuvent ainsi constituer les éléments les plus stables de l'écosystème (NAVEH, 1993).

Dans l'ensemble des sites, les analyses des données échantillonnées en 1968 et en 2017 montrent que l'indice d'équitabilité a augmenté significativement et la richesse moyenne est moins élevée en 2017. Des espèces rudérales et psammophiles ont intégré les cortèges floristiques dans les stations échantillonnées. Cependant, la richesse totale a baissé, ce qui s'explique par une « banalisation » floristiques ; une tendance qui semble affecter toute la steppe de la région et signalée dès le début des années 1990 (AIDOUD et AIDOUD-LOUNIS, 1992). Cette banalisation s'opère en parallèle d'une uniformisation des habitats des glacis. La dégradation du sol préexistant et la tendance vers une richesse plus grande des sols en sable explique elle-même la banalisation à la fois de la biodiversité et des habitats.

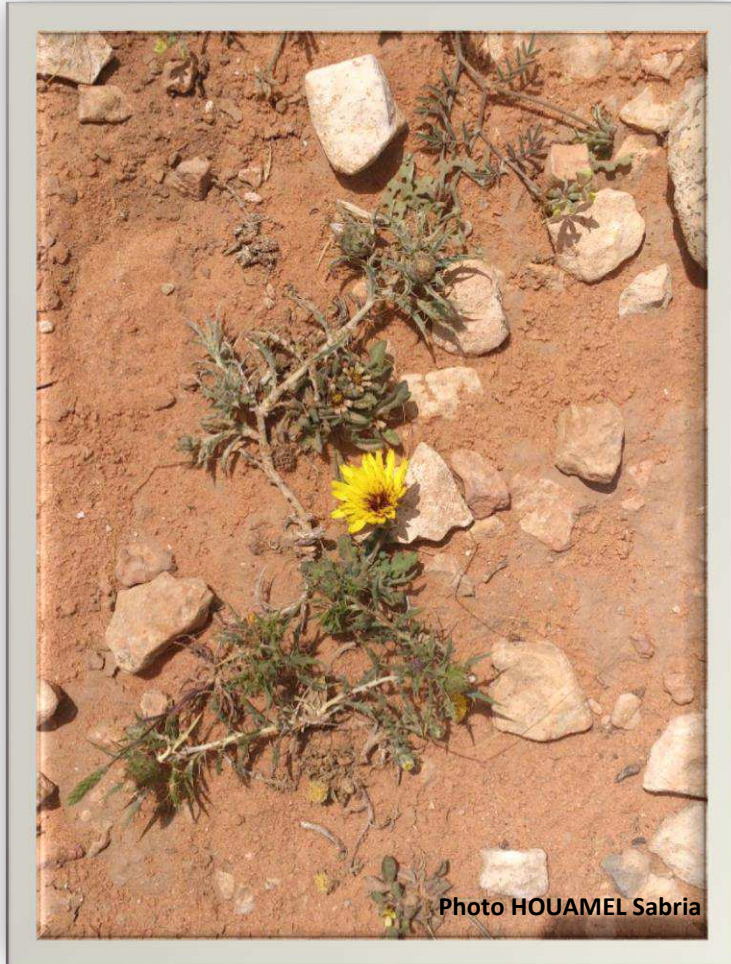
Avec un pouvoir filtrant de plus de 40 mm de pluie par heure et une faible rétention (CEBALLOS et al., 2002), un substrat sableux est généralement décrit comme un milieu peu propice au développement de la végétation. Cependant, GAUCHER (1968), FLORET & PONTANIER (1982) expliquent le rôle efficace dans la rétention de l'eau par "self-mulching". Celui-ci crée un écran protecteur contre l'évaporation par un dessèchement rapide qui entraîne une rupture du lien capillaire dans la couche superficielle. WYTHERS & al. (1999) montrent cependant une grande complexité du comportement de l'eau dans le sol en fonction de la texture.

Cette complexité s'accroît lorsqu'il est tenu compte de processus biologiques dans la pellicule ou croûte superficielle des sols sableux (VERRECCHIA & al., 1995).

Par rapport aux 18 stations échantillonnées, *A. herba-alba* a disparu de 7 stations sur 18. L'espèce s'est maintenue physionomiquement seulement dans de rares sites relativement protégés: mise en défend et gardiennage (cas de Tébessa : site de Thlidgen et Bi relater et Batna : site de Kerbet el maagta ainsi que Biskra : Ain Zaatout). L'armoise est une espèce bien appréciée par les ovins durant l'été et l'automne, constituant ainsi un apport fourrager appréciable durant la saison sèche. Il semble que, dans une certaine mesure, cette espèce ait mieux résisté aux longues périodes sèches entre les années 1980 et les années 2000 et au surpâturage qui les a accompagnées. Elle a néanmoins tendance à être supplantée par *A. serratuloides* et *S. vermiculata* dans la plupart des sites.

# Chapitre cinquième

## Désertification des parcours steppiques



## Chapitre cinquième : Désertification des parcours steppiques

Le Programme des Nations Unies pour l'Environnement (PNUE, 1992) publie des chiffres alarmants concernant le phénomène de désertification en zones arides. Près de 70% des terres agricoles des zones arides dans le monde sont touchés par la dégradation. Chaque année, 6 millions d'hectares de terres arables sont perdus. Un sixième de la population mondiale est menacé par la désertification. De plus, l'augmentation de l'aridité dans la plupart des terres arides de l'Afrique, et dans une grande partie de l'Asie et de l'Amérique (UNCCD, 2003) contribue à accentuer ce phénomène qui touche particulièrement les steppes des Hautes plaines algériennes (Aidoud *et al.*, 1999 ; Slimani & Aidoud, 2004).

Après avoir passé en revue la définition de la désertification, ses causes et ses effets, nous donnerons en tant qu'études de cas, un aperçu de l'importance de la désertification dans la steppe d'Algérie en comparant les régions Est et Ouest. Nous considérerons plus particulièrement la biodiversité végétale dont certains changements représentent des indicateurs de dégradation et de désertification, parmi les plus efficaces, dans ces écosystèmes.

### 1. Définition de la désertification

Au sens commun du terme et selon les dictionnaires, la désertification c'est la transformation d'une région en désert. Le mot évoque l'"avancée" du désert aussi bien que la désertion des campagnes. En fait, pour les scientifiques et la communauté internationale, la désertification est un changement global d'importance qui « désigne la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et sub-humides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines. » (UNCCD<sup>1</sup>). Cette dégradation des terres en zones arides, se manifeste par une détérioration de la couverture végétale, des sols et des ressources en eau, et aboutit à l'échelle humaine de temps, à une diminution ou à une destruction du potentiel biologique des terres ou de leur capacité à supporter les populations qui y vivent.

La désertification, phénomène reconnu comme un changement global à l'échelle mondiale (Mainguet, 1994) est considéré comme l'un des problèmes environnementaux majeurs devenu préoccupant pour la communauté internationale depuis quelques décennies.

---

<sup>1</sup> Convention des Nations Unies de lutte contre la désertification (CCD)  
[http://catalogue.unccd.int/936\\_UNCCD\\_Convention\\_ENG.pdf](http://catalogue.unccd.int/936_UNCCD_Convention_ENG.pdf)



La définition adoptée lors de la conférence de Nairobi en 1977 met l'accent sur la nature et les effets du processus de dégradation en définissant la désertification comme « la diminution, ou la destruction du potentiel biologique de la terre qui peut conduire finalement à l'apparition de conditions désertiques. Elle est un des aspects de la dégradation généralisée des écosystèmes ». D'autres soulignent plutôt les facteurs causaux. C'est le cas, par exemple, de la définition retenue par le PNUE en 1991 qui considère la désertification comme « une dégradation des terres arides, semi-arides et sub-humides résultant principalement des activités humaines ». Cette définition focalise sur la mauvaise gestion des ressources et exclu, implicitement, les variations climatiques.

D'un point de vue historique, le terme « désertification » a été déjà utilisé en 1927 par LAVAUDEN, mais il est attribué par plusieurs auteurs (DREGNE, 1983 ; MAINGUET, 1990, 1994c ; PEREZ-TREJO, 1994) à Aubreville (1949) qui, le premier a analysé le phénomène. Les deux auteurs, l'un au Maghreb, l'autre en Afrique tropicale, se réfèrent à une cause anthropique.

D'un point de vue étymologiquement, le suffixe « ifier » du latin « fieri », forme passive du verbe actif « facere » (se faire, arriver....MAINGUET, 1994c) indiquerait que c'est l'homme qui, en tant que principale agent « ferait » le désert (BAUMER, 1987). LE HOUEROU (1969) utilise le terme « désertisation » dont le suffixe « iser » exprime, d'après cet auteur, l'idée d'« extension », ce dernier terme soulignerait, selon GENEY & al. (1992), BARBERO & QUEZEL (1995), une cause essentiellement climatique.

La désertification est un phénomène reconnu comme un changement global à l'échelle mondiale (MAINGUET, 1994) et qui est considéré comme l'un des problèmes environnementaux majeurs devenu préoccupant pour la communauté internationale depuis quelques décennies.

La notion de désertification définie comme un processus de dégradation, et dont les causes sont étendues aux facteurs climatiques, a donné une dimension encore plus générale au phénomène, ce qui a fait naître un grand débat autour de ce concept (HELLDEN, 1991 ; HUTCHINSON, 1996 ; HERMAN ET HUTCHINSON, 2005). Le débat fondamental autour de la réalité de la désertification porte sur l'absence de référence à la notion d'irréversibilité des changements (HELLDEN, 1991 ; THOMAS & MIDDLETON, 1993 ; DODD, 1994 ; DEAN ET AL., 1995 ; HUTCHINSON, 1996 ; HERMANN & HUTCHINSON, 2005). Discuter de l'irréversibilité

contraint à préciser à la fois la nature, les causes et l'intensité des changements et donc de réévaluer les critères de diagnostic (AIDOUUD *et al.*, 1997).

## **2. Les principales causes de la désertification**

En accord avec la CCD, la synergie d'une série de processus incluant les variations du climat et les activités humaines diverses sont la cause de profonds changements de la végétation et du milieu physique, qualifiés de désertification. Dans la plupart des systèmes arides, et en particulier dans la zone étudiée où l'aridité est une contrainte déterminante pour les êtres vivants (GRIME, 1979) la désertification est liée à deux types de perturbation (au sens de WHITE & PICKETT, 1985) : les sécheresses récurrentes et la pression anthropique de plus en plus intense (LE HOUÉROU, 1994) qui constituent les principales «forces motrices » des changements actuels. Depuis le sommet de Rio, un débat réel existe quant à la contribution relative de chacun des processus impliqués dans ces changements (HUTCHINSON, 1996).

### **2.1. Facteurs anthropiques**

#### **2.1.1. Les activités humaines**

La désertification est due essentiellement aux activités humaines au travers de ces pratiques (surpâturage, défrichement, éradication des espèces ligneuses). La pratique des cultures à grande échelle, l'utilisation de moyens mécaniques pour l'agriculture et l'abreuvement du cheptel, sur les sols marginaux, et l'absence des règles d'accès aux ressources naturelles conduit à un accroissement de la pression anthropique (CORNET, 2002).

En effet, Les paysages actuels des régions arides méditerranéennes sont le produit de perturbations humaines chroniques (MAINGUET,1994). Le pâturage, le défrichement et la mise en culture sont des activités humaines mise en causes. Les deux premières sont responsables de la désertification pour 76% dans le Nord de l'Afrique du Nord (BULLOCK & LE HOUEROU, 1996).

Le développement de l'agriculture et la cueillette de l'armoise destinée à la médecine traditionnelle (plante médicinale) ont été pendant longtemps considérées comme les principales causes de régression de la steppe à armoise.

Suite à la sédentarisation des nomades dans ces espaces naturels ainsi qu'à la croissance démographique rapide, une agriculture céréalière itinérante s'est développée sur les sols des zones arides et en particulier sur les dayas du Sud-Oranais au détriment du pâturage. Cette

extension des surfaces cultivées se fait au détriment de meilleures terres de pâturage (JAUBERT, 1993a). La surface occupée par les cultures dans la région steppique d'Algérie aurait été multipliée en trente ans, par 3 à 6 selon différentes sources (C.N.C.A., 1992) ce qui a amené à la réduction des surfaces de pâturage, la dégradation des sols et la désertification en raison de la forte pression sur les ressources naturelles.

L'extension de la céréaliculture sur les aires de parcours est pratiquée également pour subvenir aux besoins des troupeaux de plus en plus nombreux et combler le déficit fourrager.

L'extension des cultures à des milieux très fragiles et l'introduction de techniques culturales « moderne » telle la mécanisation du travail du sol et l'usage de la charrue à disque inadéquats sur les sols des zones arides particulièrement vulnérables à l'érosion éolienne (LONG, 1985), participent au déracinement des espèces pérennes, à la détérioration des propriétés physico-chimique du sol et à la destruction de la structure de ce dernier.

### **2.1.2. Mutations socioéconomiques**

En zones arides, et particulièrement en Algérie, le pastoralisme demeure la principale activité de la population locale. La pratique traditionnelle de cette activité depuis des décennies (voire plus longtemps) en harmonie avec le système écologique, avait maintenu un certain équilibre des parcours pastoraux (BOUKHOBZA, 1982).

En effet, le nombre de têtes du cheptel ne diminue pas durant les périodes de sécheresse comme c'était le cas dans le mode de gestion traditionnel, empêchant donc les ressources fourragères de se régénérer. Ainsi, les habitats des milieux arides et semi-arides se trouvent très endommagés et c'est le surpâturage qui constitue la principale cause de désertification de ces systèmes (MAINGUET, 1994). Le pâturage tient l'une des premières places parmi les causes de désertification des parcours pastoraux arides d'Afrique selon l'évaluation des Nations Unies (UNEP, 1992). Un certain nombre de travaux illustre bien les changements dramatiques sur la végétation et le milieu abiotique (HENDRICKS ET AL, 2005 ; AIDOUUD ET AL, 1999; SLIMANI & AIDOUUD, 2004; ZHAO, 2005).

Selon la Banque Mondiale, dans la plupart des pays d'Afrique, la part de l'agriculture et de l'exploitation des ressources naturelles renouvelables dans le PIB était en 1992 supérieure à 30 %. L'abondance et le renouvellement des ressources naturelles sont contrôlés par les fluctuations de l'environnement. Leur devenir est fonction des usages qu'en font les sociétés et

de la maîtrise des techniques d'exploitation, et de la manière dont elles sont partagées et appropriées.

## **2.2. Facteurs naturels**

### **2.2.1 La sécheresse**

Selon AL-SALIHI (2003), la sécheresse comme un déficit de pluie qui, selon l'importance du déficit et de sa durée, a des conséquences négatives sur l'hydrologie, la production primaire et secondaire.

Pour WHITE & PICKETT (1985), au plan écologique, la sécheresse est une perturbation qui correspond à « tout événement discret dans le temps qui cause une modification de la structure de l'écosystème, d'une communauté ou d'une population ou un changement du niveau des ressources biotiques ou abiotiques ».

Il est à noter que ces modifications, reconnues comme un phénomène « normal » (Glantz, 1987) relevant des fluctuations à court terme, sont réversibles et déterminent la variation fonctionnelle courante du système. Mais lorsque les phénomènes de sécheresse perdurent et s'installent de façon chronique, ils conduisent à une aridification du climat dont la conséquence écologique est la désertification (Ramade, 2006). La variabilité interannuelle des pluies est l'autre caractéristique fondamentale de ses zones (Le Houérou, 1982). Cette variabilité, due essentiellement aux événements climatiques à l'échelle de l'année, peut donner lieu à une période de sécheresse plus ou moins longue caractérisée par un déficit pluviométrique par rapport à la moyenne annuelle.

la végétation et les sols des régions arides se sont adaptés à des conditions de sécheresses récurrentes au cours des siècles et des millénaires passés acquérant une capacité à récupérer leurs caractéristiques après perturbation (LE HOUÉROU, 1995). L'accentuation des phénomènes de sécheresse n'est pas à l'origine de la désertification, mais elle constitue un facteur important d'aggravation de l'effet anthropique sur la dégradation des terres en zones sèches (THOMAS, 1995).

L'état actuel des connaissances permet de dire que la sécheresse ne peut pas être citée comme une cause essentielle et directe de dégradation ou de désertification en comparaison avec l'action de l'homme (HARE, 1993; AIDOUD & AIDOUD-LOUNIS, 1996 ; WIGLEY, 1999). Cette sécheresse fragilise la couverture végétale et amplifie les effets d'une mauvaise gestion

des terres, difficiles à éviter dans les pays où la population rurale, déjà nombreuse, est en forte progression (ROGNON, 1993).

### **2.2.2 La salinisation**

Selon MABBUT et FLORET (1983) la salinisation « est le résultat de l'évaporation et de la remontée par capillarité des eaux de la nappe phréatique ainsi que la présence d'eaux souterraines rendues de plus en plus salines faute d'un drainage approprié. Elle tient également à la pénétration des sels dans les eaux d'irrigation, à l'insuffisance de la quantité d'eau qui serait nécessaire à l'évacuation des sels accumulés dans les zones radiculaires, au fait que les eaux d'irrigation sont appliquées de manière irrationnelle, que les terres irriguées sont mal préparées et que les exploitants utilisent des méthodes de culture inappropriées ». une accumulation importante de sels qui s'installent par suite d'une agriculture en irrigué, provoquant une concentration élevée, atteint des niveaux de saturation insupportable pour les végétaux, ce qui provoque par cause, une dénudation des sol et son appauvrissement en matière organique.

## **3. Effets de la désertification**

### **3.1 Effets écologiques**

Le processus de désertification des parcours arides et semi arides provoquent des transformations dans la structure et le fonctionnement, au niveau de la végétation (AIDOUD-LOUNIS,1997). Ceci est constaté par la disparition des espèces « clefs de voûte », la réduction du couvert végétal, un changement dans la composition floristique (SLIMANI, 1998 ; 2012) et une diminution de la production fourragères (AIDOUD, 1994) ; par conséquent, il en résulte une perte de la biodiversité.

Le milieu biotique qui par la dégradation et le piétinement du milieu biotique, vont avoir des conséquences négatives sur le milieu édaphique provoquant la destruction de la structure de la surface du sol (Manzano & Na'var, 2000). Ce processus, avec le caractère fréquent des vents de la région et les pratiques agricoles inadaptés aux conditions écologiques des zones arides, va aggraver une érosion éolienne du sol (Okin et al., 2001 ; Zhao et al., 2006) et engendrer une baisse des rendements de la production de céréales (Long, 2006), des propriétés physico-chimiques (Slimani, 1998 ; Aidoud et al,1999 ), de l'infiltration et de rétention en eau (Van de

Ven et al., 1989; Hiernaux et al., 1999; Manzano and Na'var, 2000), de la fertilité des sols (Mainguet 1998) et un accroissement de l'aridité édaphique (Floret & Pontanier, 1982 ).

### **3.2 Retombées socioéconomiques**

Les pressions économiques et l'accroissement démographiques de la société pastorale a engendré une augmentation des besoins ce qui a conduit à une surexploitation des terres de parcours. En effet d'après l'ONS (2011), « la population des Hauts Plateaux qui ne représentait que 23,4% en 1977 a gagné 4 point pour atteindre 27,4% en 2008 dont plus de la moitié (14.4%) se situe dans l'espace Est. En terme absolus la variation de population a augmenté de près de 5.4 millions entre 1977 et 2008 dont 1.6 millions lors de la dernière décennie ». Les besoins de la population ont augmenté conduisant à une surexploitation des ressources naturelles de la steppe.

## **4. Les politiques de lutte contre la désertification**

### **4.1. Politiques publiques de lutte contre la dégradation des terres et la désertification**

Les politiques de lutte contre la désertification ont été nombreuses et diversifiées ; en effet depuis 1962, des actions ont été entreprises par les autorités telles que « le Barrage Vert », les mises en place de coopératives pastorales, la promulgation du Code pastoral, des programmes de mises en valeur des terres (D.G.F, 2004). Ces politiques n'ont donné que peu de résultats probants en raison de l'incapacité de l'administration à trouver des formules de participation des pasteurs et des agro-pasteurs à la gestion des parcours. Aujourd'hui, il semblerait que les actions du (H.C.D.S), en charge des programmes de développement de la steppe (intensification de l'offre fourragère par les mises en défens et les plantations pastorales, mobilisation des eaux superficielles, introduction d'énergies renouvelables), aient trouvé plus d'adhésion auprès de la population (KACIMI, 1996 ; M.A.D.R, 2007). Les bénéficiaires qui participent à ces projets deviennent plus conscients de l'intérêt de ces plantations et de ces mises en défens et seraient prêts à les développer et à les préserver. Ces projets étant, pour la plupart, financés par le Fonds de lutte contre la désertification et de développement du pastoralisme et de la steppe (F.L.D.D.P.S).

## **4.2. La Convention des Nations-Unies de lutte contre la désertification (CCD)**

Le comité intergouvernemental de négociation chargé à la suite du sommet de Rio en 1992, d'élaborer une convention internationale sur la lutte contre la désertification (CCD) dans les pays gravement touchés par la sécheresse et/ou la désertification, en particulier en Afrique, a, le 12 septembre 1994, présenté le texte final de cette convention à l'assemblée générale des Nations-Unies. Pour la CCD, « le terme désertification désigne la dégradation des terres dans les zones arides, semi-arides et subhumides sèches par suite de divers facteurs, parmi lesquels les variations climatiques et les activités humaines ». La mise en œuvre de la CCD est coordonnée par le Secrétariat Exécutif de la Convention pour rendre cohérentes les stratégies de la CCD et les autres stratégies de développement. Le suivi de cette mise en œuvre est assuré par les Conférences des Parties (C.O.P). Depuis l'entrée en vigueur de la Convention, plusieurs C.O.P se sont réunies. La 12ème Conférence des parties(C.O.P12) s'est tenue à Ankara en 2015. Depuis 1994, plus de 200 rapports nationaux ont été préparés aussi bien par les pays affectés que par les pays assurant le financement des actions de lutte. Les objectifs de la lutte contre la désertification sont fixés par des programmes d'actions définis à des échelles régionales (P.A.R), sous-régions (P.A.S.R) et nationales (P.A.N).

La CCD a fixé des objectifs précis et des obligations acceptées par l'ensemble des pays-parties de la convention. La mise en œuvre de la CCD a évolué cependant très lentement. Depuis la promulgation du Plan d'Action de lutte contre la désertification dans le cadre de la CCD, il n'y a pas eu de progrès dans la lutte (GRAINGER, 2015).

## **5. Aperçu sur la désertification de la steppe à armoise dans le Centre-Est et l'Ouest de la Steppe en Algérie**

Le présent aperçu, est tiré de notre propre travail mais également du suivi à long terme effectué dans le Sud-Oranais par Aidoud (1989) et Lahmar-Zemiti et Aidoud (2016).

### **5.1. La désertification des steppes d'Armoise blanche**

Plusieurs travaux (Aidoud & Aidoud-Lounis, 1992 ; Omari, 2005 ; Hirche et al., 2011 ; Benguerai et al., 2014) ainsi que le présent travail, ont décrit la dégradation de la steppe suivant une approche diachronique qui compare deux états plus ou moins éloignés dans le temps.

L'évaluation précise de la dégradation est cependant quasi-impossible sans une surveillance continue en station et site permanents (Aidoud, 1989). Ceci en raison du climat très fluctuant et plus spécialement de la variabilité temporelle de la pluie. Celle-ci étant la principale source hydrique de l'écosystème aride, elle constitue le facteur prépondérant du fonctionnement dans ce type d'écosystème (Noy-Meir, 1973 ; Rutherford, 1980). Ainsi souvent, les changements du fonctionnement, étant réversibles, couvrent et "cachent" ceux à de la dynamique à long-terme qui sont dans ce cas irréversibles au moins à une échelle humaine de temps (Aidoud et al., 2011).

Durant les dernières décennies, au même titre que pour les autres types de steppes, la dégradation des parcours d'armoise a été importante. Cette dégradation, a été décrite comme un effet du surpâturage qui est plus efficient durant les sécheresses récurrentes (Lahmar-Zemiti & Aidoud, 2016). Cependant, l'accent a été mis sur les steppes d'alfa qui ont subi une forte dégradation également sous la pression de l'exploitation pastorale (Aidoud et Touffet, 1996). Dans le Sud-Oranais, ces steppes ont été marquées par de profonds changements qui ont été suivis de façon relativement détaillée en stations permanente (Aidoud & Touffet, 1996 ; Slimani et al., 2010; Slimani & Aidoud, 2018). La steppe d'alfa est considérée comme le système d'origine dénommé « système indigène » (Aronson et al., 1993) dont la dégradation a donné les principales steppes actuelles y compris celle d'armoise blanche.

La dynamique menant de la steppe d'alfa à la steppe d'armoise blanche a été décrite essentiellement par des approches synchroniques selon des gradients ou par analyse de contiguïté floristico-écologique. (Celles, 1975 ; Djébaili, 1978 ; Aidoud-Lounis, 1984, 1997 ; Kadi- Hanifi-Achour, 1998).

Au plan écologique, l'armoise blanche montre un déterminisme essentiellement édaphique au sein de la steppe. La plante a été décrite à l'origine comme exigeant des sols à texture fine, limoneuse voire arigileuse (e.g. Trabut, 1889 ; Maire, 1926). Durant les dernières décennies, des travaux phytoécologiques (e.g. Aidoud-Lounis, 1984;1997), ont montré une tendance des sols occupés par l'armoise blanche, vers une texture moins fine, limono-sableuse à sablo-limoneuse.

Cette dynamique de passage de la steppe d'alfa vers celle d'armoise blanche, semblait s'effectuer avec un ensablement très faible à nul (Aidoud-Lounis, 1984) et indiquerait que, contrairement à la dynamique récente des steppes d'alfa, celle des steppes d'armoise blanche serait relativement lente et n'est perceptible qu'à long terme (Lahmar-Zemiti & Aidoud, 2016).



La présente étude de cas, se situe autour du Chott-Chergui dans le Sud-Oranais là où l'armoise blanche était dominante, soit seule soit en mélange avec l'alfa. Le choix de cette région, selon Lahmar-Zemiti & Aidoud (2016), se justifie par le nombre relativement élevé de travaux d'écologie durant les 40 dernières années, l'étendue plus grande de la steppe d'armoise et les changements au plan de l'usage des parcours Hautes Plaines steppiques. Un autre atout de cette région est celui de la présence d'un site de surveillance à long terme dans la steppe d'armoise qui a permis de suivre les changements liés à la fois au fonctionnement et la dynamique à long terme dans et autour de ce site (Aidoud, 1989 ; Aidoud & Boucheneb, 1990 Hanifi, 1979); Zemiti, 2001 ; Omari, 2005). Les changements profonds observés et notamment l'ensablement pouvaient conduire à la disparition de l'espèce dominante (*A. herba-alba*) comme cela a été observé pour l'alfa (Aidoud & Touffet, 1996 ; Slimani et al., 2010).

Outre les résultats de l'approche diachronique adoptée par Lahmar-Zemiti & Aidoud (2016), nous avons complété le travail par une analyse NMDS (voir chapitre méthodologique), les relevés (mis à notre disposition par Aidoud et Aidoud-Lounis) Ces relevés ont été effectués en 1975/76 puis en 2013/2015 (dénommés ci-dessous 1975 et 2015).

## **5.2. Résultats obtenus dans la steppe Ouest**

L'analyse NMDS sépare très distinctement les relevés de 1975 et de 2015 sur l'axe 1 (fig.5.1 ). Les relevés 1975 sont situés dans la partie négative et ceux de 2015 dans la partie positive. La distance entre les relevés d'un même couple indique l'étendue des changements floristiques entre les deux périodes 1975 et 2015. Les relevés restés proches sont 115 et 215.

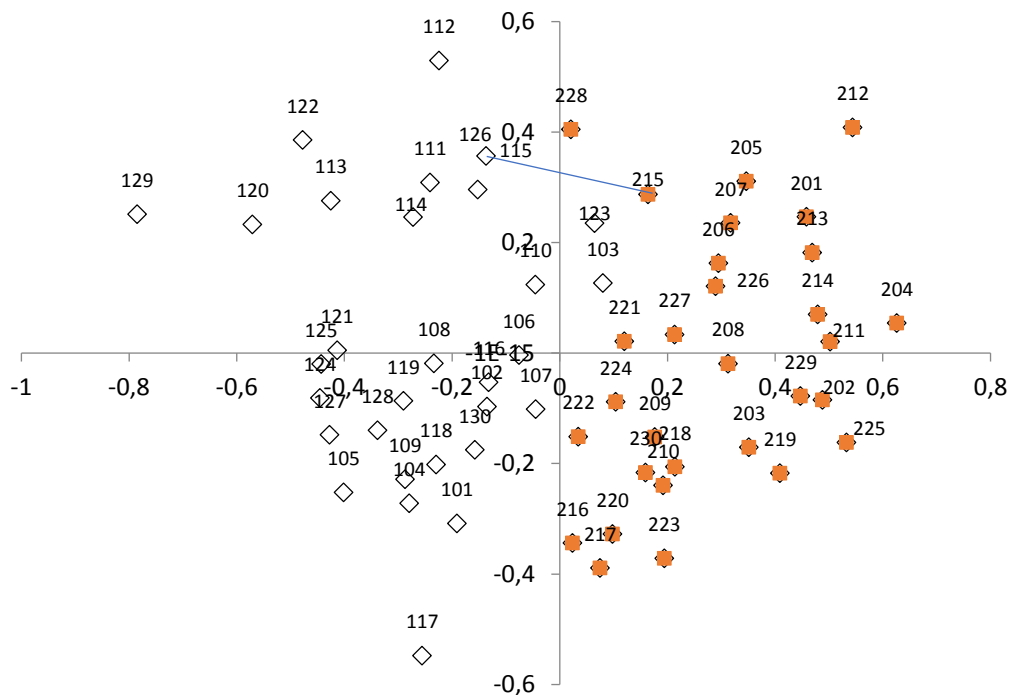


Figure 5.1. Ordination des relevés d'armoise dans la steppe Ouest en 1975 (1xx) et en 2015 (2xx).

Ces deux relevés correspondent au site de surveillance continue ayant servi au suivi du fonctionnement et la dynamique de la végétation et du milieu durant ces quarante années (voir Aidoud (1989) et Zemiti-Lahmar et Aidoud (2016)). Ces derniers auteurs expliquent cette proximité par la protection contre le surpâturage dont a bénéficié le site de surveillance malgré les changements écologiques, dont l'ensablement de surface, que ce site a subi durant les périodes de fortes sécheresses durant les années 1980 et les années 2000. Dans la région Ouest, la proximité floristique qui indique une proximité écologique témoigne du rôle bénéfique de la protection contre le surpâturage par une charge animale modérée.

Dans l'ordination des espèces (fig.5.2), de prime abord, nous pouvons situer l'armoise blanche et l'alfa dans la partie négative. Ces deux espèces emblématiques de la steppe sont accompagnées par un groupe d'espèces parmi lesquelles, nous pouvons citer *Astragalus caprinus*, *Xeranthemum inapertum* et *Alyssum alpestre*. À l'autre extrémité de l'axe, nous retrouvons un groupe d'espèces telles que *Peganum harmala*, *Onopordon sp.* et *Atractylis serratuloides* ainsi que des espèces psammophiles comme *Cutandia dichotoma* et *Thymelaea microphylla*. Ces dernières espèces sont considérées comme indicatrices de dégradation voire de désertification

par de nombreux auteurs ( Le Houérou, 1969; Djébaili, 1978; Aidoud-Lounis, 1984).

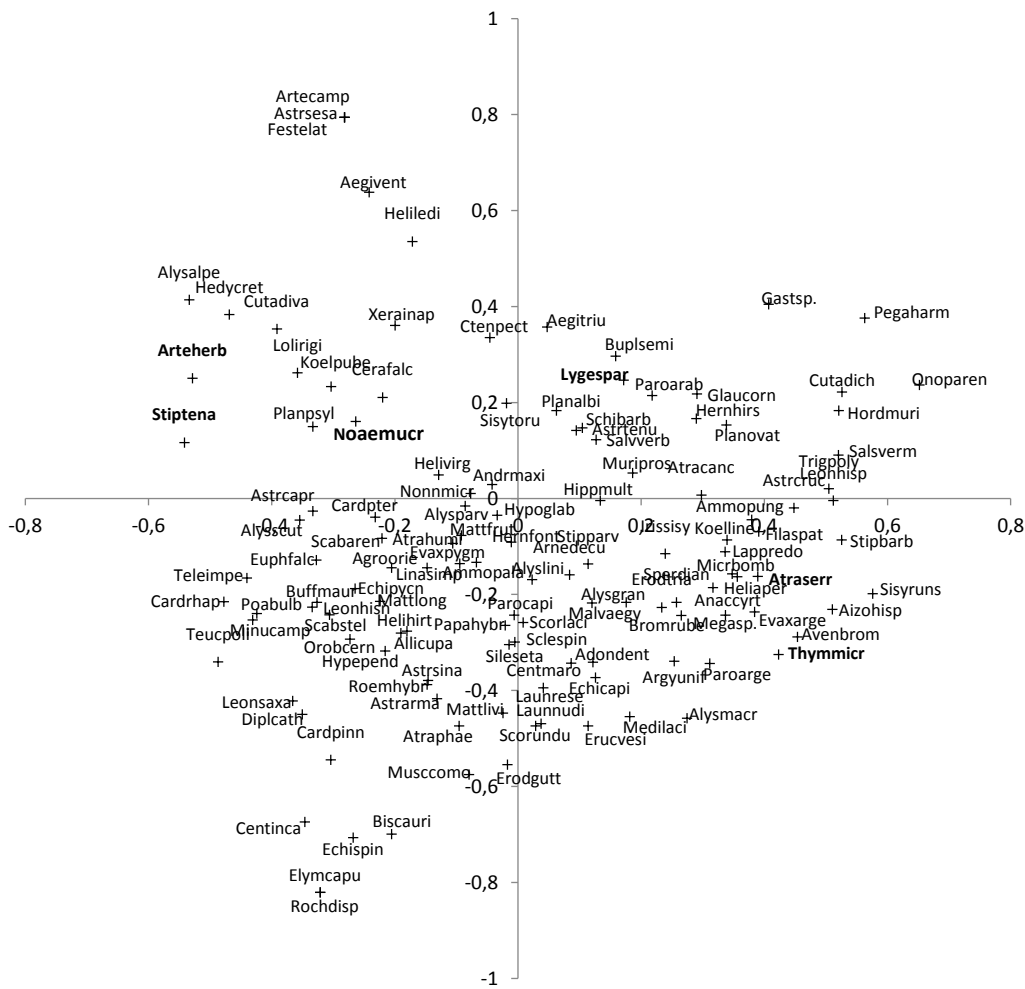


Figure 5.2. Ordination par NMDS des espèces dans la steppe d'armoise de l'Ouest. La liste des espèces est donnée en annexe.

Les variables environnementales introduites dans l'analyse NMDS (fig.5.3) donnent une indication sur les facteurs pouvant expliquer la répartition des relevés et des espèces. Le couvert des pérennes, les fréquences de Litière et de pellicule limoneuse, corrélés négativement avec l'axe 1, indiquent le bon état des peuplements d'armoise blanche durant la première période 1975. Corrélés positivement, les variables Sable, Equitabilité et Diversité, le couvert végétal (Couvert), celui des éphémères, indiquent des changements importants dans le sens de la dégradation.

Le changement pour des variables comme l'augmentation de la diversité et du couvert végétal dans la steppe, peut paraître paradoxal dans la mesure où ces variables augmentent avec la dégradation. L'analyse du cortège floristique et des variables peut aider à comprendre.

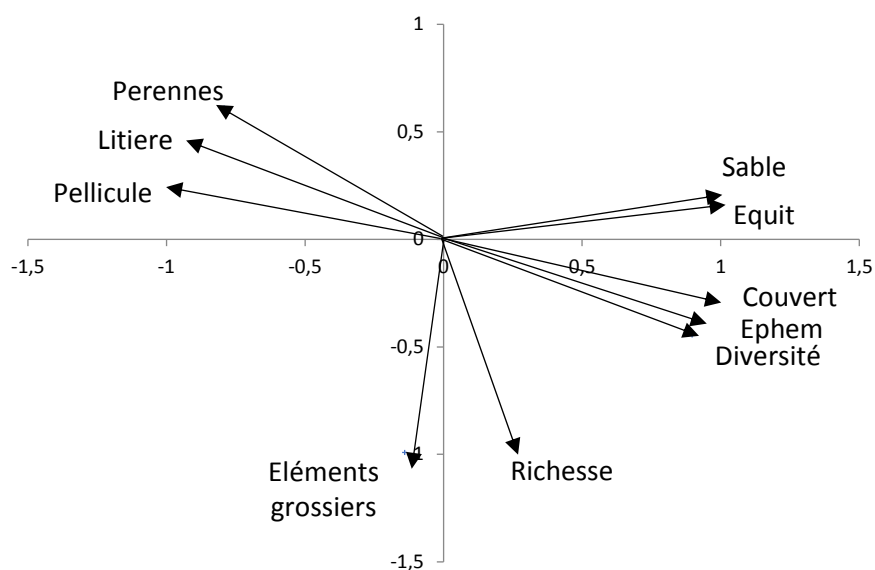


Figure 5.3. Représentation des variables environnementales dans le plan des axes 1 et 2 de l'analyse NMDS des relevés de 1975 et 2015 dans la steppe Ouest.

Le tableau 5.1 reprend les résultats obtenus par Lahmar-Zemiti & Aidoud (2016) sur l'état des différentes variables de l'état de surface durant 1975 et 2015. Ces résultats confirment l'analyse NMDS des variables.

Tableau 5.1. Changements des principaux paramètres de surface du sol dans les peuplements d'armoise de la steppe Ouest (1975-2015 (d'après Lahmar-Zemiti & Aidoud, 2016)

|                  | 1975     | 2015     |
|------------------|----------|----------|
| Effectif relevés | 30       | 30       |
| Couvert végétal  | 28 ± 4 a | 56 ± 8 b |
| Sable            | 09 ± 5 a | 14 ± 5 a |
| Elém. Grossiers  | 10 ± 3 a | 09 ± 4 a |
| Pellicule        | 44 ± 6 a | 17 ± 5 b |
| Litière          | 10 ± 2 a | 04 ± 2 b |

Nous remarquons que le couvert global de la végétation a augmenté. Ceci est expliqué (Lahmar-Zemiti & Aidoud, 2016) par l'humidité plus importante en 2015 qui a favorisé essentiellement les éphémères dont les thérophytes essentiellement alors que couvert des pérennes a baissé (voir tableau 5.2). Cette baisse est un indicateur efficace de désertification ((Mainguet, 1994, Aidoud & Touffet, 1996). La litière au sol et la pellicule caractérisant les sols d'armoise ont diminué, alors que le sable en surface a relativement augmenté. Ceci explique les corrélations avec l'axe 1 (fig. 5.3).

### 5.3. Comparatif des changements de diversité dans les steppes Ouest et Est

Le tableau 5.2 donne un aperçu des changements au plan de la biodiversité dans les deux régions

Dans la steppe Ouest la richesse par relevé est supérieure en moyenne de 16 %, significativement plus élevée en 1915. La diversité, exprimée par l'équitabilité est également plus élevée en 2015 qu'en 1975 mais avec un écart plus faible. Cependant, la richesse globale (nombre total de taxons différents relevés dans les 30 relevés) a diminué passant de 129 en 1975 à 94 en 2015. Dans la steppe Est, la richesse globale est passée de 245 espèces en 1968, à 90 espèces en 2016-2017, soit une baisse de 63%. La baisse l'équitabilité dans la steppe Est, est nettement moins importante que pour la richesse (-31%).

Parmi les pérennes dont le couvert a baissé, l'armoise blanche, principale espèce dominante, montre une fréquence moyenne de 4 % en 2015 par rapport aux 13 % en 1975 ( $p < 0,001$ ). Cette espèce a pratiquement disparu dans de nombreuses stations alors que l'alfa présente dans 12 relevés en 1975, a complètement disparu en 2015.

De nombreuses espèces rudérales comme *Peganum harmala*, *Astragalus armatus* dans l'Est, *Peganum harmala* et *Hordeum murinum* dans l'Ouest et psammophiles comme *Curtandia dichotoma*, *Thymelaea microphylla* ont intégré les cortèges floristiques dans les stations échantillonnées. Les espèces végétales préexistantes, malgré leur diminution en grand nombre, ont persisté.

Dans la steppe Ouest, certaines espèces comme *Noaea mucronata*, *Lygeum spartum*, *Stipa parviflora* et *Plantago albicans* ne présentent pas de différence significative entre les deux périodes. En revanche, *Salsola vermiculata* et *Atractylis serratuloides* ont des couverts significativement plus élevés en 2015. Ces deux espèces et plus spécialement la deuxième, ont pris une grande extension dans toute la steppe souvent au dépend de l'armoise blanche (Aidoud-Lounis, 1984; 1997; Hourizi, 2017; Rekik, 2015).

La baisse de la richesse spécifique est due à la disparition de nombreuses espèces dans les steppes préexistantes. Cela suppose la dégradation ou même la disparition des habitats de ces espèces, autrement dit, des conditions écologiques locales qui permettaient leur développement et leur persistance. Ceci a été bien montré dans le Sud-Oranais (steppe Ouest), dans les steppes d'alfa qui ont été suivies par surveillance continue au plan fonctionnel (Aidoud, 1989) et dynamique à long terme (Aidoud et Touffet, 1996; Aidoud et al., 1998; Slimani et al., 2010; Slimani et Aidoud, 2018).

La dégradation de la steppe d'armoise blanche est moins spectaculaire mais existe bel et bien. La dominance souvent d'*Atractylis serralutoides* ou *Salsola vermiculata*, voire même la baisse de la richesse floristique en sont des indicateurs. Par ailleurs, avec la dégradation du sol et une certaine uniformisation des conditions édaphiques: baisse de la matière organique du sol et une texture de plus en plus grossière, une plus grande redondance des taxons s'observe dans les cortèges floristiques.

Tableau 5.2 : Changement des paramètres de biodiversité dans les steppes d'armoise blanche à l'Est entre 1968 et 2017 et dans l'Ouest entre 1975 et 2015.

|                              | Steppe Est |        | Steppe Ouest |        |
|------------------------------|------------|--------|--------------|--------|
|                              | 1968       | 2017   | 1975         | 2015   |
| Ephémères                    | 70 ± 41    | 21 ± 4 | 10 ± 3       | 46 ± 8 |
| Pérennes                     | 19 ± 7     | 21 ± 4 | 21 ± 3       | 13 ± 4 |
| Richesse moyenne par station | 33 ± 7     | 8 ± 1  | 22 ± 4       | 25 ± 3 |
| Richesse globale             | 245        | 90     | 129          | 94     |
| Equitabilité %               | 75 ± 9     | 60 ± 6 | 49 ± 7       | 69 ± 3 |

La richesse totale (diversité gamma) et ce, dans les deux régions, a baissé de près de 30 % (Lahmar-Zemiti & Aidoud, 2016) à près de 60 % dans les stations de l'Est (voir chapitre troisième). Il s'en suit une certaine « banalisation » floristique; une tendance qui semble se généraliser dans toute la steppe en Algérie (Aidoud-Lounis, 1997).

Certaines différences sont remarquables entre les deux régions quant à leur dynamique: évolution inverse des éphémères, des pérennes et des indicateurs de diversité. Cette différence viendrait du fait de la plus longue durée entre les échantillonnages dans l'Est (50 ans) que dans la steppe Ouest (40 ans). Il peut s'agir également de conditions climatiques plus favorables ayant favorisé la diversité aux cours de l'échantillonnage 1968 dans l'Est qui, de plus, a concerné des stations en altitude, relativement moins impactées par le surpâturage.

Outre le surpâturage qui explique une grande part de la désertification dans les glacis (ou "plaines" sub-horizontales) plus soumises à l'élevage pastoral, il convient de signaler l'emprise des cultures dans les steppes d'armoise blanche, ce qui est attesté par une proportion relativement élevée d'emplacements de stations (relevés) mises en culture en quarante ans dans la steppe d'armoise blanche aussi bien à l'Est qu'à l'Ouest. La mise en culture dans la steppe

altère considérablement la biodiversité, si bien que nous n'avons échantillonné parfois, que des lambeaux de steppes très appauvries, entre les terrains labourés.

# Chapitre sixième

## Approche d'étude du polymorphisme génétique d'*Artemisia herba-alba* Asso par test de diversité moléculaire





## **Chapitre sixième : Approche d'étude du polymorphisme génétique d'*Artemisia herba-alba* Asso par test de diversité moléculaire**

### **I. Principe de la Polymerase Chain Reaction (PCR)**

La Polymerase Chain Reaction est une technique permettant d'amplifier in vitro des séquences d'ADN par répétition de réactions d'élongation en présence d'amorces nucléotiques spécifiques et d'une ADN polymérase (Tagu et Moussard, 2003). Cette technique, créée par Saiki et al. (1985), est devenue la base de nombreux marqueurs moléculaires. Son principe est relativement simple, basé sur une amplification enzymatique de l'ADN (White et al. 1989, Vekemans et Jacquemart 1997, Claros et Quesada 2000). La technique PCR utilise les éléments de base de la duplication naturelle de l'ADN, mais en réalisant seulement la duplication et l'amplification de courts fragments de la molécule d'ADN, dans une simple solution qui permet l'amplification. Le processus démarre avec une augmentation de température généralement entre 90 et 95°C pour dénaturer ou séparer les deux brins d'ADN. Puis la température est ramenée approximativement entre 35 et 70°C, afin que les amorces trouvent les emplacements cibles. Une fois réalisée l'alignement, la copie par la Taq polymérase commence. La température est ensuite remontée pour entamer un nouveau cycle, lequel sera répété un certain nombre de fois selon les nécessités de l'étude et la technique à employer. On obtient finalement un produit spécifique amplifié, lequel sera révélé par électrophorèse sur gel (Vekemans et Jacquemart 1997, De Vienne 1998, McPherson et Moller 2000). Les principaux marqueurs moléculaires utilisés en génétique des populations sont les suivants ;

#### **I.1 Les principaux marqueurs moléculaires**

##### **I.1.1 RFLP: Restriction Fragment Length Polymorphism**

Les marqueurs RFLP ou polymorphisme de longueur des fragments de restriction constituent des marqueurs moléculaires basés sur les techniques d'hybridation. Les RFLP sont les premiers marqueurs moléculaires développés et ont été utilisés en 1980 dans la construction de la carte génétique humaine (Bostein et al., 1980). Quelques années plus tard, ces marqueurs sont adoptés pour la cartographie du génome végétal (Helentjaris et al., 1986) et particulièrement celui du blé *Triticum aestivum* (Chao et al., 1989 ; Nelson et al., 1995).

Cette technique a pour base l'utilisation des enzymes de restriction (endonucléase) sur des ADN en vue de détecter des séquences courtes spécifiques. Les fragments d'ADN obtenus sont séparés par électrophorèse sur gel d'agarose et ensuite transférés sur une membrane selon la procédure de southern blot. La taille des fragments est déterminée par hybridation des

membranes avec des sondes (fragment d'ADN) marquées. Les sondes peuvent être des séquences d'ADN courtes et simples, de faibles copies d'ADN génomique ou encore des clones d'ADN complémentaire.

Les mutations dans le génome entraînant la modification de certains sites de restriction d'où la génération de différents profils de restriction entre différents échantillons. Chaque fragment de taille différent engendré est considéré comme allèle et peut être utilisé en analyse génétique.

### **I.1.2 RAPD : Random Amplified Polymorphic DNA**

Le polymorphisme d'ADN amplifié aléatoirement ou RAPD est fabriqué par la méthode PCR (Polymerase Chain Reaction; Réaction de Polymérisation en Chaîne), qui se sert d'ADN génomique, d'une amorce au hasard courte d'approximativement 10 nucléotides et d'enzyme Taq polymérase (Welsh et McClelland, 1990; Williams et al., 1990). Les fragments générés en nombre presque infini, sont distribués dans tout le génome, non dédiés de locus et dominants qui ne peuvent alors faire ressortir l'état hétérozygote. Le polymorphisme observé se traduit par la situation ou la disparition de bande du côté des différents génotypes. En effet, l'amplification avec les marqueurs RAPD obéit à la loi du «tout ou rien» mettant en jeu des amorces très dédiés (Adam et Dron, 1993). Les variations de séquences nucléotidiques entre les génomes, mises au grand jour par ces marqueurs, sont la résultante d'un changement (mutation ou insertion) au niveau de site de fixation de l'amorce (Park et al., 1991).

Les marqueurs RAPD ont été exploités dans la réalisation des plans génétiques d'une multitude de plantes (MacRobert et al., 1999), spécialement *Arabidopsis* (Reiter et al., 1992), Luzerne (Echt et al., 1991) et Pétuni (Peltier et al., 1994) et dans l'étude de l'organisation de la variété dans un énorme nombre d'espèces, précisément au niveau inter et intra-spécifique (Castragna et al., 1997; Chen et Yamaguchi, 2005) et au niveau de cultivars d'olivier (Sanz-Cortés et al., 2001). Par ailleurs, ce procédé a été employé pour fabriquer des marqueurs dédiés aux espèces de figuier et de *Triticum* (Khadari et al., 1994; Cao et al., 1999), pour se charger des germoplasmes (Khadari et al., 2003; Chen et Yamaguchi, 2005) et pour définir la phylogénie de 40 cultivars d'olivier (Sanz-Cortés et al., 2001). D'après Cao et al., (1999), ces marqueurs constituent une solution utile d'authentification d'espèces et de reclassement des accessions mal ordonnées, ce qui baisse le prix de stockage et de régénération des collections.

Des marqueurs RAPD liés aux gènes de résistance à certains agents pathogènes ont été identifiés chez de nombreuses plantes. En effet, du côté du blé tendre (*Triticum aestivum* L.), 18 marqueurs liés à 11 locus impliqués dans la résistance à la cécidomyidie ou "Hessian fly" ont été caractérisés par Dweikat et al. (1997). Du côté des cultivars du blé, des marqueurs RAPD liés aux gènes de résistance à la rouille brunette (Lr24) et jaune (Yr17) ont été aussi identifiés et changés en marqueurs SCAR "Sequence Characterized Amplified Region" (Rober et al., 1999). Supplémentaire, elle a pu fabriquer chez plusieurs espèces dioïques, telle que les cultivars de *Pistacia vera*, des marqueurs liés au sexe (Hormaza et al., 1994).

### **I.1.3 AFLP : Amplified Fragment Length Polymorphism**

La technique AFLP (Amplified Fragments Length Polymorphism) est une version de la PCR conçue par Vos et ses employés en 1995. Cette méthode est fondée sur la détection par des amplifications sélectives de fragments d'ADN génomique digérés. Les ADN génomiques sont doublement digérés par des endonucléases et les fragments récupérés sont sujets à une ligation avec des adaptateurs dédiés. Les références de la ligation sont par la suite amplifiées sélectivement moyennant des amorces subsidiaires aux adaptateurs exploités. Les références de la PCR sont séparées par électrophorèse sur gel de polyacrylamide dénaturé et divulguées par radiographie ou bien avec le nitrate de sodium. Ces marqueurs se sont dévoilés très informatifs et ont permis de annoncer jusqu'à 16 fois plus de loci que les marqueurs RFLP. Ce procédé a été grandement employé pour la détection du polymorphisme génétique et la détermination des relations en faisant l'analyse des individus de populations isolées.

Les AFLP ont été largement utilisés dans l'étude de plusieurs plantes cultivées, comme le cas de l'orge (Becker et al., 1995 ; Qi et al., 1998 ; Shan et al., 1999), le riz (Mackill et al., 1996)...etc.

Les marqueurs AFLP ont participé en cours de conception de la variété génétique chez beaucoup d'espèces de tournesol (Ebrahimi, 2008). Ces marqueurs ont permis de donner quatre fois plus de polymorphisme que les marqueurs RAPD et ISSR et de même de scinder les espèces du nouveau monde et ceux de l'ex monde (Talhinhas et al., 2003). Les marqueurs AFLP ont été de même exploités dans les études de relations phylogénétiques entre deux espèces de lupin *L.lupinus* et *L.cosentinii* et les résultats récupérés laissent penser que cette méthode est très de qualité pour la caractérisation du germplasma de lupin (Qi et al, 1998).

#### **I.1.4 ISSR: Inter-Simple Sequence Repeat**

Les marqueurs ISSR, liés aux séquences ou nucléotides de l'espèce présents entre les séquences peu complexes répétées (SSRs) dans le génome, sont axés sur le polymorphisme de dimension de 200 à 2500 pb le long de ces espaces inter-microsatellites amplifiables par une seule amorce PCR (Zietkiewicz et al., 1994). Globalement, les locus microsatellites sont souvent distribués en énorme nombre via le génome d'eucaryote, offrant donc un pool fortuné en potentiels marqueurs ISSR convenables pour donner la variété génétique rigoureusement liée aux accessions (Wiesner et Wiesnerová, 2003). En effet, cette amplification ISSR est définie par variation des PCR qui se servent des amorces à simple séquence répétée comme [AC]<sub>n</sub>, pour augmenter les départements situées entre les séquences microsatellites (Kahl, 2001). D'après Zietkiewicz et al., (1994), La fabrication des marqueurs ISSR est, face aux marqueurs AFLP, SSR et RFLP, moins chère, rapide et simple à concours. Par ailleurs, ils sont reconnus plus reproductibles que ceux de RAPD et repèrent un énorme polymorphisme génomique que les marqueurs RFLP (Zietkiewicz et al., 1994; Oh et al., 2000).

La technique ISSR a été largement et diversement appliquée dans l'étude de la variabilité génétique des plantes (Godwin et al., 1997) et la caractérisation de certains organismes fongiques (Grunig et al., 2001). Ainsi, elle a été utilisée pour déterminer le polymorphisme génétique des espèces de Sorghom, Ipomoea, Eucalyptus, Oryza, Lupinus, Asparagus, etc (Yang et al., 1996; Prevost et Wilknsn, 1999; Qian et al., 2001; Sica et al., 2005).

#### **I.1.5 Microsatellites ou SSR (Simple Sequence Repeats)**

Les microsatellites, alternativement connus via l'appellation de « séquences simples répétées (SSR) sont des d'éléments d'ADN répétés dont la dimension est souvent moins de 5pb (mono, di, tri et tétra-nucléotidiques), divulgués par amplification par PCR de l'ADN génomique (Tautz et Rentz, 1984; Bruford et Wayne, 1993). Le polymorphisme des SSRs est la conséquence de la dichotomie du nombre d'unité répétée, appréciée de 5 à 50 copies du coté des plantes (Cardle et al., 2000) et qui émane des fautes qui se sont produites au cours de la réplication d'ADN (Jarne et Lagoda, 1996). Ces dissemblances sont mises au grand jour sur gel polysaccharide où les raisons en tandem migrent selon leur poids. Par ailleurs, ces marqueurs sont adaptés aux études de populations rigoureusement apparentées et permettent même les comparaisons entres personnes ou cultivars (Takezaki et Nei, 1996; Westman et Kresovich, 1997; Hokanson et al., 1998). Avec leur énorme contenu informatif, 10 à 20 loci suffissent pour distinguer des génotypes très proches. Ils ont été exploités de même bien dans l'étude de la variété génétique

que dans la conception des plans génétiques du blé, de l'orge et du soja (Röder et al., 1995; Peakall et al., 1998; Ramsay et al., 2000). Supplémentaire, ce sont de marqueurs multi-alléliques d'où leur utilisation dans les études phylogénétiques et de la progression des espèces. Donc, Mhameed et al., (1997) exploitant ces marqueurs ont pu définir un platane phylogénétique constitué de *Persea americana* et ses espèces sauvages.

## II. Méthode utilisée pour le test de diversité moléculaire de l'Armoise blanche

Le test de diversité moléculaire a été réalisé au niveau de l'établissement UMR ECO Bio de l'Université Rennes 1 (France).

Le matériel végétal utilisé représenté par des échantillons végétaux prélevés de l'armoise blanche *Artemisia herba alba* et ceux de 10 individus d'origines différentes :

1-Thligen (Tebessa)

2-Thligen (Tebessa)

3-Thligen (Tebessa)

4-Djarma (Batna)

5-Bitam (Barika: Batna)

6-Bitam (Barika: Batna)

7-Bitam (Barika: Batna)

8-Ain Zaatout (Biskra)

9- Ain Zaatout(Biskra)

10-Ain Zaatout (Biskra)

Les individus ont été soumis au test à l'aide de marqueurs ISSR, pour cela 7 séquence d'amorces ont été utilisées présentées comme suit :

SSR 825 = (AC)8T

SSR 835 = (AG)8C

SSR 14 = (CT)9G

SSR 12 = (GTG)7C

SSR 10 = (AGC)6G

SSR 11 = (TGC)6G

SSR 13 = (CTC) 6G

Avant de procéder au test proprement dit une extraction de l'ADN des individus d'armoise est nécessaire, la méthode utilisée consiste comme suit :

## II.1 Protocole d'extraction de l'ADN

Environ 25 à 50 mg de matériel végétal sec de chaque échantillon de feuille est finement broyé dans de l'azote liquide avec un mortier et un pilon avant d'extraire l'ADN selon le protocole fourni par le fabricant (Macherey-Nagel, 2014) (voir [www.mn-net.com](http://www.mn-net.com))

L'ADN génomique de 10 individus représentant 10 populations différentes d'*Artemisia h-alba* a été extrait à l'aide d'un kit d'extraction, kit Nucleospin Plant II Mini (Macherey-Nagel, Duren, Allemagne). Ce kit est fourni avec les solutions et les microtubes nécessaires à l'extraction avec une notice technique complète sur la procédure à suivre (Macherey-Nagel– 07/ 2014, Rev. 09). Environ 100 mg de matière végétale fraîche sont broyés dans un mortier avec de l'azote liquide jusqu'à obtention d'une poudre. Des réactifs sont rajoutés à cette poudre de tissus végétaux afin de lyser les membranes cellulaires, libérer et solubiliser les acides nucléiques. Après filtration des débris cellulaires, les filtrats sont mélangés à une solution à pH approprié et en présence de sels, avant d'être filtrés à nouveau dans des microtubes pourvus d'une membrane de silice permettant la séparation des macromolécules d'acides nucléiques qui se lient par adsorption à la silice. Le passage d'une solution d'élution à un pH favorisant le décrochage des acides nucléiques de la membrane de silice (pH 8.4) permet l'obtention de concentrations optimales, généralement de 50 à 350 ng/μl d'ADN dans un volume final de solution à 30- 50 μl. Au cours de ce processus, de l'ARNase est ajoutée pour éliminer les ARNs.

Le contrôle de la qualité et le dosage de l'ADN (en ng/μl) sont effectués par spectrophotométrie au Nanodrop (ND 1000). Les extraits d'ADN purifiés sont alors conservés à moins 20°C jusqu'à utilisation pour analyse.

## II.2 Réalisation du MIX-PCR

Dans des tubes stériles microcentrifuge nuclease-free, on combine les différents composants suivants sur glace (Tableau1) :

Tableau 1 : MIX-PCR

| Composant                        | Volume final V=50 | V=25  | V=25x11 |
|----------------------------------|-------------------|-------|---------|
| Ultrapure Nuclease-Free Water    | 12,25μl           | 6.125 | 67,375  |
| 5X Green GoTaq® Flexi Buffer     | 10μl              | 5     | 55...   |
| MgCl <sub>2</sub> Solution, 25mM | 7,5μl             | 3.75  | 41,25   |
| Nucleotide Mix 2mM each          | 10μl              | 5     | 55      |

|   |               |              |              |
|---|---------------|--------------|--------------|
| <b>SSR primer 5pm/μl</b>                      | <b>8μl</b>    | <b>4</b>     | <b>44</b>    |
| <b>GoTaq® G2 Flexi DNA Polymerase (5u/μl)</b> | <b>0.25μl</b> | <b>0.125</b> | <b>1,375</b> |
| <b>template DNA</b>                           | <b>2μl</b>    | <b>1</b>     | .....        |

### II.3 Programme PCR

- Dénaturation initiale à 94°C pour 2 min
- 35 cycles de :
  - Denaturation à 94°C pour 45 seconds
  - Recuit (Ta) à Temperature optimale (Tableau 2) pour 45 secondes
  - Prolongation à 72°C pour 2 min
- Prolongation finale à 72°C pour 5 min a été inclut.

Tableau 2: Temperature de recuit pour chaque amorce

| <b>Temperature (C°)</b> | <b>SSR à tester</b>             |
|-------------------------|---------------------------------|
| <b>Ta°= 48,5°C</b>      | <b>SSR825 &amp; SSR835</b>      |
| <b>Ta°= 53,5°C</b>      | <b>SSR14</b>                    |
| <b>Ta°= 62,5°C</b>      | <b>SSR12</b>                    |
| <b>Ta°= 60°C</b>        | <b>SSR10, SSR11 &amp; SSR13</b> |

### II.4 Conditions d'électrophorèse

Le volume utilisé dans les puits pour chaque échantillon est de 9 μl, et le volume de bleu (bromothymol) est de 2,5 μl, également 2,5 μl pour le standard

L'électrophorèse est réglée à 100 volts pour une durée de 45 minutes dans un bain de TAE 1X

#### I. Résultats et discussion

Après électrophorèse et passage dans un bain de TAE 1X, on obtient des gels avec des bandes représentatives des 7 amorces à tester, les photos obtenues et leur lecture sont présentées comme suit :



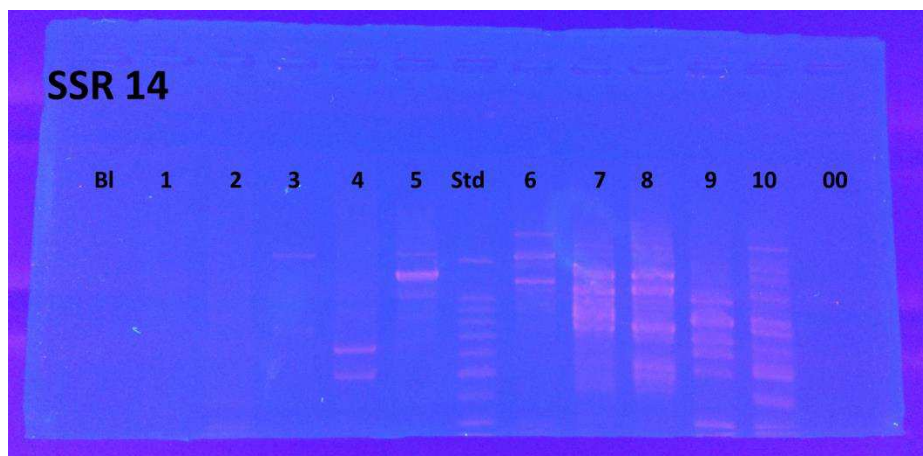


Fig.1 Gel de l'amorce SSR 14

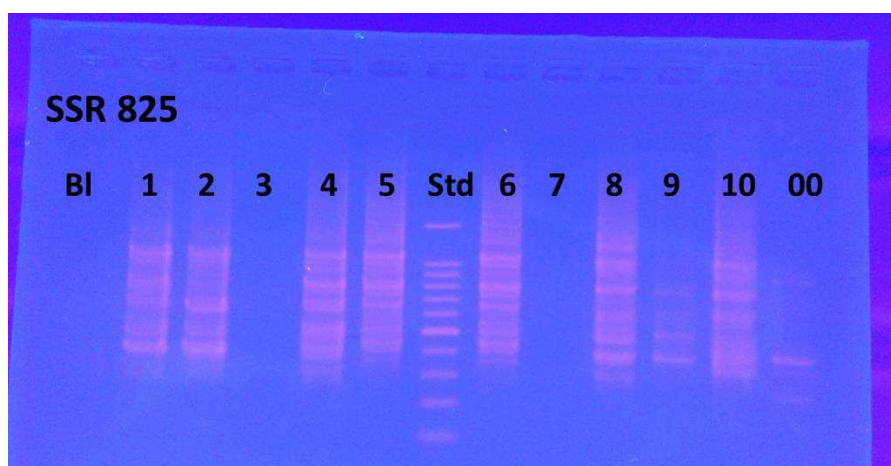


Fig.2 Gel de l'amorce SSR 825

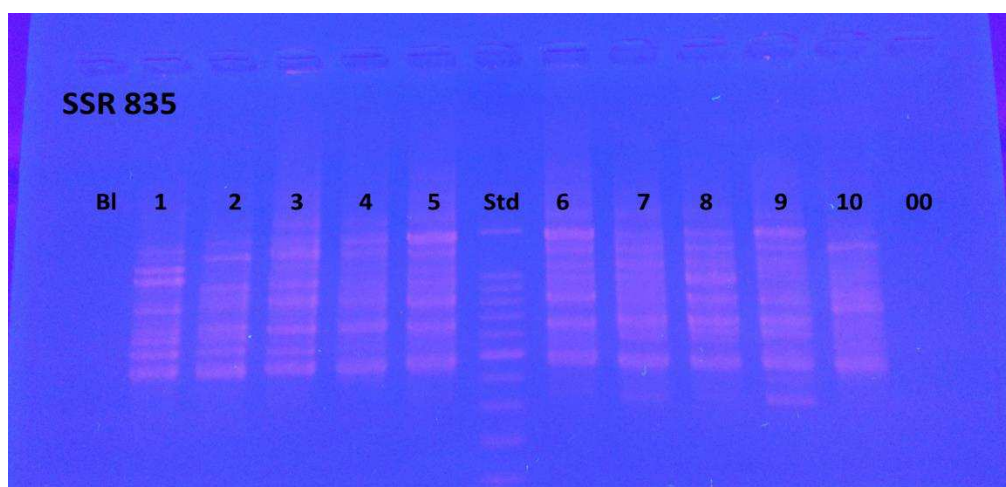


Fig.3 Gel de l'amorce SSR 835

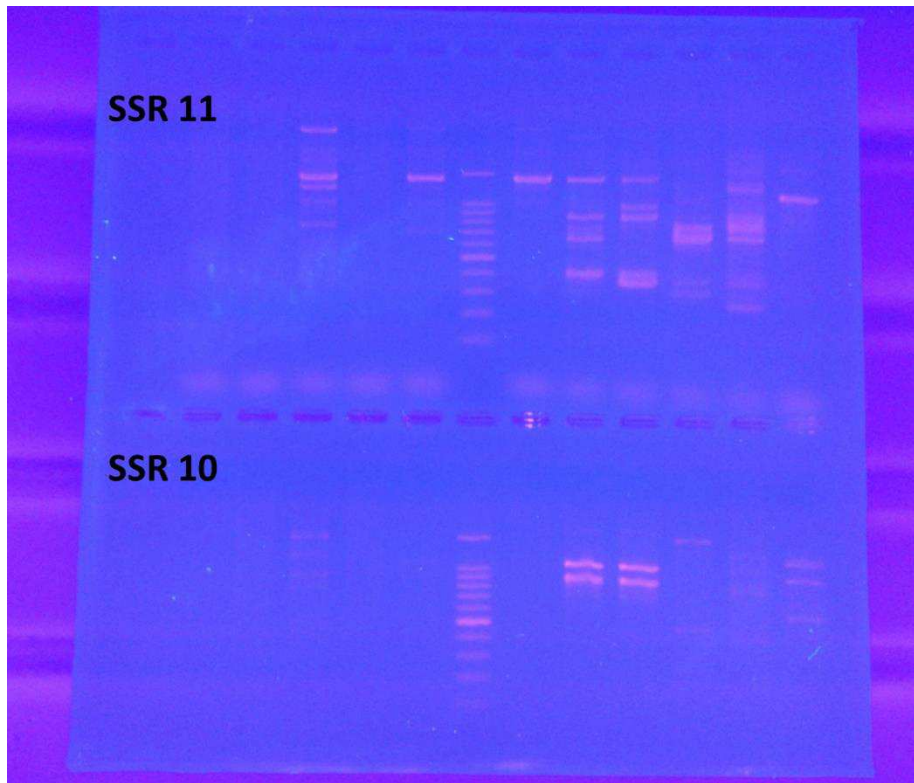


Fig.4 Gels des amorces SSR 10 et SSR 11

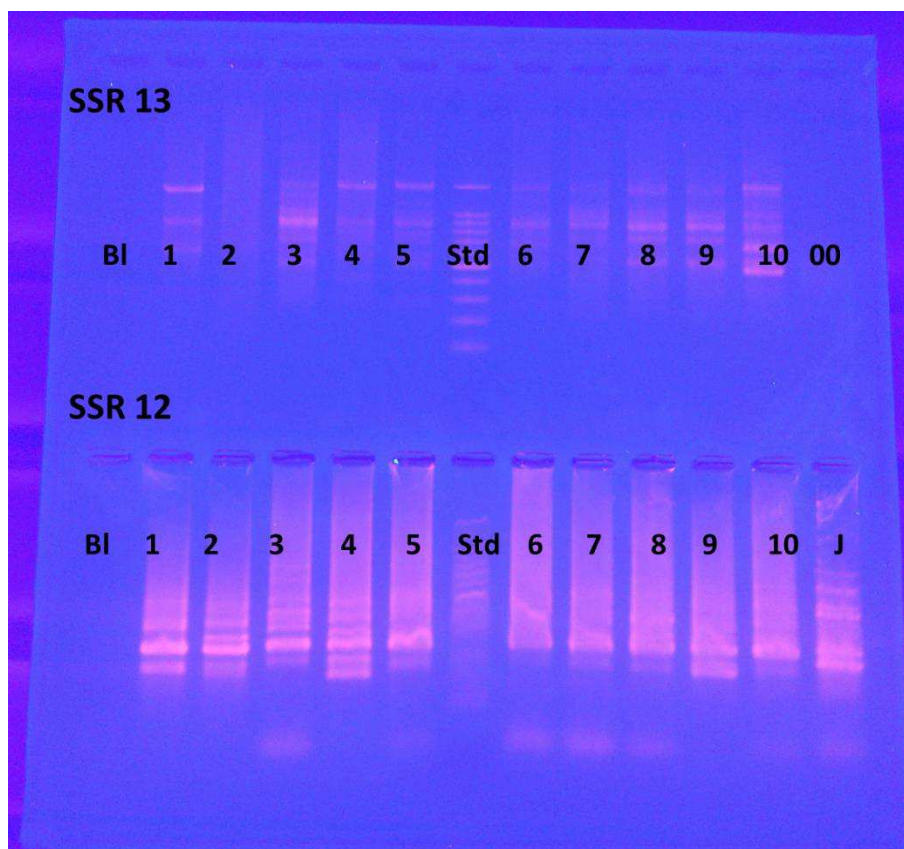


Fig.5 Gel des amorces SSR 13 et SSR 12

Les 10 individus collectés sont présentés sur les photos des gels d'amorces. La lecture des différents gels nous permet de ressortir les caractéristiques et les résultats pour chaque gel :

- Pour le gel de l' SSR 14 (fig.1) On remarque pour les individus 8,9,10 de la population de Biskra sont le seul résultat observable pour ce gel ces trois là sont très variable ils peuvent présenter une diversité pour ce marqueur SSR 14, entre autre les individus 6 et 7 de Bitam y'a une différence entre les deux, pour les individus de Biskra aucun ne ressemble à l'autre cela montre qu'il y'a de la variation interindividuelle donc une population plus variable
- Pour le SSR 825 (fig.2) 3 et 7 erreur technique peut être celle du pipetage, les 1 et 2 (Tébessa) ont un profil similaire, 4 (Djerma, Batna) est différent de ceux de Tebessa et également différent de ceux de Bitam, les 5 et 6 (Bitam) semble homogène profil similaire. Pour 8,9,10 de Biskra les profils ne sont pas net le 8 et 10 il semble y avoir une variation dans le profil mais ça reste à confirmer par des électrophorèses en modifiant la concentration du gel.
- SSR 835 c'est le meilleur gel qui a réussi apparemment pas de problème de PCR. On remarque des différences donc y'a mutation donc y' a marqueur de diversité. Pour ce gel refait du SSR 835 (fig.3) avec un volume utilisé dans les puits pour chaque échantillon est de 11  $\mu$ l, et le volume de bleu (bromothymol) est de 4  $\mu$ l, également 4  $\mu$ l pour le standard L'électrophorèse est réglée à 100 voltes pour une durée de 45 minutes dans un bain de TAE 1X ; On obtient que les individus 5 et 6 ont le même profil mais différent du 7, pour le 4 et 5 y'a pas de différence, l'individu 4 de Djerma ressemble à ceux de Bitam, les 8,9,10 se ressemblent entre eux. Pour les individus 1,2,3 de Tebessa y'a un peu de variation les 2 et 3 se ressemblent mais sont différent de l'individu 1.
- SSR 11 (fig.4) la qualité du gel n'a pas donné de bon résultats ça n'a pas marché pour la majorité des échantillons lié peut être à la manipulation ou le SSR lui-même, faudrait refaire l'amplification notamment au niveau de la température
- Pour le SSR 10 (fig.4) le gel n'est pas bon il est inexploitable
- Pour le SSR 12 (fig.5) les individus 1,2,3 (Tébessa) sont différents pour le reste les bandes ne sont pas claires
- Pour le SSR 13 (fig.5) on peut remarquer que le 8 et 9 (Biskra) sont identiques mais différents de 10 (Biskra) mais le gel du SSR 13 n'est pas très bon il est inexploitable.

Une exploitation plus simple des marqueurs microsatellites consiste à les révéler en masse, en s'inspirant du principe de la RAPD. Pour cela, on utilise une amorce constituée pour partie d'une séquence de microsatellite et pour partie de bases arbitraires. Deux types d'amorces sont concevables, selon les positions relatives de ces deux parties. La PCR va amplifier des fragments flanqués de motifs microsatellites. Dans des conditions d'amplification adaptées, la technique ISSR (Inter SSR-PCR) permet de produire plusieurs dizaines de produits qui sont visualisés soit sur des gels d'agarose, soit sur des gels d'acrylamide. Le polymorphisme révélé est essentiellement de type présence/absence, comme pour les RAPD, mais correspond parfois à des différences de longueur de fragment, comme pour les microsatellites. Les marqueurs ISSR se sont révélés très polymorphes. Ils permettent de distinguer des variétés génériquement très proches (Prevost et Wilkinson, 1999)

Ce test a permis l'apprentissage de technique de biologie moléculaire de base nécessaires pour la recherche de polymorphisme moléculaire dans les populations d'armoise blanche, à savoir : l'amplification de régions ciblées d'ADN par PCR (Polymerase Chain Reaction) ; la purification et le dosage de l'ADN amplifié à l'aide d'un Kit dédié et du NanoDrop, respectivement ; l'électrophorèse sur gel d'agarose des amplifiats, leur visualisation sous UV, et leur interprétation. Ces techniques ont été appliquées pour tester le degré de polymorphisme de 7 marqueurs ISSRs (SSR10,11,12,13,14,825,835) sur 10 échantillons d'ADN provenant d'individus se rapprochant à différentes populations d'armoise des régions de Batna, Biskra et Tébessa.

## **II. Conclusion**

L'analyse des résultats de ces premiers tests (qui n'ont pu faire l'objet que d'un ou deux essais chacun dans la limite du temps disponible) a permis de voir que sur 7 amorces ISSRs utilisées :

- La SSR825 ne révèle pas de polymorphisme ;
- Les SSRs 10,12 et13 restent inexploitable en l'état ;
- Les SSRs 11 et 14 n'ont pas techniquement réussi pour les échantillons, mais semblent indiquer une variabilité notable entre les quelques individus de Biskra ;
- Enfin, seule la SSR835 a produit des profils électrophorétiques assez lisible, indiquant une variabilité inter et intra individuelle exploitable.

La poursuite d'une telle étude nécessite : d'élargir les tests à un plus grand nombre d'amorces SSRs, en vue de sélectionner celles qui se montrent les plus polymorphes ; de mettre au point pour chaque amorce sélectionnée les meilleurs conditions techniques (programme PCR ;

conditions de l'électrophorèse) pour rendre lisibles et exploitables les résultats des électrophorèses ; et d'élargir l'étude à un nombre conséquents de populations échantillonnées, avec un minimum de 10-15 individus par population, pour pouvoir tirer des conclusions intéressantes sur la diversité génétique des populations d'arnoise blanche.

## Conclusion générale

Notre objectif a été de contribuer à mieux comprendre la dynamique de la steppe d'Armoise blanche (*Artemisia herba-alba*). Cette étude a été menée par un suivi à long terme à travers l'évolution qualitative (richesse et diversité floristique, groupements végétaux et composition) et quantitative (couvert végétal, biomasse et production fourragère) et écologique (climat, sol). Ce suivi a permis de comprendre l'importance et les causes du changement. Les résultats permettent d'établir un support d'aide en vue d'expérimentation de restauration et de réhabilitation.

L'Armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) est toujours présente dans les steppes orientales de 1968 à 2016-2017. Sa répartition aux niveaux des sites étudiés, en tant que gradient de pression de pâturage, exprime une grande hétérogénéité comme le confirme la valeur élevée du coefficient de variation qui varie de 48% à 90%.

Une différence hautement significative des fréquences moyennes de l'armoise blanche apparaît entre 1968 et 2016-2017. L'année 1968 se caractérise par des fréquences faibles pour l'armoise blanche avec 8.6 %, alors qu'en 2016-2017 se retrouve une fréquence avec une augmentation de plus de 40% avec une fréquence de 19%.

Concernant la richesse floristique, la valeur la plus élevée est observée dans le système préexistant, c'est-à-dire en 1968. Une baisse importante de cette richesse se produit après en 2016-2017, la richesse floristique diminue significativement. Elle passe de 245 espèces en 1968 à 90 espèces en 2017.

Exprimée par l'indice de Shannon, la diversité est également plus importante en 1968 et suit la même évolution que celle de la richesse floristique : elle baisse progressivement en 2016-2017 par rapport à 1968. Alors que l'équitabilité, elle ne semble pas suivre la même évolution que les paramètres précédents. En effet, la valeur la plus élevée est observé 2016-2017.

L'analyse diachronique à près de 50 ans d'intervalle montre une régression de la végétation steppique par la diminution du nombre d'espèces, comme il a été remarqué par Khader et al, (2014) dans une étude menée dans la zone steppique de Djelfa. Sur une superficie de 47679ha, le taux de régression enregistré sur une période de 14 ans (de 1987 à 2001) est de 31,01 % de la superficie totale, ce qui explique une intense dégradation due principalement à l'action

climatique et la pression anthropique par le surpâturage et la mise en culture des parcours à armoise et des parcours à sparte et armoise champêtre.

Bedrani (1987) remarque que les parcours se dégradent de façon continue à cause de la surcharge en troupeaux à laquelle s'ajoute l'effet des sécheresses fréquentes. Par ailleurs les travaux de Aidoud (1989) viennent confirmer cette tendance de l'évolution.

Dans les travaux en question, relatifs à l'évolution de la phytomasse verte de l'alfa et du sparte sous régime pâturé (dans les Hautes plaines arides d'Algérie) cet auteur observe que la remontée de la pluviosité en 1986 n'a que peu affecté la phytomasse verte de l'alfa ; LE HOUEROU (1993) note qu'un seuil de dégradation irréversible semble atteint. Concernant la phytomasse verte du sparte, il remarque également sa réduction progressive et sa réponse décroissante à des pluviosités relativement favorables : le processus de désertification semble très avancé selon LE HOUEROU.

LE FLOC'H (1993) considère que certains types de parcours qui représentent des stades de dégradation d'autres types plus productifs se sont même étendus ; aussi, il reconnaît que la situation est aujourd'hui alarmante pour tout le Nord de l'Afrique avec peut-être cependant une gravité particulière en Algérie et en Egypte.

Dans le même ordre d'idées, MELZI (1993) a montré comment les faciès à « remt » ont remplacé les faciès à « alfa ». Ces derniers ayant une valeur fourragère 3 à 5 fois plus élevée que les premiers.

LE FLOC'H (1993) note l'extrême raréfaction des graminées et des légumineuses.

CHAIEB et al, 1900 cité par LE FLOC'H, 1993 note : « il y a régression de la tropicalité déjà faible de la flore au bénéfice de sa méditerranéité et au détriment de sa production pastorale ».

Cet auteur note, ce qui est peut-être encore plus grave, c'est que cette dégradation altère également les fonctions (en particulier de production et de reproduction) mais aussi les propriétés (résistance, résilience, etc.) des écosystèmes.

Le recouvrement global de la végétation (Pérennes+ éphémères) enregistré en 1968 est relativement moins important par rapport aux années 2016-2017 où on enregistre 45% de recouvrement global.



Une variation importante des éphémères durant les années du suivi a été observée. Un recouvrement important est atteint en 1968 avec 70% alors que en 2016-2017 il est passé à 21.4%.

La phytomasse totale englobe celle des pérennes et des éphémères. Exprimés en phytomasse, les changements dans le temps et le long du transect sont aussi importants que ceux du couvert végétal.

La phytomasse totale et celle des pérennes évoluent dans le même sens à la différence des éphémères qui montrent des valeurs basses en 2016 et 2017.

L'augmentation de la phytomasse totale en 1968 est essentiellement liée à l'augmentation de la phytomasse des pérennes alors qu'en 2017 ce sont les éphémères qui voient leur biomasse diminuer.

. La production fourragères des éphémères connaît elle aussi une baisse importante 25.3 UF/ha/an en 2017, la production des pérennes connaît une faible baisse suivant les relevés de « Celles » réalisés en 2017 (121.6).

La régression au plan quantitatif de la végétation étudiée, est considérée comme l'un des indicateurs précoces de la dégradation et de la désertification. Les paramètres analysés dans le temps et dans l'espace sont le couvert végétal, la biomasse et la production pastorale des différentes catégories (pérennes et éphémères).

Les variables pédologiques montrent que le sol des sites en 2016-2017 est assez riche en matière organique (3.31) ; le sol est limoneux-sableux ce qui caractérise les sols où se développent *Artemisia herba alba*, avec respectivement 46.68 de sable et 32.91 pour les limons, ainsi ces sites sont relativement riches en sable bien que ce n'est pas les données enregistrées en 1968, nos observations à travers les sites visités montrent que les wilayas de Biskra et M'sila (Boussaâda) sont plus touchés par l'ensablement.

La diversité génétique d'*Artemisia herba-alba* jouera-t-elle un rôle dans la régression des parcours steppiques. En effet Les distances génétiques calculées par Haouari M. et al., 2005, pour l'étude du polymorphisme de l'armoise blanche en Tunisie, s'étalent sur un grand intervalle témoignant une très grande diversité intra spécifique mettant en évidence une différenciation due à l'existence de barrières géographiques. Pour notre part nous avons entamé une approche de l'étude du polymorphisme d'*Artemisia herba-alba* avec un test de diversité moléculaire. L'analyse des résultats de ces premiers tests (qui n'ont pu faire l'objet que d'un



ou deux essais chacun dans la limite du temps disponible) a permis de voir que sur 7 amorces ISSRs utilisées :

- La SSR825 ne révèle pas de polymorphisme ;
- Les SSRs 10,12 et13 restent inexploitable en l'état ;
- Les SSRs 11 et 14 n'ont pas techniquement réussi pour les échantillons, mais semblent indiquer une variabilité notable entre les quelques individus de Biskra ;
- Enfin, seule la SSR835 a produit des profils électrophorétiques assez lisible, indiquant une variabilité inter et intra individuelle exploitable.

Au terme de ce travail, nous pouvons conclure à une dégradation effective de la steppe d'Armoise blanche comme cela est avancé dans la plupart des écrits sur l'état des steppes des Hautes-Plaines d'Algérie. Cependant cette dégradation ne semble pas avoir la même intensité dans tous les types de steppes. Par comparaison aux résultats obtenus selon le même protocole, cette dégradation serait plus rapide et plus intense dans la steppe d'alfa que dans la steppe d'armoise. De ce point de vue, des actions de réhabilitation par des mises au repos, peuvent permettre de redonner un niveau de fonctionnement suffisant au système. Les résultats sur les mises au repos entreprises par le HCDS le montrent. Cependant, de nombreuses interrogations persistent sur les mécanismes de la régénération, sur les facteurs et leur efficacité sur la remontée biologique et sur l'amélioration des conditions édaphiques en recherchant les seuils de changements afin de proposer des indicateurs efficaces aux décideurs et aux gestionnaires.

## Références bibliographiques

- AIDOUD A., 1983.- Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du Sud-Oranais. Phytomasse, Productivité Primaire et applications pastorales. Thèse 3ème cycle. Univ. Sci. Tech. H. Boumediène. 245p. + ann.
- AIDOUD A., 1988.- Les écosystèmes à Armoise blanche (*Artemisia herba-alba*. Asso.), I : Caractères généraux. Bulletin d'écologie terrestre (Biocénoses), 3: 1-15.
- AIDOUD A., 1989.- Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques pâturés des hautes plaines Algéro-Oranaises (Algérie): Fonctionnement et évaluation des ressources végétales. Thèse. Doct. U.S.T.H.B. Alger. 240p.
- AIDOUD A., 1989. Les écosystèmes steppiques pâturés d'Algérie : fonctionnement, évaluation et dynamique des ressources végétales. Thèse Doct. Etat, Univ. Sci. Technol. Houari Boumédiène, Alger, 240 p. + annexes.
- AIDOUD. A et TOUFFET. J., 1996.- La régression d'alfa (*stipa tenacissima*) graminée pérenne, un indicateur de la désertification des steppes algérienne, cahier sécheresse, vol.7 pp 187-193.
- AIDOUD, A., AIDOUD-LOUNIS, F. & SLIMANI, H. 1998.- Effects of grazing on soil and desertification: a view from the southern Mediterranean rim. in: V.P. Papanastasis & D. Peter (eds). Ecological basis of livestock grazing in Mediterranean ecosystems. Pp 133-148
- AL-WAILI N S., 1986.- Treatment of diabetes mellitus by *Artemisia herba-alba* extract: preliminary study. Clin Exp Pharmacol physiol. 1986. JUL; 13(7): 569-73.
- ANAT., 2004. Carte bioclimatique de l'Algérie. (Agence Nationale de l'Aménagement du Territoire).
- AYAD N., HELLAL B. & MAATOUG M., 2007 - Dynamique des peuplements d'*Artemisia herba-alba* Asso dans la steppe du Sud oranais (Algérie occidentale). Sécheresse 18 (3) : 193-198.
- BECKER, J., P. VOS, M. KUIPER., F., SALAMINI, M. HEUN., (1995). Combined mapping of AFLP and RFLP markers in barley. Mol. Gen. Genet. 249:65-73.
- BENABADJI N, ABOURA R, BENCHOUK F. 2009. La régression des steppes méditerranéennes : le cas d'un faciès à *Lygeum spartum* L. d'Oranie (Algérie). Revue. Ecologia mediterranea, (25) 75-90.
- BENABADJI N, BOUAZZA M., 2000.- Contribution à une étude bioclimatique de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso. dans l'Oranie (Algérie occidentale). Sécheresse ;11 :117-23.
- BENARADJ A., BOUCHERITH., HASNAOUI O., MEDERBAL K., &SEHLI A. 2013. Rehabilitation of the steppe *Lygeumspartum* in the region of Naama (Western Algeria). EnergyProcedia, (36) : 349 -357.

- BENDJILALI. B, RICHARD. H; LIDDLE.P., 1984.- chémotypes d'armoise blanche du Maroc, congrès international de la société italienne de phyto-chimie, 131-151
- BENISTON NT et WS. 1984. FLEUR D'ALGERIE, Ed : entreprise nationale du livre Alger, N°d'édition : 1822/84. 359p.
- BENKHAIRA, A. 2012. Conservation de la biodiversité et gestion durable des ressources naturelles. Buletin d'information N°10.,15p.
- BENREBIHA A., 1984.- Contribution à l'étude de l'aménagement pastoral dans les zones steppiques, cas de la coopérative pastorale Ain Oussera. Thèse Magister, INA, Alger, 160 p.
- BOSTEIN, D., WHITE, RL., SKOLNICK, M., DAVIS, RW.. (1980). Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. *Am J Hum Genet.* 32: 314–331.
- BOUABDELLAH., 1992.- Note sur l'état des parcours steppiques en Algérie, séminaire international du réseau parcours, 7-9 avril, INES d'Agronomie, Chlef, p. 27.
- BOUAKAZ, A. 1976.Contribution à la détermination de l'aire minimale des formations à *Stipa tenacissima*. Mémoire de DEA, Université d'Alger.
- BOUGHANI A., 1995, Contribution à l'étude de la flore et des formations végétales au Sud des monts du Zab (Ouled Djellal, wilaya de Biskra). Thèse magister, USTHB, Alger, 226p.
- BOUZENOUNE A. 1984, Étude phytoécologique et phytosociologique des groupements végétaux du sud oranais (w.Saida ), Thèse 3ème cycle. Uni.Sci. Tech. H. Boumediène, Alger, 225p.
- BRUFORD, M. W. and WAYNE, R. K., 1993. Microsatellites and their application to population genetic studies. *Current Opinion in Genetics and Development*,3:939-943.
- CAO, W., SCOLES, G., HUCL, P. and CHIBBAR, R. N., 1999. The use of RAPD analysis to classify *Triticum* accessions. *Theor. Appl. Genet.* 98:602-607.
- CARDLE, L., RAMSAY, L., MILBOURNE, D., MACAULAY, M., MARSHALL, D. and WAUGH, R., 2000. Computational and experimental characterization of physically clustered simple sequence repeats in plants. *Genetics.* 156:847-854.
- CASTRAGNA, R., GNOCCHI S., PERENZI, M. and HEUN, H., 1997. Genetic variability of the wild diploid wheat *Triticum urartu* revealed by RFLP and RAPD markers. *Theor. Appl. Genet.* 94:424-430.
- CELLES J.C., 1975.- Contribution à l'étude de la végétation des confins saharo-constantinois (Algérie). Thèse Doct., Univ. Nice, 366 p.+ann.
- CHAO, S., SHARP, P.J., WORLAND, A.J., WARHAM, E.J., KOEBNER, R.M.D., GALE, M.D., (1989). RFLP-based genetic maps of wheat homoeologous group 7 chromosomes. *Theor. Appl. Genet.* 78:495–504.

- CHEN, L. and YAMGUCHI, S., 2005. RAPD markers for discriminating tea germplasm at the specific level in China. *Plant Breeding*, 124:404-409. chromosomes. *Hereditas*, Lund, v. 52:201-220.
- CHEN, L. and YAMGUCHI, S., 2005. RAPD markers for discriminating tea germplasm at the specific level in China. *Plant Breeding*, 124:404-409. chromosomes. *Hereditas*, Lund, v. 52:201-220.
- CLARKE K.R., 1993.- Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Austr. J. Ecol.*, 18: 117-143.
- CLAROS, G.M. and QUESADA, A.R., 2000. PCR as a specific, sensitive and simple method suitable for diagnostics. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 28: 223-226.
- DAGET, P. & POISSONET, J. 1971. Une méthode d'analyse phytocéologique des prairies : Critères d'application. *Ann. Agron.*, 22: 5-41.
- DAGET, P. & POISSONET, J. 1972. Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des pâturages. *Fourrages*, 49: 31-39.
- DAJOZ R. 2003. Précis d'écologie. Dunod, Paris, 615 p.
- DE VIENNE, D., 1998. Les marqueurs moléculaires en génétique et biotechnologies végétales. INRA, Paris, France. 200p.
- DEYSSON G., 1976.- La cellule végétale - structure et fonctionnement, Cours de Botanique Generale, 4. Serie, 298 p.
- DJABEUR, A., KAID-HARCHE, M. et KHELIFI, D., 2008. Proteins polymorphism of some populations of *Lygeum spartum* L. in Algeria. *American Journal of Agricultural and Biological Sciences* 3(1):337-341.
- DJEBAILI S., 1978, Recherches phytosociologiques et phytocéologique sur la végétation des hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien algérien. Thèse Doct., Montpellier, 229p
- DJEBAILI S., 1984.- La steppe Algérienne. Phytosociologie et phyto-écologie. Ed. O.P.U., Alger, 177 p.
- DJEBAILI S., DJELLOULI Y., DAGET P. 1989. Les steppes pâturées des Hauts Plateaux algériens. *Fourrages* ; pp:393-400.
- DJELLOULI Y., 1990, Flores et climats en Algérie septentrionale. Déterminismes climatiques de la répartition des plantes. Thèse Doct. Sciences, USTHB., Alger, 210.
- DJELLOULI. Y et NEDJRAOUI. D., 1995.- Evolution des parcours méditerranéens. In pastoralisme, troupeau, espaces et société. Hatier ed. 440-454.
- DWEIKAT, I., OHM, H., PATTERSON, F. and CAMBRON, S., 1997. Identification of RAPD marker for 11 Hessian fly resistance genes in wheat. *Theor. Appl. Genet.* 94:419-423. dynamique et perspectives d'avenir. Thèse. Etat. Univ. USTHB, Alger. 228p

- EBRAHIMI, ASA., (2008). Thèse de Doctorat . Contrôle génétique de la qualité des graines chez le tournesol (*Helianthus annuus* L.) soumis à la sécheresse. Université de Toulouse. p15.
- ECHT, C. S., ERDAHT, A. and MCCOY, T. J. 1991. Genetic segregation of random amplified polymorphic DNA in diploid cultivated alfalfa. *Genome*.35:84-87.
- EMBERGER L., 1971.- Travaux de Botanique et d'Ecologie. Masson et Cie. Paris, 520 p.
- EVENARI M., SCHULZE ED. & KAPPEN L., 1975.-Adaptative mechanism in desert plants.In: Vernberg FJ,ed,Physiological adaptation the the environments. New York: Intext Publishers.
- FRIEDMAN J, YANIV Z, DAFNI A, and PALEWITCH D,1986.- A preliminary classification of the healing potential of medicinal plants, based on a rational analysis of an ethnopharmacological field survey among Bedouins in Z the Negev Desert, Israel, *Journal of Ethnopharmacology*, vol.16, issue.2-3, pp.275-87.
- FRONTIER S, PICHOD-Viale D, LEPRETRE A, DAVOULT D, LUCZAK C. 2008. *Écosystèmes : structure, fonctionnement, évolution*. 4e édition. Dunod, Paris. 558p.
- GHARABI Z et SAND RL., 2008.- *Artemisia herba alba* Asso. A Guide to Medicinal Plants in North Africa : 49 - 49.
- GHAZI Z., 2012. Séminaire sur la mise en place d'un dispositif de Formation au Développement Rural.
- GODWIN, I.D., AITKEN, A.B., SMITH, L.W., 1997. Application of Inter simple sequence repeats (ISSR) marker to plant genetics. *Electrophoresis* 18:1524–1528.
- GRUNIG, Ch. R., SIEBER, T. N. and HOLDENRIEDER, O., 2001. Characterization of dark septate endophytic fungi (DSE) using inter-simple-sequence-repeat-anchored polymerase chain reaction (ISSR-PCR) amplification. *Mycol. Res.* 105:24-32.
- GUEMAZ F., 2006.- Analyses physicochimiques et bactériologiques des eaux usées des trois sites de la ville de Biskra, Mémoire de Magister en toxicologie fondamentale et appliquée, Université de Annaba ,57p.
- H.C.D.S., 2010.- Haut Commissariat au Développement de la Steppe. Les potentialités agropastorales de la steppe algérienne : Requêtes cartographiques, analyse et interprétation de l'information géographique. H.C.D.S. et B.N.E.D.E.R., Djelfa, 80 p.
- HADDOUCHE I., 2009. La télédétection et la dynamique des paysages en milieu aride et semi-aride en Algérie : cas de la région de Naâma. Thèse Doct, Univ, Tlemcen, 211.
- HADJIAT K., 1997.- État de dégradation des sols an Algérie. Rapport d'expert PNAE, Banque Mondiale, 45p.
- HIRCHE Aziz, BOUGHANI Abdelmadjid, SALAMANI Mostefa ., 2007.- Évolution de la pluviosité annuelle dans quelques stations arides algériennes. *Sécheresse* ; 18 (4) : 314-20

- HOKANSON, S. C., SZEWC-MCFADDEN, A. K., LAMBOY, W. F. and MCFERSON, J. R., 1998. Microsatellite (SSR) markers reveal genetic identities, genetic diversity and relationships in a *Malus x domestica* Borkh. Core subset collection. *Theor. Appl. Genet.* 97:671-683.
- HORMAZA, J. I., DOLLO, L. and POLITO, V. S., 1994. Identification of a RAPD marker linked to sex determination in *Pistacia vera* using bulked segregant analysis. *Theor.*
- HURABIELL M., MALSOT M, PARIS. M., 1981.- Contribution à l'étude chimique de deux huiles d'*Artemisia* : *Artemisia herba-alba* asso et *Artémisia vulgaris* linnaeus; intérêt chimiotaxonomique, rivista italiana E.P.P.OS, LXIII (6), 296-299 pp.
- JARNE, P. and LAGODA, P. J. L., 1996. Microsatellites, from molecules to population and back. *Trends Ecol. Evol.* 11:424-429.
- JOANNES F., 2001.- Dictionnaire de la civilisation mésopotamienne. Ed Robert Laffont ISBN2-221-09 207-4.
- KACIMI B., 1996.- La problématique de développement des zones steppiques Approche et perspectives Doc HCDS, Ministère de l'agriculture, 27p.
- KADI HANIFI H. 1998. L'alfa en Algérie : syntaxonomie, relation milieu-végétation, dynamique et perspectives d'avenir. Thèse. Doct. USTHB. 270p.
- KADI HANIFI H. 2003. Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie Science et changements planétaires. *Sécheresse.* (1):3 169-179p.
- KADI HANIFI H., 1998.- L'alfa en Algérie. Thèse doct. Science USTHB, Alger, 270p.
- KAHL, G., 2001. *The Dictionary of Gene Technology.* Wiley-VCH, Weinheim.
- KHADARI, B., BRETON, C., MOUTIER, N., ROGER, J. P., BESNARD, G., BERVILLÉ, A. and DOSBA, F., 2003. The use of molecular marker of germplasm management in a French olive collection. *Theor. Appl. Genet.* 106:521-529.
- KHADER M, MEDERBAL K, CHOUIEB B. 2014. Suivi de la dégradation de la végétation steppique à l'aide de la télédétection : Cas des parcours steppiques région de Djelfa (Algérie), *Courrier du Savoir*, n°18. Pp 89-93.
- LAURIE, L., CONSAUL, LYNN J., GILLESPIE, MARCIA J., WATERWAY., 2008. Systematics of North American Arctic Diploid *Puccinellia* (Poaceae): Morphology, DNA Content, and AFLP Markers. *Systematic Botany*, Volume 33, Number 2, pp. 251-261
- Le FLOC'HE., AKKA O. , HIRMIZ A.K.T. , MASRI A. , MEZIANI K., et TADROS K. 1989. Les techniques de développement pastoral : plantation d'arbustes fourragers. Vol 03. FAO .RAB. 204p.
- Le HOUEROU H N, CLAUDIN j, Pouget M . 1977. ETUDE BIOCLIMATIQUE DES STEPPES ALGERIENNES, *Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord Alger*, t. 68, fasc. J et 4, 33-49 pp .

- Le HOUEROU H N, CLAUDIN J, POUGET M., 1977.- ETUDE BIOCLIMATIQUE DES STEPPES ALGERIENNES, Bull. Soc. Hist. nat. Afr. Nord Alger, t. 68, fasc. J et 4, 33-49 pp.
- LE HOUÉROU H. N., 2001. Biogeography of the arid steppe land north of the Sahara. *J. Arid Environ.*, (48):pp 103-128.
- LE HOUEROU H.N., 1969.- La végétation de la Tunisie steppique. *Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunis.*, 42 (5), 624p.
- Le HOUEROU H-N. 1980. L'impact de l'homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne (1ère et 2e partie). *Forêt méditerranéenne Tome II*, n° 1 et 2. Le Houérou H-N. 1995. Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du nord de l'Afrique. *Diversité biologique, développement durable et désertisation. Rev. Opt. Médit.* (10): 1-369.
- Le HOUEROU. H.N., 1985.- La régénération des steppes algériennes. Rapport de mission de consultation et d'évaluation. Ministère de l'agriculture, Alger.
- LEDOIGH, C. and COUDRET, A., 1992. Stress hydrique: étude des mécanismes moléculaires et modification de l'expression du génome. *Bull. Soc. Bot. Fr.*, 139. *Lettres Bot.* 2:175-190.
- LEFORT-BUSON, M., F. RODOLPHE et A. CHARCOSSET. 1990a. Des nouvelles perspectives pour l'analyse génétique des caractères quantitatifs : A la recherche des locus importants. *Biofutur*.91:30-37.
- LEFORT-BUSON, M., RODOLPHE F. et CHARCOSSET, A., 1990b. Des nouvelles perspectives pour l'analyse génétique des caractères quantitatifs : La sélection assistée par marqueurs. *Biofutur*.92:42-47.
- LEGENDRE L, LEGENDRE P. 1979. *Ecologie numérique. Le traitement multiple des données écologiques. Les presses de l'université du Québec. Tome (1) : 197 p.*
- LOGRADA T., RAMDANI M., KIRAM A., CHALARD P., FIGUEREDO G. 2013. Variation of essential oils composition of *Pituranthos scoparius* in Algeria. *Global J Res. Med. Plants & Indigen. Med.* 2 : 1-9.
- LOISEL R, GOMILA H. 1993. Traduction des effets du débroussaillage sur les écosystèmes forestiers et préforestiers par un indice de perturbation. *Ann. Soc. Sci. Nat. Archéol. de Toulon et du Var* 45 (2): 123-132.
- MACKILL, D. J., Z. ZHANG, E, D. REDONA, and P. M. COLOWIT. (1996). Level of polymorphism and genetic mapping of AFLP markers in rice. *Genome*. 39, 969- 977.
- MACROBERTS, N., FINCH, R. P., SINCLAIR, W., MEIKLE, A., MARSHALL, G., SQUIRE, G. and MCNICOL, J., 1999. Assessing the ecological significance of molecular diversity data in natural plant populations. *J. Exp. Bot.* 50, 340:1635-1645.
- MARA., 1974.- La steppe algérienne, statistiques agricoles N°14, 383p.
- MARCON, E. 2013. Mesure de la biodiversité. 7 p.

- MCPHERSON, M.J. and MOLLER, S.G., 2000. The Basics PCR. BIOS. Springer-Verlag New York Inc. USA.
- MEDAIL F. & N. MYERS. 2004. Mediterranean Basin. In: Hotspots revisited Earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Conservation International (Washington) & Agrupacion Sierra Madre (Mexico), 144-147.
- MHAMEED, S., SHARON, D., KAUFMAN, D., LAHAV, E., HILLEL, J., DEGANI, C. and LAVI, U., 1997. Genetic relationships within avocado (*Persea Americana* Mill) cultivars and between *Persea* species. *Theor. Appl. Genet.* 94:394-401.
- MYERS N., R.A. MITTERMEIER, C.G. MITTERMEIER, G.A.B. Da Fonseca & J. Kent. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature.* 403 : 853-858.
- NABLI M. A., 1989.- Essai de synthèse sur la végétation et la phyto-écologie tunisiennes, tome I. Ed. MAB (Faculté des sciences de Tunis) Tunisie ; 186-188 p.
- NEDJIMI B. et GUIT B., 2012 – Les steppes algériennes : causes de déséquilibre. *Algerian journal of arid environment* vol. 2, n° 2 : 50-61.
- NEDJRAOUI D., 1981, Teneurs en éléments biogènes et valeurs énergétiques dans trois principaux faciès de végétation dans les Hautes Plaines steppiques de la wilaya de Saida. Thèse Doct. 3<sup>e</sup> cycle, USTHB, Alger, 156p
- NEDJRAOUI D., 1981.- Evolutions des éléments bio gènes et valeurs nutritives dans les principaux faciès végétation des hautes plaines steppiques de la wilaya de Saida. Thèse 3<sup>e</sup> cycle, USTAB, Alger, 156p.
- NEDJRAOUI D., 1990.- Adaptation de l'alfa (*stipa tenacissima* L) aux conditions stationnelles. Thèse Doc. Sciences, USTHB, Alger, 256p.
- NEDJRAOUI D., 2004.- Evaluation des ressources pastorales des régions steppiques algériennes et définition des indicateurs de dégradation. *Options Méditerranéennes*, 62, 239-243
- NEDJRAOUI D et BEDRANI S., 2008.- « La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte », *Vertigo* - la revue électronique en sciences de l'environnement, V.8 N1. URL : <http://vertigo.revues.org/5375>.
- NEFFATI M., AKRIMI N., FLORET CH., LE FLOCH E., 1991.- Stratégies germinatives de quelques espèces pastorales de la zone aride tunisienne. Conséquence pour les semis des parcours. in: A. Gaston, M. Kernick & H.N. Le Houérou (eds.). *Proceeding of the fourth International Rangeland Congress*, Montpellier 22-26 avril 1991, CIRAD, Montpellier, France, 281-284.
- NELSON, J C., M. E. SORRELLS, A. E. van DEYNZE, Y. H. LU, M. ATINKSON, M. BERNARD, P. LEROY, J. D. FARIS, and J. A. ANDERSON., (1995). Molecular mapping of wheat [Major genes and rearrangements in homoeologous groups 4, 5, and 7. *Genetics* 141, 721-731.



NOY-MEIR I., 1974.-Desert Ecosystems: Higher Trophic Levels. Annual Review of Ecology and Systematics, Vol. 5, 195-214.

O.N.S (OFFICE NATIONAL DES STATISTIQUES), 2011.- Ve recensement général de la population et de l'habitat-2008.Collections Statistiques N°163 sér.S: Statistiques sociales.213p.

OH, T. J., GORMAN, M. and CULLIS, C. A., 2000. RFLP and RAPD mapping in flax (*Linum usitalissimum*).Theor.Appl.Genet.101:590-593.

OKIN G. & GILLETTE D., 2001.- Distribution of vegetation in wind-dominated landscapes: Implications for wind erosion modeling and landscape processes. Journal of Geophysical Research 106, 9673-9683.

OKSANEN J., 2013).- Multivariate analysis of ecological communities in R: vegan tutorial. <http://cc.oulu.fi/~jarioksa/opetus/metodi/vegantutor.pdf>

OMARI L., 2005.- Contribution à l'étude d'un écosystème à *Artemisia herba-alba* dans le Sud-Oranais : Diagnostic phytoécologique et cartographique par télédétection spatiale. Mémoire de Magister, Université des Sciences et Technologies Houari Boumediène, Alger.

ORSHAN G. & ZAND G., 1962.-Seasonal body reduction of certain desert halfshrubs.Bulletin of the Research Concl of Israel.

ORSHAN G. & ZAND G., 1962.-Seasonal body reduction of certain desert halfshrubs. Bulletin of the Research Concl of Israel.

OUAYAHYA A. & VIANO J., 1988.- Recherches cytogénétiques sur le genre *Artemisia* .au Maroc.Bol.Soc.,Brot.,Ser.2,61 :124-105

OURCIVAL J.M., 1992.- Réponses de deux chaméphyte de la Tunisie présaharienne à différentes contraintes et perturbations. Montpellier II. 175p.

OZENDA P. 1983.Flore du Sahara. 2e édition. Ed. CNRS, Paris, 622 p.

OZENDA P., 1977.- Flore du sahara . 2° édi . CNRS. Paris, 622 p.

OZENDA P.,1958.- Flora of Northern and central Sahara. National Center for Scientific Research, Paris.

PALMER M.W., 1994.- Variation in species richness: towards a unification of hypotheses. Folia Geobot. Phytotax. Praha. 29 : 511-530.

PARK, C., CHANG, L. S. and SHENK, T., 1991. A polymerase chain reaction mediated by simple primer. Cloning of genomic sequences adjacent to a serotonin receptor proteincodingregion.Nucl.AcidsRes.19:7155-7160.

PEAKALL, R., GILMORE, S., KEYS, W., MORGANTE, M. and RAFALSKI, A., 1998. Cross-species amplificationofsoybean (*Glycinemax*)simplesequencerepeats(SSRs)within the genus and other legume genera: Implication for the transferability of SSRs inplants.Mol.Biol.Evol.15:1275-1287.

- PELTIER J. P., 1982.- La végétation du bassin versant de l'oued Sous(Maroc). Thèse Doct.Etat,Univ.Sc. et Médic.Grenoble.
- PELTIER, D., BERVILLE, A. et DULIEU, H., 1994. Utilisation des RAPD en cartographie génétique et pour l'analyse phénétique. Application à l'étude du genre *Petunia*. In: Quel avenir pour l'amélioration des plantes? Ed. AUPELF-UREF. John Libbey Eurotex.Paris,pp.373-385.
- PEREZ-TREJO F., 1994.- Desertification and land degradation in the European Mediterranean. Office for Official Publications of the European Communities, Brussels, 63 p.
- PETTINI C., 1992.- Stratégies d'échantillonnage prenant en compte différents niveaux de structuration spatiale. Application à deux insectes ravageurs de la châtaigne (*Curculia elephas* et *Cydia splendana* ) et à une graminée, l'alfa (*Stipa tenassicima*), th. Doct. Univ. Claude Bernard. Lyon I, 331p.
- PICKETT S.T.A., 1980.- Non-equilibrium coexistence of plants. Bull. Torrey Bot. Club. 107, 238-248.
- PICKETT S.T.A., COLLINS S.L. & ARMESTO J.J., 1987.- Models, mechanisms and pathways of succession. The Botanical Review, 53 : 335-371
- PNUE, 1992. -World Atlas of Desertification. London: Edward Arnold. 69 pp.
- POTTIER. G., 1981.- *Artemisia herba-alba* Flore de Tunisie : angiospermes- dicotylédones gamopétales, 1012p. 12
- POUGET M., 1980.- Les relations sols-végétation dans les steppes Sud-Algéroises. Trav . Doc. ORSTOM., Thèse Doct. Univ. Aix- Marseille, 555p.
- POURRAT Y., 1974.-Propriétés écophysiological associées à l'adaptation d'*Artemisia herba-alba* asso, plante désertique d'intérêt pastoral, au milieu désertique. Thèse 3eme cycle, Univ.ParisVI,135p.
- POURRAT Y., 1974.-Propriétés écophysiological associées à l'adaptation d'*Artemisia herba-alba* asso, plante désertique d'intérêt pastoral, au milieu désertique. Thèse 3eme cycle, Univ. ParisVI,135p.
- POURRAT, Y. & HUBAC, C. 1974.- Comparaison des mécanismes de la résistance à la sécheresse chez deux plantes désertiques: *Artemisia herba-alba* Asso. et *Carex pachystilis* (J. Gay) Asch & Graobn. *Physiol. Veg.*, 12: 135-147
- PREVOST A, WILKINSON MJ. A new system of comparing PCR primers applied to ISSR fingerprinting of potato cultivars. *Theor Appl Genet* 1999 ; 98: 107-12.
- PREVOST, A. and WILKINSON, M. J., 1999. A new system of comparing PCR primers applied to ISSR fingerprinting of potato cultivars. *Theor. Appl. Genet.* 98:107-112.
- PREVOST, A. and WILKINSON, M. J., 1999. A new system of comparing PCR primers applied to ISSR fingerprinting of potato cultivars. *Theor. Appl. Genet.* 98:107-112.

- QI X. P. STAN., P. LINDHOUT., (1998). Use of locus-specific AFLP markers to construct a high density molecular map in barley. *Theor. Appl. Genet.* 96 376- 384.
- QUEZEL P, MEDAIL F. 2003. *Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen*. Elsevier, Paris, 573 p.
- QUEZEL P. & SANTA S., 1962-1963.- *Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales*, vol. 1-2. CNRS, Paris, 1170 p.
- QUEZEL P., 1978.- Analysis of the flora mediterranean and Saharan Africa. *Ann. MO. Bot. Gard.*, 65(2) : 479 – 534.
- QUEZEL P., 2000.-*Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen*. Ibis Press, Paris. 117 p.
- QUEZEL P., BARBERO M.&BENABID A. , 1987.- Contribution à l'étude des groupement forestiers et pré forestiers du Haut Atlas Oriental (Maroc). *Ecologia Mediterranea* 13 (1,2) : 107-117.
- RAMADE F., 2006.- *Des catastrophes naturelles*. Dunod. Paris. 258p.
- RAMSAY, Y. L., MACAULAY, M., DEGLI IVANISSEVICH, S., MACLEAN, K., CARDLE, L., FULLER, J., EDWARDS, K. J., TUVERTSON, S., MORGANTE, M., MASSARI, A., MAESTRI, E., MARMIROLI, N., SJAKSTE, T., GANAL, M., POWELL, W. and WAUGH, R., 2000. A simple sequence repeat-based linkage map of Barley. *Genetics*. 156:19972005.
- REITER,R.S.,WILLIAMS,J.G.K.,FELDMANN,K.,RAFALSKI,J.A.,TINGEY,S.V.and SCOLNIK, P. A., 1992. Global and local genome mapping in *Arabidopsis thaliana* by using recombinant inbred lines and random amplified polymorphic DNAs. *Proc.Natl.Acad.Sci.USA*.89:1477-1481.
- REKIK F., 2015. Contribution à l'évaluation des ressources fourragères des parcours steppiques de l'Est algérien. Thèse Doct., Univ. H-Lakhder, Batna, 130 p.
- RIVAS-GODAY S. & LADERO A., 1970.-Pastizales cespitosos de *Poa bulbosa* L. *Anal.Real.Acad.Farmacía (Madrid)*,36(1): 139-181.
- RIVAS-MARTINEZ S., 1977.-Sur la végétation des pelouses thérophytiques de l'Europe occidentale in. *La végétation des pelouses sèches à thérophytes*, Coll. Phytosociol., 6:55-71
- ROBERT, O., ABELARD, C. and DEDRYVER, F., 1999. Identification of molecular for the detection of the yellow rust resistance gene *Yr17* in wheat. *Molecular Breeding*,5:167-175.
- RÖDER, M.S., PLASCHKE, J., KÖNIG, S.U., BÖRNER, A., SORRELLS, M.E., TRANKSLEY, S.D. and GANAL, M.W., 1995. Abundance, variability and chromosomal location of microsatellites in wheat. *Mol.Gen.Genet.*246:327-333.
- RODIN L.E., BOTSCHANTZEV V., KALENOV H., MICROCHNITCHEV Y., PELT N. & VINOGRADOV B., 1970.- *Etudes géobotaniques des pâturages du secteur ouest du département de Médéa*. 124p.

- RODIN L E., BOTSCHANTZEV V., KALENOV H., MICROCHNITCHENEV Y., PELT N. & VINOGRADOV B., 1970.- Etudes géobotaniques des pâturages du secteur ouest du département de Médéa. 124p.
- ROGNON P., 1993.- Désertification et dégradation des sols. Séminaire Med-Campus, n°8 (Medenine).
- ROSELT/OSS, 2004.-Indicateurs écologiques ROSELT/OSS-Une première approche méthodologique pour la surveillance de la biodiversité et des changements environnementaux/OSS ; IRD. Collection ROSELT/OSS,document Scientifique n°4. Montpellier, 50p.
- ROSELT/OSS, 2005, 2008,2011.- Bilan du projet “Suivi à long terme des hautes plaines steppiques du Sud-Oranais.
- RUPELLAN A., 1970.- Contribution à la connaissance des sols des régions méditerranéennes : les sols à profils calcaire différencié des plaines de la basse Moulouya. Thèse doc. Etat, Univ. Strasbourg. 320p.
- RUTHERFORD M.C., 1980.- Annual plant production-precipitation relations in arid and semi-arid regions. South-Afric. J. Sci. 76, 53-56.
- SAIKI, R.K.,SCHARF, S.,FALOONA, F.,MULLIS, K.B.,HORN, G.T.,ERLICH, H.A.,ARNHEIM, N., 1985.Enzymatic amplification of beta-globin genomic sequences and restriction site analysis for diagnosis of sickle cell anemia.Science230(4732): 1350–1354.
- SALEMKOUR N., AIDOUD A., CHALABI K. & CHEFROUR A.,2016.- Evaluation des effets du contrôle de pâturage dans des parcours steppiques arides en Algérie. Revue d'Ecologie (Terre et Vie). Vol.71(2) : 178-188.
- SLIMANI, H., AIDOUD A., ROZE F., 2010.- 30 Years of protection and monitoring of a steppic rangeland undergoing desertification . Journal of Arid Environments 74 (2010) 685–691.
- SANLAVILLE P., 1993.- Développement et environnement. In : BOCCO R., JAUBERT R., METRAL F Eds., 361-374.
- SANZ-CORTÉS, F., BADENS, M.L., PAZ, S., ÎÑIGUEZ, A. and LLÁCER, G., 2001. Molecular Characterization of Olive cultivars using RAPD markers. J. Amer. Soc Hort. Sci.126:7-12.
- SAUVAGE., 1961.- Recherches géobotaniques sur les subéraies marocaines. Thèse. Doct. Univ. Montpellier, 540p.
- SERPE, M., ORM, J., BARKES, T., ROSENRETER, R., 2006.- Germination and seed water status of four grasses on moss-dominated biological soil crusts from arid lands. Plant Ecol. 185, 163-178.

- SHAN, X., T. K. BLAKE, and L. E. TALBERT, (1999). Conversion of AFLP markers to sequence specific PCR markers in barley and wheat. *Theor. Appl. Genet.* 98, 1072- 1078.
- SHMIDA A., 1985.- Biogeography of the desert flora. In : *Ecosystems of the world. 12A. Hot desert and Arid shrublands.* Ed/ Evenari M. , Noy-Meir I., Goodall D. W. pp. 23-77.
- SICA, M., GRAZIELLA, G., MONTIERI, S., GAUDIO, L. and ACETO, S., 2005. ISSR markers show differentiation among Italian populations of *Asparagus acutifolius* L. *Genetics*, 6:1-7.
- SLIMANI H. & AIDOUD A., 2004 . - Desertification in the maghreb: a case study of an algerian high-plain steppe. In *environmental challenges in a the mediterranean 2000-2050.* Kluwer academic publishers. 93-108.
- SLIMANI H., 1998.- Mécanismes de désertificatio de la Steppe des Hautes Plaines d'Algérie : cas de la steppe d'alfa (*Stipa tenacissima* L.). Thèse de Doctorat, Univ. Sci. Technol. Houari Boumediene, Alger. 114p.
- SLIMANI H., 2012.- Étude des mécanismes de désertification. Cas de la steppe à alfa (*Stipa tenacissima* L.) de Rogassa des Hautes Plaines occidentales algériennes. Thèse de magister, Univ. Sci. Technol. Houari Boumediene, Alger. 123p
- SLIMANI H., AIDOUD A. & ROZE F., 2010. - 30 Years of protection and monitoring of a steppic rangeland undergoing desertification. *Journal of Arid Environments* 74, 685–691.
- SMAILI T., ZELLAGUI A., GHERRAF N., FLAMINI G., CIONI P. L. 2011.Essential oil content of the flowers of *Pituranthos scoparius* in Algeria, *Medicinal Plants.* 3 (2): 1-3.
- SNEDECOR G.W. & COCHRAN W.G., 1937.- *Statistical methodes.* The Iowa state university press, Ames, Iowa, USA.
- SOLBRIG O.T., 1977.- Strategies and community patterns of desert plants.In : *Convergent evolution inWarm deserts*(ed.G.H.ORIANS ,O.T.Solbrig.
- SOLBRIG O.T., 1977.- Strategies and community patterns of desert plants.In : *Convergent evolution inWarm deserts*(ed.G.H.ORIANS ,O.T.Solbrig.
- SOLTNER D., 1976.- *Alimentation des animaux domestiques, 9e ed.*Collect. Sci.Thec. Agric.,Le clos Lorelle(Fr.), 340p.+ann.
- STEBBINS, G. L., 1985. Polyploidy, hybridization, and the invasion of new habitats. *Annals of the Missouri Botanical Garden:* 72, 824-832.
- STEBBINS, G.L. and Major, J., 1965. Endemism and speciation in the California flora. *Ecological Monographs* : 35, 1-35.
- TAGU, D. et MOUSSARD, C., 2003. *Principes des techniques de biologie moléculaire.* 2e édition.INRA,Paris.176p.
- TAKEZAKI, N. and NEI, M., 1996. Genetic distances and reconstruction of phylogenetic trees frommicrosatellitesDNA.*Genetics.*144:389-399.

- TALHINHAS P. , NEVES-MARTINS J. LEITAO J. (2003). AFLP, ISSR and RAPD markers reveal high levels of genetic diversity among *Lupinus* spp. *Plant Breeding* Volume 122 Issue 6, Pages 507 – 510.
- TAUTZ, D. and RENTZ, M., 1984. Simple sequences are ubiquitous repetitive components of eucariotic genome. *Nature*, 322:652-656
- TER BRAAK C.J. F., 1986.- Canonical Correspondence Analysis: A New Eigenvector Technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67, 1167-1179.
- THALEN D.C.P., 1979.- Ecology and utilization of desert shrub rangelands in Iraq. The Hague, Junk, 447p.
- THOMAS D.F.G. & MIDDLETON N.J., 1993.- Desertification: exploding the myth. John Wiley & Sons, Chichester. 194 p.
- THOMPSON, J. D. and LUMARET, R., 1992. The evolutionary dynamics of polyploid plants: origins, establishment and persistence. *Trends Ecol. Evol.* 7: 302–307.
- TOUFFET J., 1982.- Dictionnaire essentiel d'écologie. Ed. Ouest France, 108p.
- TRABUT L., 1889. - Etude sur l'Halfa. Jourdan, Alger, 90 p.
- U.N.C.C.D, 2003.- The United Nations Convention to Combat Desertification (UNCCD) and its Political Dimension. Bonn, 26 May 11p.
- U.N.E.P, 1992a.- World Atlas of desertification. UNEP, Nairobi & Edward Arnold, London.
- VALLES XIRAN J., 1987.- Contribucion al estudio de las razas ibéricas de *Artemisia herba-alba* Asso. *Bol. Soc., Brot., Ser.2*, 60 : 15-27
- VAN ANDEL, J., VAN BAALEN J., & ROZUN N.A.M.G., 1991.- Population ecology of plant species in disturbed forest and grassland habitats. In: J. Rozema & J.A.C. Verkleij (eds.). *Ecological Responses to Environmental stresses*. Kluwer Academic Publishers, Netherland, 136-148.
- VEKEMANS, X. and JACQUEMART, A.L., 1997. Perspectives on the use of molecular markers in plant population biology. *Belgian Journal of Botany*, 129:91-100.
- Véla E. & S. Benhouhou. 2007. Évaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le bassin méditerranéen (Afrique du Nord). *C. R. Biologie*. 330 : 589-605.
- VERITE P., NACER A., KABOUICHE Z., SEGUIN E. 2004. Composition of seeds and stems essential oils of *Pituranthos scoparius* (Coss. & Dur.) Schinz, *Flavour Fragr. J.* 19: 562–564.
- VERNIN G., LAGEOT C., GHIGLIONE C., DAHIA M., PARKANYI C. 1999. GC/MS Analysis of the Volatile Constituents of the Essential Oils of *Pituranthos scoparius* (Coss et Dur.) Benth. et Hook. from Algeria, *J. Essent. Oil Res.* 11: 673-676.
- WELSH, J. and MCCLELLAND, M., 1990. Fingerprinting genome using PCR with arbitrary primers. *Nucl. Acids Res.* 18:7213-7218.

- WENT F.W., 1949.- Ecology of desert plants. II: The effect of rain and temperature on germination and growth. *Ecology*, 30: 351-364.
- WESTMAN, A. L. and KRESOVICH, S., 1997. Use of molecular marker techniques for description of plant genetic variation. In: Callow, J.A., Ford-Lloyd, J.A. and Newbury, H.J (eds) *Biotechnology and Plant Genetic Resources: Conservation and Use*, pp.9–48. CAB International, Oxford, UK.
- WESTOBY M., WALKER B. & NOY-MEIR I., 1989.- Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. *Journal of Range Management* 42 (4), 266-274.
- WESTOBY M., WALKER B. & NOY-MEIR. 1989. Opportunistic management for rangelands not at equilibrium. *J. Range. Manage.* 17: 235-239.
- WHAL M., 1897. - *L'Algérie.*, F. Alcan, Paris, 442 p.
- WHITE P.S. & PICKETT S.T.A., 1985.- Natural disturbance and patch dynamics : an introduction. in : *The ecology of natural disturbance and patch dynamics.* Éd : S.T.A. Pickett et P. S. White. Academic Press, New-York., 3-13.
- WHITE, T.J., ARNHEIM, N., ERLICH, H., 1989. The polymerase chain reaction. *Trends in Genetics*, 5:185-188.
- WIESNER, I., and WIESNEROVÁ, D., 2003. Effect of resolving medium and staining procedure on inter-simple sequence-repeat (ISSR) patterns in cultivated flax germplasm. *Genet. Res. Crop Evol.* 50:849-853.
- WIGLEY T.M.L., 1999.- *The science of climate change: global and U.S. perspectives.* Arlington, Virginia: Pew Center on Global Climate Change. 48 p.
- WILLIAMS, J.G.K., KUBELIK A.R., LIVAK K.J., RAFALSKI J.A. and TINGEY, S.V., 1990. DNA polymorphisms amplified by arbitrary primers are useful as genetic markers. *Nucleic Ac. Res.* 18:6531-6535.
- WU N., ZHANG, Y. & DOWNING, A., 2009.- Comparative study of nitrogenase activity in different types of biological soil crusts in the Gurbantunggut Desert, North-western China. *J. Arid Environ.*, 73: 828-833.
- WYTHERS K.R., LAUENROTH W.K. AND PARUELO J.M. 1999.- Bare soil evaporation under semi-arid field conditions. *Soil Science Society of America Journal* 63.1341-1349
- YANG, W., DE OLIVERA, A. C., GODWIN, I., SCHERTZ, K. and BENNETZEN, J.L., 1996. Comparison of DANN marker technologies in characterization plant genome diversity: variability in Chinese sorghums. *Crop Sci.* 36:1669-1676.
- ZEMITI B. 2001.- Mécanismes de désertification dans une steppe à Armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso.). Cas de la région d'EL May (Sud-Oranais, Algérie). Magister, Université des Sciences et Technologies Houari Boumediène, Alger.

ZHAO H.L., R.L. ZHOU R.L., ZHANG T.H. & ZHAO X.Y., 2006.- Effects of desertification on soil and crop growth properties in Horqin sandy cropland of Inner Mongolia, north China. *Soil & Tillage Research* 87, 175-185.

ZIETKIEWICZ, E., RAFLSKI, A. and LABUDA, D., 1994. Genome fingerprinting by simple sequence repeat (SSR)-anchored Polymerase Chain Reaction Amplification. *Genomics*.20:176-183.

ZOHARY M., 1962.- *Plant life of Palestine*. Ronald Pess Co,N.Y.,262p.

ZOHARY M., 1973.- *Geobotanical fondation of the middele East*. Vol.1 and 2, G. Fischer Verlag, Stuttgart ; Swets and Zeitlinger, Amesterdam, 739p.



« Les steppes d'armoise blanche (*Artemisia herba-alba*) dans l'Est algérien : répartition actuelle, biodiversité, dynamique et conditions de durabilité »

## Résumé

Les steppes algériennes, situées entre les isohyètes 100 à 400 mm, couvrent plus de 20 millions d'hectares. Ces steppes sont soumises à une exploitation humaine de plus en plus intense, orientée vers l'élevage ovin extensif associé à une céréaliculture vivrière aléatoire. La croissance démographique constante, l'augmentation des besoins, la recherche de plus de bien-être et la précarité climatique (sécheresses récurrentes), ont contribué à accroître la fragilité de ces écosystèmes. La gestion irrationnelle des parcours, l'introduction de moyens et de techniques de développement inadaptés au milieu, le manque de concertations entre les différents acteurs du développement sont autant de facteurs ayant contribué à la rupture des équilibres écologiques, et socioéconomiques.

L'Armoise blanche (*Artemisia herba alba* Asso), espèce steppique de la famille des Asteracées se rencontre de la péninsule ibérique et le Maghreb jusqu'en Afghanistan. En Algérie, l'aire potentielle des steppes à armoise blanche est estimée à trois millions d'hectares qui se répartissant à travers les étages arides supérieur et moyen à hiver frais et froid avec des précipitations variant de 100 à 300 mm. Les travaux d'inventaire phytoécologiques des formations à armoise blanche ont été réalisés dans toute l'Algérie steppique (Celles, 1975 ; Djebaili, 1978). De façon générale, ces steppes sont considérées comme dérivant des steppes d'alfa par dégradation.

Le travail est une contribution à la connaissance de la dynamique des steppes d'armoise blanche (*Artemisia herba-alba* Asso.) de l'Est Algérien englobant les wilayat de M'sila, Batna, Biskra et Tebessa. Une étude diachronique est réalisée par les données relevées 2016 et 2017 complétées par celles de l'échantillonnage de la végétation des steppes d'armoise dans les mêmes sites en 1968 (Celles, 1975).

Les résultats montrent globalement une dégradation de la végétation qui s'est accompagnée de changements dans la composition des communautés avec l'apparition ou l'extension d'espèces indicatrices de changements d'usage (surpâturage) et actions anthropiques. La richesse spécifique montre une régression du nombre de taxons entre 1968 (avec 245 espèces) et 2016-2017 (avec seulement 90 espèces) représenté majoritairement d'une baisse d'éphémères. Reste que l'on remarque une augmentation du couvert végétal, légère, des pérennes ainsi que de l'armoise blanche en se référant à la pluviosité assez bonne des années d'échantillonnage 2016-2017 et également à une adaptation de l'armoise à l'aridification du milieu.

**Mots clés :** Steppe, *Artemisia herba-alba*, dynamique, diversité, Est Algérien.

« The steppe of white sagebrush (*Artemisia herba-alba* Asso) in eastern Algeria: current distribution, biodiversity, dynamics and conditions of sustainability»

## **Abstract**

The Algerian steppes, located between the isohyets 100 to 400 mm, cover more than 20 million hectares. These steppes are subjected to a human exploitation more and more intense, directed towards the extensive sheep breeding associated with a random food crop. Constant population growth, increased needs, the search for more well-being and climate precariousness (recurring droughts) have contributed to increasing the fragility of these ecosystems. The irrational management of rangelands, the introduction of means and techniques of development unsuited to the environment, the lack of consultation between the various development actors have all contributed to the breakdown of ecological and socioeconomic balances.

The gray-leaved sagebrush (*Artemisia herba alba* Asso), a steppe species of the family Asteraceae, occurs from the Iberian Peninsula and the Maghreb to Afghanistan. In Algeria, the potential area of whitewashed steppes is estimated at three million hectares, which is distributed through the arid upper and middle stages to cool and cold winter with rainfall ranging from 100 to 300 mm. Phytoecological inventory surveys of white sagebrush formations have been carried out throughout steppe Algeria (Celles, 1975, Djebaili, 1978). In general, these steppes are considered as deriving from the Alfa steppes by degradation.

The work is a contribution to the knowledge of the dynamics of a steppe of white sagebrush (*Artemisia herba-alba* Asso.) Of eastern Algeria encompassing the wilayat of M'sila, Batna, Biskra and Tebessa. A diachronic study is carried out by the data recorded in 2016 and 2017 supplemented by those of the sampling of sagebrush steppe vegetation at the same sites in 1968.

Overall, the results show a degradation of the vegetation that has been accompanied by changes in the composition of the communities with the appearance or extension of indicator species of changes in use (overgrazing) and anthropogenic actions. Species richness shows a regression of the number of taxa between 1968 (with 245 species) and 2016-2017 (with only 90 species) represented mainly by a decrease in ephemera. Still, we notice an increase in plant cover, light perennials and white mugwort by referring to the fairly good rainfall of the 2016-2017 sampling years and also to an adaptation of sagebrush to aridification of the environment.

**Key words:** Steppe, *Artemisia herba-alba*, dynamics, diversity, Eastern Algeria.

## "سهوب الشيح الابيض في شرق الجزائر: التوزيع الحالي (*Artemisia herba-alba* Asso.) والتنوع البيولوجي والديناميكيات وظروف الاستدامة"

### ملخص

السهوب الجزائرية ، الواقعة بين الایسوهیتس 100 إلى 400 ملم ، تغطي أكثر من 20 مليون هكتار. تخضع هذه السهوب لاستغلال بشري أكثر وأكثر كثافة ، موجهة نحو تربية الأغنام واسعة النطاق المرتبطة محصول غذائي عشوائي. وقد ساهم النمو السكاني المستمر ، والاحتياجات المتزايدة ، والبحث عن المزيد من الرفاه وعدم الاستقرار المناخي (الجفاف المتكرر) في زيادة هشاشة هذه النظم الإيكولوجية. إن الإدارة غير العقلانية للمراعي ، وإدخال وسائل وأساليب التنمية غير الملائمة للبيئة ، وقد ساهم عدم التشاور بين مختلف الجهات الفاعلة في التنمية في انهيار الموازين الإيكولوجية والاجتماعية والاقتصادية.

Asteraceae الشيح الابيض من أنواع السهوب من عائلة ،

يلتقي في شبه الجزيرة الايبيرية والمغرب العربي إلى أفغانستان. وفي الجزائر ، تقدر المساحة المحتملة من السهول البيضاء بثلاثة ملايين هكتار ، والتي يتم توزيعها عبر المراحل القاحلة من المناطق العلوية والوسطى إلى الشتاء البارد والبارد مع هطول الأمطار من 100 إلى 300 ملم. تم إجراء مسوحات جرد نباتي للأجناس البيضاء في جميع أنحاء بشكل عام ، تعتبر هذه السهوب مستمدة من سهول ألفا عن . (، 1978، Djebaïli، 1975، Celles) السهوب الجزائرية طريق التحلل

هذا العمل هو مساهمة في معرفة ديناميكيات السهوب من من شرق الجزائر من الشيح الابيض

التي تشمل ولاية المسيلة باتنة بسكرة و تبسة

يتم إجراء دراسة ثنائية بواسطة البيانات المسجلة في عام 2016 و 2017 تكملها تلك العينات الخاصة بنماذج أخذ عينات من نباتات السهوب في نفس المواقع في عام 1968

بشكل عام ، تشير النتائج إلى تدهور في الغطاء النباتي الذي صاحبه تغيرات في تكوين المجتمعات مع ظهور أو تدمير أنواع المؤشرات للتغيرات في الاستخدام (الرعي الجائر) والإجراءات البشرية. ويظهر ثراء الأنواع انحدارًا لعدد الأصناف التي كانت تتراوح بين عام 1968 (مع 245 نوعًا) و 2016-2017 (مع 90 نوعًا فقط) ممثلة بشكل رئيسي من خلال انخفاض في فترة الفقد. ومع ذلك ، نلاحظ زيادة في الغطاء النباتي والنباتات المعمرة الخفيفة والأغصان البيضاء من خلال الإشارة إلى هطول الأمطار الجيدة إلى حد كبير في سنوات أخذ العينات لعام 2016-2017 وكذلك إلى تكيف المراجعة مع تآكل البيئة.

الكلمات المفتاحية سهوب ، أرتميسيا هربا ألبا ، ديناميكيات ، تنوع ، شرق الجزائر

