

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE ABOU BAKR BELKAID-TLEMCCEN
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers
Département d'Écologie et Environnement
Laboratoire d'Écologie et Gestion des Écosystèmes Naturels



THÈSE

Présenté par :

DAHMANI Rachid

En vue de l'obtention du

Diplôme de Doctorat LMD

En Ecologie et Environnement

THÈME :

**L'effet anthropique et bioclimatique sur la dynamique des matorrals de la
région Ouest Algérien « aspect qualitatif et quantitatif »**

Soutenue publiquement devant le jury proposé est constitué des membres:

Présidente	: Mme STAMBOULI MEZIANE Hassiba	Professeur	Université de Tlemcen
Directeur de Thèse:	Mr. MERZOUK Abdessamed	Professeur	Université de Tlemcen
CO- Directeur	: Mr. BORSALI Amine Habib	Professeur	Université de Saïda.
Examineurs	: Mr. BENDI-DJELOUL Moncef	M .C. A	Université de Tlemcen
	Mr. AMARA Mohamed	M .C. A	Université d'Ain Témouchant

Année universitaire : 2022 – 2023

REMERCIEMENTS

Nous remercions DIEU, le puissant de nous avoir accordé santé et courage pour accomplir ce modeste travail.

À mes parents

Je remercie mes très chers parents, qui m'ont toujours apporté le meilleur,
Vous avez su me guider et me conseiller tout au long de mon
Parcours, « Vous avez tout sacrifié pour moi n'épargnant ni santé ni efforts.
Vous m'avez donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance. Je suis redevable
d'une éducation dont je suis fier.
Que ce travail soit le témoin de votre réussite.

À tous ma famille.

À mes amis et collègues de ma promotion.

À tous ceux que j'ai pu oublier, sans le vouloir
J'adresse mes sincères remerciements et ma gratitude :

À mon encadrant

Mon honorable professeur Monsieur MERZOUK Abdessamad ; Professeur, de l'Université
Abou Bakr Belkaid de Tlemcen ; J'aimerais adresser ma plus sincère gratitude à vous de
m'avoir encadré. Vous avez toujours été disponible, à l'écoute et prête à m'encourager, et qui
grâce à votre dévouement et votre soutien moral que j'ai pu mener mon travail. Sa
compétence, sa bienveillance, ses conseils, ses orientations ont été pour moi un solide appui et
un réconfort à tout moment. Permettez-moi de vous témoigner ma profonde reconnaissance.

À mon Co-encadrant

Mon honorable professeur Monsieur BORSALI Amine Habib Professeur de l'Université
Dr.Tahar Moulay –Saida, qui m'a fait l'honneur d'accepter la co-direction de cette thèse, sa
compétence, sa bienveillance, ses conseils, ses orientations ont été pour moi un solide appui
et un réconfort à tout moment. A ce titre, je tiens à exprimer personnellement mes
profonds et sincères remerciements encoure pour sa aide, sa soutiens, sa temps
accordé aux relecture et correction

J'exprime toute ma gratitude :

Mme Stambouli Meziane Hassiba ; Professeur et responsable de la formation doctorale
(LMD) d'Ecologie et environnement à l'université Abou Bakr Belkaïd de Tlemcen pour ses
précieux conseils ; pour ses encouragements, et pour avoir accepté de présider le jury, qu'il
trouve ici toute ma sympathie et l'expression de mon profond respect.

Monsieur BENDI-DJELOUL Moncef Maitre de conférences de l'Université Abou
Bakr Belkaïd de Tlemcen, qui a bien voulu accepter de juger ce travail. Mes
remerciements les plus vives lui sont adressés.

Monsieur AMARA Mohamed, maître de conférences A à l'Université de Ain Temouchent
d'avoir accepté d'examiner ce travail, qu'il trouve ici, l'expression de mon profond respect.

Nous tenons aussi à exprimer nos sincères remerciements :

Monsieur HASSANI Faiçal ; Professeur et chef de département d'Ecologie et environnement à l'université de Tlemcen. Je souligne en particulier votre aide et votre enseignement sur l'identification des espèces animales et végétales en particulier, qu'il trouve ici, l'expression de mon profond respect.

Monsieur ABOURA Rédda, maître de conférences A à l'Université de Tlemcen, pour les recommandations précieuses, pour les différents conseils qui m'a donné, et pour son aide. Mes remerciements les plus vives lui sont adressés.

Monsieur HASNAOUI Okkacha ; Professeur à l'université Dr Tahar Moulay de Saida, qu'il trouve ici toute ma sympathie, pour ses précieux conseils ; sa accueil, sa gentillesse et pour ses encouragements continus.

Monsieur BABALI Brahim maître de conférences A à l'Université de Tlemcen pour ses conseils, son soutien dans l'identification des espèces et les sorties sur le terrain. Veuillez trouver ici l'expression de ma sincère reconnaissance.

Je voudrais également remercier Monsieur BENABADJI Noury ; Professeur, de l'Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen, pour ses encouragements, ses aides, ses orientations et ses conseils avisés dans la partie approche édaphique. Aussi pour sa gentillesse, son accueil continue, au laboratoire de recherche. A ce titre, je tiens à exprimer personnellement mes profonds et sincères remerciements.

Mes sincères remerciements sont adressés aussi à Monsieur BOUAZZA Mohamed Professeur, de l'Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen, qui m'a appris beaucoup sur la botanique mais surtout sur la vie, sa compétence, sa bienveillance, ses conseils, ses orientations... qui ont été pour moi un solide appui et un réconfort à tout moments.

Je remercie également le directeur de laboratoire de Pédologie et d'écologie méditerranéenne « d'Aix Marseille université », Dr Raphael GROS, et DA SILVA, Anne-Marie Farnet qui nous a aidés dans la réalisation certaines analyses des propriétés microbienne des sols.

J'adresse mes remerciements à tous mes honorables professeurs, M. AIN TABET Mustafa, M. KHALIL Anoire, M. SMAHI, Mme BNGUEDDA Wasila, Mme BELAIDI Nouria, Mm TALEB Amel, SARI ALI Amel et toutes les professeurs de département d'Ecologie et environnement.

Je remercie ainsi tous mes enseignants depuis mes études primaires jusqu'à l'université. Mes remerciements les plus vives lui sont adressés

Toute ma gratitude à mes collègues Monsieur AOUADJ Sidahmed, BENMECHTA Ibrahim, Ghalem Sarra, et ZOUIDI Mohamed, pour son aide dans la partie analyse statistique si précieuse et sa disponibilité. Mes sincères remerciements vont à eux.

DÉDICACES

Je dédie cette thèse, à mes très chers parents qui m'ont soutenue depuis le tout début de mes travaux ; qui ont cru en moi, C'est difficile d'exprimer mes sentiments envers eux par de simples mots ; merci pour votre amour, votre affection, vos encouragements, vos sacrifices. Que Dieu vous garde.

Je dédie également cette thèse à ma chère fille, Maryam, et à ma femme, qui n'ont pas arrêté de me soutenir et d'être à mes côtés, ce qui m'a permis de réaliser ce projet.

Je dédie cette thèse à tous mes frères et sœurs et à tous les membres de ma famille.

Je dédie aussi cette thèse à mes beaux parents.

À ma promotion Master LMD écologie et environnement, Téma, Sarah ,Ibrahim, Sidahmed et Tamazouzt;

Je le dédie également à tous mes collègue de travail et à tous les ouvriers du MEKTEB EL HANDASSA TLEMCEN. (M.H.T).

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1: Caractéristiques générales des stations d'échantillonnage dans la zone d'étude.....	29
Tableau 2: l'échelle de Taux de carbonate de calcium (CaCO ₃) total.....	32
Tableau 3: Données géographiques de la station météorologique (METAR/SYNOP).	35
Tableau 4: la répartition annuelle des précipitations de la nouvelle période (1991 – 2020), de la station météorologique (METAR/SYNOP).	35
Tableau 5: Moyennes mensuelles des précipitations et des températures des trois périodes « 1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 ».	36
Tableau 6 : Régime pluviométrique saisonnier des trois périodes « 1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020».....	36
Tableau 7 : Variation des moyennes mensuelles et annuelles des températures durant les trois périodes « 1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 ».	37
Tableau 8: Correction des précipitations annuelles des classes des d'altitudes de la zone d'étude durant les trois périodes « 1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 ».....	40
Tableau 9: Correction des températures moyennes annuelles, maximales et minimales durant les trois périodes « 1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 ».	41
Tableau 10: Production moyenne en UF des espèces.	42
Tableau 11: Besoin du cheptel en UF par type d'animal (LE HOUÉROU, 1969).....	42
Tableau 12: Classes d'indice de pression anthropique (MONTROYA, 1983).	44
Tableau 13: Bilan des incendies durant les 17 dernières années (de 2005 au 2022) par superficies et par commune. « Source : Circonscription des Forêts de Ghazaouet »	45
Tableau 14: L'endémisme et la flore rare, et protégée de la zone d'étude. « P. en. A : Protégé en Algérie, R : rares, A.R : assez rares, T.R : très rares, End : endémiques, Alg : Algérie, Mar : Maroc, Tun : Tunisie, Lib : Liban, Can : Canarien ».	50
Tableau 15: Liste des orchidées recensées dans la région d'étude. (1 : Al-Natour, 2 : Ain El Kebira, 3 : Karkoum Sidi Bou-mediene, 4 : Ouled Chaaban, 5 : Sommet de Fellaoucène: 6 : El Hyadra: 7, Ras Al-Taher, 8 : Ain Manchar).	51
Tableau 16: Rareté selon QUÉZEL & SANTA (1962) modifiée; endémisme selon DOBIGNARD & CHATELAIN (2010-2013) et CJB (2012). « C : commun; AC : Assez commun; AR : Assez rare; R: rare; P: protégée; LC: préoccupation mineure; Alg-Mar : Algérie - Maroc. ».....	52
Tableau 17: La flore médicinale et aromatique dans la zone d'étude (***) Grand d'Importance, ** moyen d'Importance, * peu d'importance).	53
Tableau 18: Résultat des Richesses spécifiques de chaque station et de la zone d'étude.....	57

Tableau 19: Résultat d'Indice de Shannon –Wiener de chaque station et de la zone d'étude.....	57
Tableau 20: Résultat d'équitabilité de Piélou de chaque station et de la zone d'étude.	57
Tableau 21: Résultat d'Indice de perturbation (LOISEL et GOMILA, 1993) de chaque station et de la zone d'étude.....	58
Tableau 22: Valeurs propres et pourcentages d'inertie pour les trois premiers axes de l'A.F.C (station d'Al-Natour).....	58
Tableau 23: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'axe 1.....	58
Tableau 24: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 2.	58
Tableau 25: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 3.	59
Tableau 26: Valeurs propres et pourcentages d'inertie pour les trois premiers axes de l'A.F.C (station d'Ain El Kebira).	61
Tableau 27: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 1.	61
Tableau 28: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres l'Axe .2.	61
Tableau 29: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 3.	61
Tableau 30: Valeurs propres et pourcentages d'inertie pour les trois premiers axes de l'A.F.C (station de Karkoum Sidi Boumediene).	63
Tableau 31: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 1.	63
Tableau 32: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 2.	64
Tableau 33: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 3.	64
Tableau 34: Valeurs propres et pourcentages d'inertie pour les trois premiers axes de l'A.F.C (station d'Ouled Chaaban).....	66
Tableau 35: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 1.	66
Tableau 36: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 2.	66
Tableau 37: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 3.	66
Tableau 38: Valeurs propres et pourcentages d'inertie pour les trois premiers axes de l'A.F.C (station Le sommet de Fellaoucen)	68
Tableau 39: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 1.	68
Tableau 40: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 2.	69
Tableau 41: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 3.	69

Tableau 42: Valeurs propres et pourcentages d'inertie pour les trois premiers axes de l'A.F.C (station d'El Hyadra).	71
Tableau 43: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 1.	71
Tableau 44: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 2.	71
Tableau 45: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 3.	71
Tableau 46: Valeurs propres et pourcentages d'inertie pour les trois premiers axes de l'A.F.C (Station de Ras Al-Taher).	73
Tableau 47: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 1.	73
Tableau 48: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 2.	74
Tableau 49: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 3.	74
Tableau 50: Valeurs propres et pourcentages d'inertie pour les trois premiers axes de l'A.F.C (Station de Ain Menchar).	76
Tableau 51: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 1.	76
Tableau 52: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 2.	76
Tableau 53: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 3.	76
Tableau 54: Les résultats d'analyse des propriétés chimiques des sols.	79
Tableau 55: Les résultats des propriétés microbiennes des sols de la zone d'étude.	79
Tableau 56: Les variables ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 1.	79
Tableau 57: Les variables ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 2.	80
Tableau 58: Les variables ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 1. « NB : Ech.4f : station 4, échantillon f ; Ech.5j : station 5, échantillon j ; ...etc. »	81
Tableau 59: Les variables ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'axe 2. « NB : Ech.4f : station 4, échantillon f ; Ech.5j : station 5, échantillon j ; ...etc. »	81
Tableau 60: les maxima, les minima, amplitude thermique et type du climat des trois périodes « 1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 ».	86
Tableau 61: Indice xérothermique d'EMBERGER des trois périodes «1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 »	86
Tableau 62: Indice de DE-MARTONNE des trois périodes et les types de climat de la zone d'étude «1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 ».	87
Tableau 63: Valeurs de Q2 d'EMBERGER «1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 »	90
Tableau 64: Évolution des effectifs des cheptels entre 2009 et 2019. (D.S.A, 2019)	92

Tableau 65: Évaluation des besoins annuels du cheptel en unités fourragères.....	92
Tableau 66: Évaluation du potentiel fourrager offert par la forêt dans la zone. (Sourc : Circonscription des Forêts de Ghazaouet).....	92
Tableau 67: Bilan fourrager, coefficient de surpâturage et Indice de pression anthropique de la zone d'étude.	93
Tableau 68: la moyenne des résultats des propriétés microbiologiques des sols de la zone d'étude (Mars 2019).	126
Tableau 69: Les résultats d'analyses statistiques (<i>Test de Mann-Whitney</i>), de la production d'olives Année de récolte 2018.	127
Tableau 70: Les résultats d'analyses statistiques (<i>Test des suites</i>), de la production d'olives d'année 2018. « Ob. Sup. à 20Kg : observations supérieures à 20Kg, Ob. Inf. à 20Kg : observations inférieures à 20Kg ».....	128
Tableau 71: Les résultats d'analyses statistiques (<i>Test de Mann-Whitney</i>), de la production d'olives Année de récolte 2018.	129
Tableau 72: Les résultats d'analyses statistiques (<i>Test des suites</i>), des poids des fruits d'olives d'année 2018 : « Ob. Sup. à 5g : observations supérieures à 20Kg, Ob. Inf. à 5g : observations inférieures à 20Kg ».....	129
Tableau 73: Les résultats des propriétés chimique des sols traitées et Témoin (<i>Teste indépendant</i>).	139
Tableau 74: Les résultats d'analyses statistique (<i>Test de Mann-Whitney</i>), de la production d'olive.	139
Tableau 75: Les résultats d'analyses statistiques (<i>Test des suites</i>), de la production d'olives. « Ob. Sup. à 20 Kg : observations supérieures à 20Kg, Ob. Inf. à 20 Kg : observations inférieures à 20Kg ».	140
Tableau 76: Les résultats d'analyses statistiques (<i>Test de Mann-Whitney</i>), des poids des fruits au cours des deux saisons de récolte.....	140
Tableau 77: Les résultats d'analyses statistiques (<i>Test des suites</i>), des poids des fruits d'olive. « Ob. Sup. à 5g : observations supérieures à 20Kg, Ob. Inf. à 5g : observations inférieures à 20Kg ».	140

LISTE DES CARTES

Carte 1: Les climats du bassin méditerranéen. (Source : TASSIN, 2012).	9
Carte 2: Les paysages végétaux du bassin méditerranéen : (Source : TASSIN, 2012).....	11
Carte 3: Répartition des formations forestières Algériennes. (Source : Direction Générale des Forêts, 2018. Modifié par DAHMANI, 2023).	15
Carte 4: Carte de la situation géographique de la zone d'étude (Nord-ouest algérien (Oranie) ; les massifs des Traras, «Jebel Felloucene ») (Google Earth, 2021. Modifié par DAHMANI, 2023).....	24
Carte 5: Carte géographique des montagnes de la zone d'étude (Nord-ouest algérien (Oranie) ; les massifs des Traras, «Jebel Felloucene ») (Google Earth, 2021. Modifié par DAHMANI, 2023).....	25
Carte 6: Cadre géologique du l'Oranie (Extrait de la carte géologique de l'Algérie au 1/500.000, in BOUCIF, 2006. Modifié par DAHMANI, 2023).	26
Carte 7: les types des sols de la zone d'étude. (KAZI-TANI et GAOUAR, 2015. Modifié par DAHMANI, 2023).....	27
Carte 8: Localisation des différentes stations dans les matorrals de Djebel Fellaoucène (Tlemcen, Algérie Occidentale) (Google Earth, 2022. Modifié par DAHMANI, 2023).....	30
Carte 9 : la situation géographique des champs d'oliviers.....	124
Carte 10: la situation géographique des sites d'expérimentations dans les deux champs d'oliviers.	134

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Répartition des familles dans la zone d'étude.	47
Figure 2: Répartition des Type biologique dans la zone d'étude.	48
Figure 3: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Al-Natour: Axe1/ Axe2.	59
Figure 4: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Al-Natour: Axe1/Axe3.	60
Figure 5: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Al-Natour: Axe2/Axe3.	60
Figure 6: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Ain El Kebira : Axe1/Axe2.	62
Figure 7: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Ain El Kebira : Axe1/Axe3.	62
Figure 8: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Ain El Kebira : Axe2/Axe3.	63
Figure 9: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Karkoum Sidi Boumediene : Axe1/Axe2.	65
Figure 10: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Karkoum Sidi Boumediene : Axe1/Axe 3.	65
Figure 11: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Karkoum Sidi Boumediene : Axe2/Axe 3.	65
Figure 12: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Ouled Chaaban : Axe1/Axe 2.	67
Figure 13: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Ouled Chaaban : Axe1/Axe 3.	67
Figure 14: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Ouled Chaaban : Axe2/Axe 3.	68
Figure 15: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station du sommet de Fellaoucène: Axe1/Axe 2.	69
Figure 16: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station du sommet de Fellaoucène: Axe1/Axe 3.	70
Figure 17: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station du sommet de Fellaoucène: Axe2/Axe 3.	70

Figure 18: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station El Hyadra: Axe1/Axe 2.....	72
Figure 19: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station El Hyadra: Axe1/Axe 3.....	72
Figure 20: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station El Hyadra: Axe2/Axe 3.....	73
Figure 21: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Ras Al-Taher: Axe1/Axe 2.....	74
Figure 22: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Ras Al-Taher: Axe1/Axe 3.....	75
Figure 23: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Ras Al-Taher: Axe2/Axe 3.....	75
Figure 24: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Ain Menchar: Axe1/Axe 2.....	77
Figure 25: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Ain Menchar: Axe1/Axe 3.....	77
Figure 26: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Ain Menchar: Axe2/Axe3.....	78
Figure 27: A.C.P des propriétés chimiques et microbiennes des sols de la zone d'étude« HUM : humidité, MO : matière organique, pH : potentiel hydrogène, CON : conductivité, C : carbone organique, CaCo3 : calcaire total, Bm: biomasse microbienne, Rb: respiration b ».....	80
Figure 28: Analyse en composant principal (ACP) des propriétés chimiques et microbiennes des sols de chaque station.....	82
Figure 29: Les principaux facteurs de la corrélation entre les propriétés chimiques et microbiennes des sols.....	83
Figure 30: Courbe représentant les variations pluriannuelles de pluies (1991 – 2020).	84
Figure 31 : Moyennes des précipitations mensuelles des trois périodes « Station Maghnia : 1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 ».	84
Figure 32: Variations saisonnières des précipitations des trois périodes « Station Maghnia : 1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 ».	85
Figure 33: Variation des moyennes mensuelles des températures durant les trois périodes « 1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 ».	85
Figure 34: Variation des moyennes annuelles des températures durant les trois périodes « 1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 ».	86

Figure 35: Indice d'aridité de DE-MARTONNE de chaque classe d'altitude dans les trois périodes «1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 ».	87
Figure 36: Diagrammes Ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN « 1918-1930 ».	88
Figure 37: Diagrammes Ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN « 1961-1990 ».	89
Figure 38: Diagrammes Ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN « 1990-2020 »	90
Figure 39: Position de la zone d'étude sur le climagramme d'EMBERGER durant les trois périodes «1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 » et en fonction des classes d'altitudes dans (C1= 500m, C2= 700m, C 3= 900m, C 4= 1100m.).	91
Figure 40: les histogrammes des résultats des propriétés chimiques des sols de la zone d'étude. « H: humidité, MO: matière organique, pH: potentiel hydrogène, CON: conductivité, C: carbone organique, CaCo3: calcaire total ».	93
Figure 41: les histogrammes des résultats des propriétés microbiennes des sols de la zone d'étude.	94
Figure 42 : Les histogrammes des résultats des propriétés chimiques des sols de chaque site dans les champs d'étude (Mars 2019). « H : humidité, MO : matière organique, pH : potentiel hydrogène, CON : conductivité, C : carbone organique, CaCo3 : calcaire total ».	126
Figure 43: Diagramme de Respiration basale en fonction de Biomasse microbienne avec droite d'ajustement.	127
Figure 44: le diagramme factoriel (Groupe A et B) d'analyse statistique des résultats de rendements d'olives « année 2018 ».	128
Figure 45: le diagramme factoriel (A, B) d'analyse statistique des résultats des poids des fruits « années 2018».	129
Figure 46: 1 ^{ere} étape : mélange sur une bâche plastique la litière et Semoule de Maïs. (Photos prise par Dahmani : Mars 2019).	136
Figure 47: 2 ^{eme} étape : Arrosage de la phase solide « la litière et Semoule de Maïs » par la phase liquide « Le petit lait et Sucre brun dilué dans l'eau ». (Photos prise par Dahmani : Mars 2019).	136
Figure 48: 3eme étape : La conservation de mélange dans un récipient hermétique à une température à peu près constante (Idéalement de 27 à 29°C). (Photos prise par Dahmani : Mars 2019).	137
Figure 49: Activation des MAB à l'état liquide (Photos prise par Dahmani : Avril 2019).	137
Figure 50: la mise en place des MAB dans les sites désignés (Avril 2019) « 1 : les MAB liquides pour l'utilisation .2 : parcelle traitée. 3 : parcelle témoin (Photos prise par Dahmani : Avril 2019).	138

GLOSSAIRE

A.F.C : Analyse factorielle des correspondances.
A.P.C : Assemblée populaire communale.
A1: Sous-secteur littoral.
A2: Sous-secteur de l'Atlas Tellien.
AC : Assez commun.
Alg : Algérienne.
Alt-Circum-Med : Atlantique Circum-Méditerranéen.
Alt-Méd: Atlantique Méditerranéen.
AR : Assez rare
C : commun.
Ce : Charge d'équilibre.
Ch : Chamaephytes
Cr : Charge réelle.
D.G.F : Direction Générale des Forêts
D.P.A.T : Direction de la Planification et d'Aménagement de la Territoire.
D.S.A : Direction des services agricole.
End : Endémique.
End-Ag-Mar: Endémique Algérie-Maroc
End-NA : Endémique Nord-Africain.
F.A.O : Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture.
F.M.I : Fond Monétaire International
Ge : Géophytes
H'' : secteurs des hauts plateaux (H).
H' : Indice de Shannon.
I.P : Indice de perturbation.
I.P.A : indice de pression anthropique.
Ia : Indice d'aridité de Demartone.
LC : préoccupation mineure
Lib : Lybienne.
M : température moyenne maximale.
m: température moyenne manimale.
Mar : Marocainne.
Med: Méditerranéen ; Med-Atl: Méditerranéen- Atlantique.
MO: La matière organique
O.M.C : Organisation Mondiale du Commerce.
O1: Sous-secteur des Sahels littoraux.
O2: Sous-secteur des plaines littorales
O3 : sous-secteur biogéographique d'atlas tellien oranais.
P : précipitations.
P.A.W : Plan d'aménagement de wilaya.
P.D.A.U : Plan directeur aménagement urbain.
P.N.D.R.A : Plan national pour le développement rural.
P.N.L.C.D : Plan national local de la conservation et du développement.
P.N.R : Plan national de reboisement.
P.N.U.D.E : Programme des Nations unies pour le développement.
P' : Précipitation moyenne annuelle.
Ph : Phanérophytes
Q2 : quotient pluvio-thermique d'EMBERGER
R.G.P.H : Recensements Globale des Populations et de l'Habitat.
R : rare.
S : Richesse spécifique.
S.A.U : Superficie agricole utile

T : Température moyenne annuelle.
Th : Thérophytes
Tun : Tunisienne
U.G.B : unité de gros bétail.
U.I.C.N : Union internationale pour la conservation de la nature.
U.P.B : Unité de petit bétail.
U.T.M : Universal transverse mercator
W.G.S. 84 : World Geodetic System 1984

SYMBOLES ET UNITÉS

cm : centimètre
ha : hectare
g : gramme
Kg : kilogramme
m : mètre
m² : mètre carré
ml: millilitre
mm : millimètre
ms : millisimens
UF : Unité fourragère.
USD : Dollars des Etats-Unis
µg C-CO₂/h/g : microgramme Carbone- dioxyde de Carbone / heure / gramme
µg C g- 1 sol : microgramme Carbone gramme-1 Sol
% : pourcentage
°C : degré Celcius

PUBLICATIONS

QUATRE (04) PUBLICATIONS INTERNATIONALES :

Deux (02) publications auteur principal

Deux (02) publications co-auteur

Biodiversity Journal, 2021, 12 (3): 755–760

<https://doi.org/10.31396/Biodiv.Jour.2021.12.3.755.760>

Incidences of anthropogenic pressure on the degradation of the scrub of the western Algerian region (Tlemcen, case of Djebel Felloucene): qualitative and quantitative aspects

Rachid Dahmani^{1*}, Abdessamed Merzouk² & Sid Ahmed Aouadj¹

¹Laboratory of Ecology and Management of Natural Ecosystems (LEGEN 13), Abou Bakr Belkaid University, Tlemcen, Algeria

*Corresponding author, email: ecologie.rachid@gmail.com

ABSTRACT

The scrub of Djebel de Fellaoucene is one of the forests of the mounts of the Traras (western of Algeria) that undergoes enormous variations which vary according to the regressive or progressive dynamics under climatic and anthropogenic pressures in semi-arid zones. These landscapes are in fact a mosaic in which several types of matorrals such as scrubland or scrub overlap, determined by multiple factors: the local climate (drought, climatic aridity, etc.), the importance of human activities; overgrazing is also a major limiting factor. This current study provides a qualitative and quantitative assessment of the anthropogenic pressure exerted in this area. The methodology adopted in this study is that of Le Houerou (1969) and Montoya (1983), which is based on the calculation of the annual needs of the herd in forage units, the estimation of the food production potential, the overgrazing coefficient and in addition the anthropogenic pressure index. The result of the forage balance in the forest rangelands of the study area has a forage deficit (overload) of -7,962,360 UF (a sylvo-pastoral imbalance), the overgrazing coefficient is (91%) and the anthropogenic pressure index is very high (26). The quantification of the impact of anthropogenic action and overgrazing on the forest formations effects makes it possible to establish a trajectory of the cumulative anthropogenic impacts on this area in order to develop restoration strategies and more effective means of protection.

KEY WORDS

Anthropogenic pressure index; Djebel Fellaoucene; overgrazing; scrub; qualitative; quantitative.

Received 10.02.2021; accepted 27.07.2021; published online 30.09.2021

DOI: 10.2478/arls-2023-0001

Research Article

The Effect of Beneficial Autochthonous Microorganisms (Bams) on the Chemical Quality of Agricultural Soils and Olive Production in the Wilaya of Tlemcen (Western of Algeria)

Rachid Dahmani¹, Amine Habib Borsali^{1,2*}, Abdessamad Merzouk¹, Mohamed Zouidi³, Sid Ahmed Aouadj¹, Hadj Khatir⁴

¹Research Laboratory of Ecology and Management of Natural Ecosystems, Abu Bakr Blekaid Tlemcen University 13000 – Algeria;

²Laboratory "Water Resources and Environment" Dr. Tahar Moulay University – Saida, Algeria

³Centre de Recherche en Aménagement du Territoire (CRAT) Constantine, Algérie ;

⁴Private scientific consultant and a head of ReprodBiotech and Stem Cells Inc. Montréal, Canada;

Received November, 2022; Revised November, 2022; Accepted December, 2022

Abstract

Beneficial Autochthonous Microorganisms (BAMs) are a multi-purpose technology that has already been used in Latin America and Southeast Asia but is still unknown in Africa and particularly Algeria. BAMs are based on the principle of multiplication by simple fermentation in peasant environments of BAMs taken locally from the autochthonous forest litter of areas with little or no anthropized. The aim is to examine the effect of BAMs on agricultural soils and olive fields. The study was carried out in two degraded olive fields located in the Oued Tafna basin west of Tlemcen (Semi-arid region in Western Algeria). The objective is to evaluate the effectiveness of BAMs on the chemical characteristics of the soils, particularly in terms of organic matter (MO), pH, electrical conductivity (EC), total limestone (CaCO₃), moisture, organic carbon (C) and olive production and its weight. Statistical analysis (Independent Test) between all groups (treated and controls) showed a significant difference, in conductivity (EC) where we recorded "0.214±0.03µs/cm" in treated soils vs. "0.198±0.029µs/cm" in control soils a different statistical significance was recorded for the other parameters, however, it was observed that there is a relative increase in these parameters in the soils of the treated groups such as carbon (C): "2.85±1.06%" organic matter (MO): "4.91± 1.83%", "pH=7.81±0.225", "CaCO₃ 27.76±4.99% and a decrease in humidity" 15.11±3.77%" compared to control soils. The results of statistical analyses (Mann-Whitney Test and Suite Test) of olive production showed a clear alternation (every other year) in fruit production in the control group and a positive effect of BAMs on olive production in the treated group, with a slight increase of production (19 kg in 2019 vs. 30 kg in 2020), but without any significant difference regarding the weight of the fruit between the two sessions. However, a highly significant difference "p=0.00< 0.001" in fruit weight was noted between the treated groups "3.908g" and "5.70g" and the control ones "4.40g" and "5.00g" in 2019 and 2020 respectively. The use of MAB is an interesting technique to restore the chemical properties of degraded soils and increase olive tree production. To achieve more reproducible results (in terms of quantity and quality), sufficient doses of these BAMs and periodicals must be added to provide a good nutritional supplement and reduce farmers' use of pesticides and mineral fertilizers.

Keywords Agricultural soils, BAMs, chemical properties, olive reproduction, Semi-arid.

PHYSICOCHEMICAL AND MICROBIAL PROPERTIES OF FOREST SOIL BASED ON EXPOSURE TO STRESS

Borsali Amine Habib, Hachem Kadda, Zouidi Mohamed, **Dahmani Rachid** and Gros Raphael

Abstract

The climate of the Mediterranean regions constraints are very important in coastal environments. They are marked by water-stressed reinforced by exposure to wind and more intense sunlight and exposure to the spray that convey salts and pollutants. The objective of this study is to see the effect of the environmental pressures on forest soils of the coastal and continental area. To test our hypotheses, two distinct areas have been selected in the North West Algerian to define a gradient of increasing exposure to a combination of osmotic stress and soil and climate. First coastal zone is located in the forest of 'Touant' located 200 m from the sea and the second continental is located in the forest of "chaabet Derou" took place and is distant about 15 to 20 km from the sea. In each of these areas, five of 400 m² and distant of at least 1 km sampling sites were selected with similar exposure. Our results showed that the concentrations of organic carbon (CO), total nitrogen (NT), report C / N, and the rate in organic matter (MO), are slightly higher level of the continental coastline area. Moisture and the capacity of these soils are virtually the same in both areas and this shows that all these parameters are independent of exposure to stress. Measures the conductivity and the microbial biomass point out the footprint of the littoral environment. This work to allowed to note that the degree of exposure to the spray changes on a local spatial scale the amounts of ions in soils. However, the microorganisms are not affected by exposure to stress and the osmotic pressure generated by the spray at the regional level.



Brahim Babali, Tarek Hamel, **Rachid Dahmani**, Abdessamed Merzouk
ET Mohammed Bouazza

Aperçu sur la diversité orchidologique de la région de Fillaoucene (Tlemcen, Algérie)

Keywords

Orchidaceae, *Anacamptis*, *Ophrys*, rarity, endemism, conservation,
Fillaoucene region (North-West Algeria).

Summary

Babali, B., Hamel, T., Dahmani, R., Merzouk, A. & M. Bouazza (2019):
Overview of orchid diversity in the Fillaoucene region (Tlemcen, Algeria).-
J. Eur. Orch. 51 (3-4): 473-498.

Our work makes it possible to make a contribution to the inventory of orchids in the Fillaoucene region (North-West Algeria) by prospecting a locality ecologically very favorable to these species. It revealed the presence of 22 taxa belonging to six genera, dominated by *Ophrys* (11 species) and *Anacamptis* (six species). The rarity rate of orchids recorded is remarkable 59%, so three taxa are reported to be rare and endemic (*Anacamptis morio* subsp. *tlemcenensis*, *Ophrys fusca* subsp. *maghrebiaca* and *Ophrys subfusca* subsp. *battandieri*).

The preservation of this exceptional orchidoflora, threatened in the short term, urgently requires phytoecological studies and relevant protection measures.

REMERCIEMENTS

DÉDICACES

LISTE DES TABLEAUX

LISTE DES CARTES

LISTE DES FIGURES

GLOSSAIRE

SYMBOLES ET UNITÉS

PUBLICATIONS

INTRODUCTION GÉNÉRALE	1
PARTIE I :	5
DIAGNOSTIC PHYTOÉCOLOGIQUE ET EVALUATION DES EFFETS ANTHROPIQUE ET BIOCLIMATIQUE SUR LA DYNAMIQUE DES MATORRALS	5
CHAPITRE .1 :	6
APERÇU SUR LES MATORRALS MEDITERRANEENS	6
1. Introduction.....	7
2. État des matorrals de la région méditerranéenne	7
2.1 Aspect bioclimatique.....	7
2.2 Aspects géomorphologiques et pédologiques.....	9
2.3 Aspects floristiques.....	10
2.4 Aspects physiognomic- structuraux des matorrals face à la pression anthropique	11
2.5 Facteurs de dégradation et menaces	14
3. État des matorrals en Algérie	15
3.1 Aire de répartition des matorrals en Algérie.....	15
3.2 Principaux types des matorrals en Algérie	16
3.2.1 Matorrals résultant de la dégradation des forêts	16
3.2.2 Matorrals thermophile, xérophile et Halophile « steppes forestières » :.....	17
4. Présentation des matorrals dans la wilaya de Tlemcen.....	18
4.1 Les matorrals dans les monts de Trara-Sebaa Chioukh	19
4.2 Les matorrals dans les plaines et plateaux interieurs	20
4.3 Les matorrals dans les monts de Tlemcen	20
4.4 Les matorrals dans les hautes plateaux	21
5. Conclusion	21
CHAPITRE .2 :	22

MATERIELS ET METHODES	22
1. Introduction.....	23
2. Physiographie.....	23
2.1 Localisation de la zone d'étude	23
2.2 Présentation matorrals de Djebel Fellaoucène.....	23
2.2.1 Délimitation écologique	23
2.2.2 Caractéristiques du milieu physique	24
2.2.2.1 Géomorphologie.....	24
2.2.2.2 Géologie et lithologie	25
2.2.2.3 Caractéristiques édaphiques	26
2.2.2.4 Réseau hydrographique.....	28
2.2.2.5 Climat.....	28
3. Diagnostique phytoécologique et pédologique.....	28
3.1 Échantillonnage et choix des stations	28
3.2 Caractéristiques générales des stations d'étude	29
3.3 Potentialités floristiques	30
3.4 Caractérisation écologique	30
3.4.1 Indices Eco-biologique.....	30
3.5 Récolte des données sur les stations	31
3.5.1 L'aire minimale	31
3.5.2 Échantillonnage des sols.....	31
3.5.3 Analyses chimiques des sols.....	32
3.5.4 Analyses microbiologique des sols	33
3.5.5 Analyses statistiques	33
4. Environnement Bioclimatique	34
4.1 Choix des stations d'études	34
4.2 Facteurs climatiques	35
4.2.1 Facteurs hydriques :	35
4.2.1.1 Précipitations.....	35
4.2.1.2 Le régime pluviométrique annuelle	35
4.2.1.3 Le régime mensuel :	36
4.2.1.4 Régimes saisonniers	36

4.2.2	Facteurs thermiques:.....	36
4.2.2.1	Températures:.....	36
4.2.2.2	Les températures moyennes mensuelles et annuelles :	37
4.2.2.3	Amplitude thermique (M-m) :.....	37
4.2.3	Les vents	37
4.3	Synthèse bioclimatique.....	38
4.3.1	Indice xérothermique d'EMBERGER,.....	38
4.3.2	Indice de DE-MARTONNE,	38
4.3.3	Indice de BAGNOULS et GAUSSEN,	38
4.3.4	Indice pluviométrique et le climat-gramme d'EMBERGER.....	39
4.3.5	Corrections climatiques (MARZOUK, 2010).....	39
4.3.5.1	Correction pluviométrique	39
4.3.5.2	Correction des Températures:	40
5.	L'impact de la pression anthropique et les incendies sur les matorrals de la zone d'étude	41
5.1	L'impact de la pression anthropique.....	41
5.1.1	Potentialités pastorales de la forêt : Estimation de la production pastorale	42
5.1.2	Besoins en UF du cheptel	42
5.1.3	Charge animale : La charge réelle et la charge d'équilibre	43
5.1.4	Coefficient de surpâturage	43
5.1.5	Indice de pression anthropique.....	43
5.2	Impact des incendies sur les matorrals de la zone d'étude.....	44
5.2.1	Sur la végétation.....	44
5.2.2	Sur le sol	44
	CHAPITRE III :	46
	RÉSULTATS ET DISCUSSION	46
1.	RÉSULTATS	47
1.1	Diagnostic phytoécologique et pédologique.....	47
1.1.1	Compositions systématique	47
1.1.2	Spectre Biologique.....	48
1.1.3	L'endémisme, la flore rare, et menacée.....	49

1.1.4	Orchidoflores.....	49
1.1.5	La flore médicinale et aromatique dans la zone d'étude.....	53
1.1.6	Caractérisation écologique.....	57
1.1.6.1	Indices Eco-biologique.....	57
1.1.6.2	Traitement floristique par l'A.F.C.	58
1.1.7	Analyses chimiques des sols.....	78
1.1.8	Analyses microbiologiques des sols	79
1.1.9	Discrimination par l'ACP les propriétés chimiques et microbiennes dans la zone d'étude	79
1.1.10	Discrimination par l'ACP les propriétés chimiques et microbiennes de chaque station.....	81
1.1.11	Analyse des principaux facteurs de la corrélation entre les propriétés chimiques et microbiennes des sols	82
1.2	Environnement Bioclimatique.....	83
1.2.1	Facteurs climatiques.....	83
1.2.1.1	Le régime pluviométrique annuelle	83
1.2.1.2	Le régime mensuel :	84
1.2.1.3	Régimes saisonniers	85
1.2.1.4	Les températures moyennes mensuelles et annuelles :	85
1.2.1.5	Amplitude thermique (M-m) :.....	86
1.2.2	Synthèse bioclimatique	86
1.2.2.1	Indice xérothermique d'EMBERGER.....	86
1.2.2.2	Indice de DE-MARTONNE	87
1.2.2.3	Diagramme ombro-thermique (BAGNOULS et GAUSSEN ; 1953):.....	88
1.2.2.4	Indice pluviométrique et le climagramme d'EMBERGER	90
1.3	L'impact de la pression anthropique sur les matorrals de la zone d'étude.....	92
1.3.1	Évolution des effectifs	92
1.3.2	Besoin fourrager des animaux dans la zone.....	92
1.3.3	Bilan fourrager, coefficient de surpâturage et Indice de pression anthropique.....	93
1.4	L'impact des incendies sur les sols des matorrals de la zone d'étude	93
2.	DISCUSSION	94
2.1	Diagnostic phytoécologique et pédologique.....	94

2.1.1	Compositions systématiques.....	94
2.1.2	Spectre Biologique.....	94
2.1.3	L'endémisme et la flore rare, et menacée	95
2.1.4	Orchidoflores.....	96
2.1.5	La flore médicinale et aromatique dans la zone d'étude.....	96
2.2	Caractérisation écologique	97
2.2.1	Indices Eco-biologique.....	97
2.2.2	Traitement floristique par l'A.F.C.	98
2.3	Analyses chimiques et microbiennes des sols	100
2.3.1	Discrimination par l'A.C.P les propriétés chimiques et microbiennes dans la zone d'étude 100	
2.3.2	Discrimination par l'ACP des propriétés chimiques et microbiennes de chaque station	101
2.3.3	Analyse des principaux facteurs de la corrélation entre les propriétés chimiques et microbiennes des sols de la zone d'étude.....	102
2.4	Synthèse bioclimatique	105
2.5	L'impact de la pression anthropique sur des matorrals de la zone d'étude.....	106
2.6	Impact des incendies sur les matorrals de la zone d'étude.....	108
2.6.1	Sur la végétation.....	108
2.6.2	Sur le sol	108
3.	CONCLUSIONS : Synthèse et discussion générale	109
	PARTIE II :	112
	DIAGNOSTIC AGRO-ECOLOGIQUE : L'ETAT CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE DES SOLS AGRICOLES, POTENTIEL PRODUCTIF DES CULTURES. LA RESTAURATION ECOLOGIQUE DE QUALITE CHIMIQUE DES SOLS AGRICOLES PAR L'APPORT DES MAB.....	112
	CHAPITRE I :	113
	APERÇU SUR L'AGRICULTURE DANS LES ZONES SEMI-ARIDES EN ALGERIE	113
1.	INTRODUCTION	114
2.	DÉVELOPPEMENT AGRICOLE EN ALGÉRIE.....	114
2.1	L'agriculture et L'agro –Alimentaire.....	115
2.2	Évolution du Produit Intérieur Brut (P.I.B)	115
3.	CONTEXTE SEMI-ARIDE : ADAPTATIONS À DES HANDICAPS AGRO-CLIMATIQUE.....	115

3.1	État des ressources agricoles	116
3.2	Les systèmes de production dans les milieux semi-arides en Algérie.....	116
3.3	Conséquences des contraintes climatiques.....	117
4.	L'ÉTAT DE L'AGRICULTURE ET DES SOLS AGRICOLES DANS LA WILAYA DE TLEMCCEN.....	118
4.1	Des pratiques culturales ancestrales sur des territoires naturels riches mais menacés.....	118
4.2	L'adaptation du plan cultural aux potentialités en sol	119
5.	CONCLUSION.....	119
	CHAPITRE .II :.....	121
	L'ETAT CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE DES SOLS, POTENTIEL PRODUCTIF DES CULTURES.....	121
1.	INTRODUCTION	122
2.	APERÇU SUR LA PRODUCTION D'OLIVE EN ALGÉRIE	122
3.	MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	123
3.1	Champs d'étude.....	123
3.1.1	Situation géographique, échantillonnage et choix des parcelles.....	123
3.2	Les caractéristiques chimiques et microbiologiques des sols	123
3.2.1	Analyses chimiques des sols.....	123
3.2.2	Analyses microbiologiques des sols	123
3.3	Potentiel productif des exploitations d'études : le rendement d'olive, la qualité des fruits.....	124
3.3.1	Présentation de la production d'olive.....	124
3.3.2	Les caractéristiques de la qualité des fruits	125
4.	RÉSULTATS ET DISCUSSION.....	125
4.1	Résultats	125
4.1.1	Les caractéristiques chimiques des sols.....	125
4.1.2	Les caractéristiques microbiologiques des sols.....	126
4.1.3	Potentiel productif des exploitations d'études : le rendement d'olive, la qualité des fruits.....	127
4.1.3.1	Présentation de la production d'olive	127
4.1.3.2	Les caractéristiques de la qualité des fruits	128
4.2	Discussion	129
4.2.1	Les caractéristiques chimiques des sols.....	129

4.2.2	Les caractéristiques microbiologiques des sols.....	130
4.2.3	Présentation de la production d'olive et les caractéristiques de la qualité des fruits	131
5.	CONCLUSIONS	131
	CHAPITRE .III :.....	132
	LA RESTAURATION ECOLOGIQUE DES QUALITES CHIMIQUES DES SOLS AGRICOLES PAR L'APPORT DES MABs « MICROORGANISMES AUTOCHTONES BENEFIQUES ».....	132
1.	INTRODUCTION	133
2.	MATÉRIEL ET MÉTHODES.....	134
2.1	Les parcelles expérimentaux	134
2.2	Échantillonnage et choix des stations	135
2.3	Préparation des MAB (Micro-organisme Autochtones Bénéfiques)	135
2.4	Activation des MAB à l'état liquide.....	135
2.5	Traitements	138
2.6	Analyses chimiques des sols	138
2.7	Potentiel productif des exploitations d'études : L'effet des MAB sur le rendement d'olive, la qualité des fruits.....	138
2.8	Analyses statistiques	138
3.	RÉSULTATS ET DISCUSSIONS	138
3.1	Résultats	138
3.1.1	L'impact des MAB sur les propriétés chimiques des sols.....	138
3.1.2	L'effet des MAB sur la production d'olive et le poids des fruits	139
3.1.2.1	Effet sur la production :.....	139
3.1.2.2	Effets des MAB sur le poids des fruits :	140
3.2	Discussions	141
3.2.1	L'impact des MAB sur les propriétés chimiques des sols.....	141
3.2.2	L'impact des MAB sur la production d'olive et le poids des fruits.....	143
4.	CONCLUSIONS	144
	SYNTHÈSE ET CONCLUSION GENERALE	146
	RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	150
	ANNEXES.....	167

INTRODUCTION GÉNÉRALE

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Les paysages végétaux méditerranéens sont aujourd'hui de véritables mosaïques, constituées par l'imbrication de communautés végétales homogènes (régionalement ou localement) généralement peu étendues. Le compartimentage des principales structures végétales est d'abord fonction des conditions écologiques, notamment climatiques, du cadre géographique, il dépend aussi de facteurs historiques, des trajectoires dynamiques, des réponses des multiples formations face aux perturbations anthropiques, qui permettent d'envisager divers stades évolutifs (des successions ou séries de végétation), des formations primaires (sans perturbations majeures au moins au cours des cent dernières années) et des formations secondaires. (TASSIN, 2012). Aussi la diversité des contextes géologiques (substrat calcaire, siliceux,... etc.), et pédologiques (sols bruns ferreux, sols pauvres et peu développés,...etc.), permet d'envisager les potentialités des principales structures végétales et leur évolution possible, où et selon MONTANER (2019), la composition du sol est essentielle pour la croissance de certaines espèces végétales étant donné que les communautés végétales ne se forment pas par hasard ou aléatoirement.

Dans le méditerranéen, la diversité des facteurs de dégradation, qui peuvent être naturels mais surtout anthropiques (BLONDEL et *al.*, 2010 ; CICCARELLI, 2014) ; où et depuis des millénaires, l'homme exploite sous une forme aléatoire les forêts et les matorrals, à travers son effort permanent à la recherche de nouveaux pâturages pour ses troupeaux et des terres agricoles fertiles ; laissant de nombreuses perturbations et dégradations structurelles, que ce soit au niveau de la dynamique de la végétation ou au niveau de la dynamique de sol (BORSALI et *al.*, 2019 ; ALLAM et *al.*, 2019, ALLAM et *al.*, 2020). De nos jours la dégradation de ce dernier est une problématique globale (ESWARAN and REICH, 2002 ; TURNER et *al.*, 2016 ; DELGADO and MARÍN, 2020) et complexe, elle pourrait compromettre l'avenir de bien des pays (LAHMAR and RUELLAN, 2007), où le sol est considéré comme une ressource non renouvelable à l'échelle des générations humaines (LAL, 2009 ; SCHOONOVER and CRIM, 2015). Une prise de conscience de l'ampleur des effets des activités humaines sur les sols a mené les décideurs à élaborer des outils pour le suivi de la qualité des sols, afin de surveiller leur évolution, de limiter leur dégradation et de favoriser des pratiques qui permettent une utilisation durable des sols (VINCENT et *al.*, 2019). Dans cette région on retrouve des formations végétales de type forêt, pré-forêt, matorrals « maquis et garrigues » et des steppes forestières, occupés par des espèces ligneuses et/ou des pelouses éphémères sèches xérophiles, présentant des caractéristiques spécifiques aux contraintes déjà évoquées.

Outre ces paysages naturels, le bassin méditerranéen contient des vastes paysages agricoles (irrigués et non irrigués) répartis sur : les plaines, les hautes plaines, les bords des vallées et des rivières, des moyennes montagnes, des piémonts, et les zones rurales montagneuses autour des agglomérations résidentielles (villages). Dans ces derniers, les paysages naturels sont souvent en contact direct avec les paysages agricoles, où l'expansion ou le déclin de l'un se fait au détriment de l'autre, par le défrichement, ou l'abandon des terres agricoles. Ainsi que, le paysage agricole au nord de la méditerranée connaît un retour plus ou moins vigoureux de la forêt du fait de l'abandon de terres agricoles marginales et d'importantes campagnes de reboisement, alors qu'au sud les pressions sur ces écosystèmes forestiers

demeurent encore très fortes, notamment au Maghreb, en raison du défrichement et de la mise en culture de terres marginales et du surpâturage. (F.A.O, 2013).

Ainsi le nord algérien, comme celui du méditerranéen, se caractérise par de nombreux paysages naturels pittoresques, diversifiés entre les forêts de montagne (l'Atlas tellien et les monts des Aurès), les pré-forêts et les matorrals denses du nord près des côtes de la mer, les matorrals denses ou couvertes d'herbes, arbrisseaux courts et arbustes des hauts plateaux et des steppes forestières de l'Atlas saharien. Ces paysages sont profondément mêlés des plaines agricoles, des hautes plaines, et de vastes plateaux agricoles et pastoraux (les hauts plateaux), où l'on voit rarement un paysage naturel dépourvu de paysage agricole ou pastoral.

La montagne a été depuis longtemps considérée comme un écosystème peu productif, rude et ingrat difficile à intégrer dans l'économie nationale ou régionale pour des raisons diverses notamment du fait de climat et des contraintes physiques du relief. Cependant, il n'a pas été épargné par l'exploitation humaine, où les masses de forêts et de montagnes ont été utilisées comme terrain de parcours (BENBADELI, 1996), et les piémonts, les plateaux et les bords de vallées et de rivières ont été récupérées et transformées en terres agricoles. Ainsi le patrimoine forestier, a connu depuis des décennies une continuelle régression due à une action conjuguée de l'homme (déboisement, surpâturage) et du climat (sécheresse estivale, irrégularité des pluies, averses violentes) (BENABADJI et al., 2001; BORSALI et al., 2019). Aussi un accroissement de la fréquence des incendies, associé à une aridification du climat (GIEC, 2007 ; ALLAM et al., 2020), pourrait potentiellement affecter l'équilibre préexistant et conduire ces écosystèmes dans un état instable dont les fonctions et les services ne seraient plus assurés correctement. De plus, cette surexploitation des ressources naturelles et les conditions climatiques difficiles ont généré des problèmes de dégradation et perte irréversible de la structure des sols, d'érosion éolienne et hydrique suite à l'exploitation des terrains en pente et à la mise en culture des terrains de parcours, à cela s'ajoute le problème de la salinisation suite à l'irrigation. (BENDERRADJI et al., 2006) ; et donc la détérioration des infrastructures agricoles et la baisse du rendement et la qualité de la production agricole, en plus du rétrécissement des pâturages.

Le rythme de dégradation, la multiplication des facteurs climatiques et la pression anthropique ne font que toute forme de la végétation (naturel et agricole), continue d'être détruite et rien n'est épargné ; les derniers remparts alors de lutte naturelle contre les phénomènes de steppisation et de désertification sont menacés sérieusement. En conséquence, l'Algérie a adopté des programmes agricoles visant à reconstruire et à développer le domaine agricole, à protéger l'écosystème fragile et à reconquérir des terres pour l'agriculture, basés sur le réinvestissement dans le secteur agricole, et spécialisés dans le développement de l'irrigation et du reboisement, et l'entretien des forêts, ainsi que la préservation des ressources naturelles (eau, sol). (BASSOUD, 2003).

Ces interventions dépendaient d'obstacles climatiques qui avaient été négligés dans les plans nationaux précédents, notamment la réutilisation des terres agricoles. (BASSOUD, 2003). Cependant, malgré tous les efforts consentis par l'État, ces interventions ne dépendaient pas principalement d'aspect qualitatif et quantitatif des effets anthropique et bioclimatique d'abord dans la protection de l'écosystème fragile. Deuxièmement dans la dynamique des pré-forêts et les différents types des matorrals (maquis, garigues), où ces dernières ont connu de vastes campagnes de reboisement, dont la plupart ont échoué, des incendies fréquents, des

coupes excessives, et des utilisations pastorales excessives et aléatoire. Et enfin, dans la réhabilitation des sols forestiers et agricoles dégradés.

Aussi, dans les zones semi-arides de l'Ouest algérien, plus précisément dans la région de Tlemcen, de nombreux auteurs ont mené des études scientifiques traitant la dynamique post-dégradation des écosystèmes forestiers, les corrélations entre les facteurs de dégradation (naturels ou anthropiques) et la végétation, et identifiant seul l'aspect qualitatif des effets anthropique (surpâturage, incendies, exploitation forestière, tourisme, ouverture des cols...etc.). Cependant, ces études analysent rarement l'aspect qualitatif et quantitatif des impacts à la fois anthropiques et bioclimatiques sur les écosystèmes forestiers, ainsi que l'impact de ces facteurs sur la dynamique des sols forestiers ; notamment les propriétés chimiques et microbiennes et leur résilience après la dégradation (BORSALI *et al.*, 2017 ; ZOUIDI *et al.*, 2018, ZOUIDI *et al.*, 2019). Sur cette base et partir de ces données, l'aspect qualitatif et quantitatif d'effets anthropiques et bioclimatiques était d'une grande importance pour comprendre l'état actuel des écosystèmes forestiers, et évaluer la dynamique structurelle de la végétation et du sol ; et c'est ce qui nous a incités à réaliser cette étude sur des matorrals perturbés et dégradés de la zone Nord-Ouest Algérien (wilaya de Tlemcen : cas des matorrals de Djebel Felloucene), qui a un climat semi-aride.

Après une approche rapide des différents facteurs de dégradation de la végétation et les sols forestiers dans la région méditerranéenne en général et d'Algérie en particulier, les principaux objectifs de notre travail sont :

- Premièrement : l'étude écologique de la flore, la signification biologique des taxons ;
- Deuxièmement : connaître la dynamique structurelle de la végétation dans la zone d'étude et la répartition des espèces sur leurs milieux, en fonction des différents facteurs qui l'affectent, à l'aide de l'analyse factorielle de correspondance (AFC) ;
- Troisièmement : Déterminer l'aspect qualitatif et quantitatif des effets climatiques sur la base des indicateurs et coefficients de certains auteurs : DE-MARTONNE (1926), EMBERGER (1932, 1941), BAGNOULS et GAUSSEN (1953) ;
- Quatrièmement : Déterminer l'aspect qualitatif et quantitatif l'impact de l'action anthropique et le surpâturage sur les formations forestières à partir d'indicateurs et de coefficients développés par certains auteurs : MONTAYA (1983) et LE-HOUEROU (1969) ;
- Cinquièmement : nous présenterons sur une base analytique synthétique (des analyses de laboratoire et des statistiques "ACP"), et complémentaires (observations sur terrain), l'état actuel des sols forestiers dégradés ; détection des facteurs de dégradation (naturel ou anthropique) les plus influents sur la dynamique des sols, et évaluer la résilience et les corrélations des propriétés chimiques et microbiologiques des sols dans le contexte d'exposition à différents facteurs de dégradation ;

Aussi, et en parlant de paysages agricoles et de leurs relations avec les paysages naturel, notre domaine de recherche comprenait les agroécosystèmes, où dans cette région, l'amélioration de la production agricole et la restauration des sols agricoles irrigués est une préoccupation majeure pour réussir la réhabilitation des champs dégradés. De plus, à notre connaissance, rien n'a encore été réalisé sur les effets combinés du climat et de l'exploitation agricole intensive des terres sur les propriétés chimiques des sols agricoles ; de sorte que la recherche de nouvelles techniques qui améliorent la productivité et les sols et préservent l'environnement s'avère indispensable. Donc l'objectif de ce travail était également d'évaluer

INTRODUCTION GÉNÉRALE

l'état actuel des propriétés chimiques des sols agricoles de cette région, et de réhabiliter ce sol par utilisation l'une des techniques biologiques naturelles modernes, en restaurant des propriétés chimiques par l'apport de MAB « Microorganismes autochtones bénéfiques ».

Pour atteindre nos objectifs, huit (08) stations dégradées ont été attribuées, réparties dans les matorrals de notre zone d'étude, ont été sélectionnées sur la base de type de perturbation (naturel et anthropique), dans des situations géographiques hétérogènes (élévation, versant, pente) ; sur des substrats géologiques différents (calcaires ou siliceux) avec des divers formations forestières homogènes (matorrals à : Thuya, Lentisque, Chêne vert, chêne kermès, Olive var oléastre, le ciste). Quant aux agro-écosystèmes, l'étude a été menée dans deux oliveraies dégradées du bassin Tafna de l'Oued Tlemcen Ouest (ouest algérien). Afin d'évaluer l'efficacité des MABs sur les propriétés chimiques de ces sols

Deux approches analytiques synthétiques et complémentaires ont été utilisées, l'une basée sur des statistiques multi-variées, sur des analyses de laboratoire et sur une analyse floristique et structurelle des espèces végétales présentes ; et l'autre basée sur des observations et des enquêtes sur le terrain.

La première partie du document est consacrée au diagnostic phytoécologique et évaluation des effets anthropique et bioclimatique sur la dynamique des matorrals de Nord-Ouest Algérien (wilaya de Tlemcen : cas des matorrals de Djebel Felloucene).

La deuxième partie est consacrée au diagnostic agro-écologique : l'état chimique et biologique des sols agricoles, potentiel productif des cultures et la restauration écologique des qualités chimiques des sols agricoles par l'apport des MABs « Microorganismes Autochtones Bénéfiques ».

La troisième partie présente une synthèse et conclusion générale des résultats.

PARTIE I :

**DIAGNOSTIC PHYTOECOLOGIQUE
ET EVALUATION DES EFFETS
ANTHROPIQUE ET
BIOCLIMATIQUE SUR LA
DYNAMIQUE DES MATORRALS**

CHAPITRE .I :
APERÇU SUR LES MATORRALS
MEDITERRANEENS

1. INTRODUCTION

En contexte méditerranéen et en réponse à des contraintes pédoclimatiques (sols calcaire ou siliceux, pauvres et peu développés, xéricité, températures élevées), également une anthropisation ancienne, la plupart des forêts méditerranéennes représentent des systèmes non équilibrés, en général bien adaptés dans l'espace et dans le temps à diverses contraintes, et donc aux modifications de dynamique ou de structure et d'architecture des peuplements qu'ils peuvent engendrer (BARBERO et QUEZEL, 1989).

En Algérie, l'irrégularité des formations forestières naturelles est l'une des caractéristiques de son patrimoine forestier qui a individualisé des formations forestières naturelles qu'il désigne par groupement végétal ayant une physionomie homogène. Les divers travaux menés sur ce patrimoine forestier ont montré qu'environ 60% des surfaces forestières sont occupées par des matorrals, répartis en plusieurs catégories selon la taille, la nature de la roche mère « garrigues et maquis » et selon la hauteur, et la densité de recouvrement des : arbres, des arbustes, des arbrisseaux, et des broussailles...etc.

La région de Tlemcen, offre un modèle d'étude de l'évolution de la flore et de la végétation très intéressant. La variété des paysages, et leurs différences restent très remarquables ; leur répartition est conditionnée par un nombre important de facteurs écologiques. (BOUAZZA et al., 2001), elle constitue aujourd'hui souvent par des matorrals mixtes, s'associant à diverses essences thermophile, sclérophylles, xérophytes et des espèces toxiques et/ou des épineuses. Pour cela, dans ce chapitre, notre tâche consistait à évaluer d'abord l'état des matorrals de la région méditerranéenne en générale et en Algérie particulier, avec une typologie des matorrals, suivie d'une compréhension globale de leurs éléments communs de manière à percevoir ce qui les caractérise vraiment et à rendre compte de ce qui les menace.

2. ÉTAT DES MATORRALS DE LA RÉGION MÉDITERRANÉENNE

2.1 Aspect bioclimatique

Le domaine méditerranéen est caractérisé par des étés secs et des hivers humides où les grands froids sont exceptionnels ou inconnus. Même si ce type de climat n'est pas zonal, puisqu'il n'existe pas sur la façade orientale des continents, son rythme saisonnier est calqué sur la circulation générale, sur le balancement zonal des masses d'air. (TASSIN, 2012), aussi, en fonction d'altitude, la direction des montagnes et la situation orographique.

Depuis le XIXe siècle jusqu'à aujourd'hui, de nombreux travaux scientifiques sont apparus qui portent sur des indices synthétiques de caractérisation du climat méditerranéen et de classification bioclimatiques, dont les travaux de MARTONNE (1926), EMBERGER (1930-1945), BAGNOULS et GAUSSEN, (1953-1957), SAUVAGE (1963), AKMAN et DAGET (1971), et QUEZEL (1976), NAHAL (1977)...etc.

Ces indices ont un caractère commun : ils sont de nature empirique et s'obtiennent en divisant la pluviosité par la température, le déficit de saturation, l'évaporation, ou le flux énergétique. (LE HOUEROU, 1995). Malgré le caractère commun de ces indicateurs, l'hétérogénéité des facteurs climatiques méditerranéenne est la principale raison des différentes classifications climatiques proposées par de nombreux auteurs.

Ces divergences de méthodes dans la délimitation climatique montrent combien il faut en préciser le vocabulaire pour faciliter la compréhension des paysages végétaux méditerranéens. (TASSIN, 2012). D'après EMBERGER, (1955), ALCARAZ, (1969) et BENABDELI,

(1996), ces classifications sont assez proches l'une de l'autre et donnent des résultats utilisables pour une région géographique limitée.

Selon LE HOUEROU (1995), une classification éco-climatique et biogéographique doit, se fonder sur des données concrètes non-arbitraires, sans a priori. Les termes de la classification peuvent se représenter par des indices synthétiques, climatiques ou autres, dont les valeurs discriminantes doivent correspondre à des faits réels bien précis et d'importance reconnue.

Les recherches d'EMBERGER, notamment en France et au Maroc (1930-1939), ont conduit ce botaniste à proposer un quotient pluvio-thermique (Q2) plus précis, où il fait intervenir en plus du total des précipitations (P) la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M) et celle des minima du mois le plus froid (m). (TASSIN, 2012).

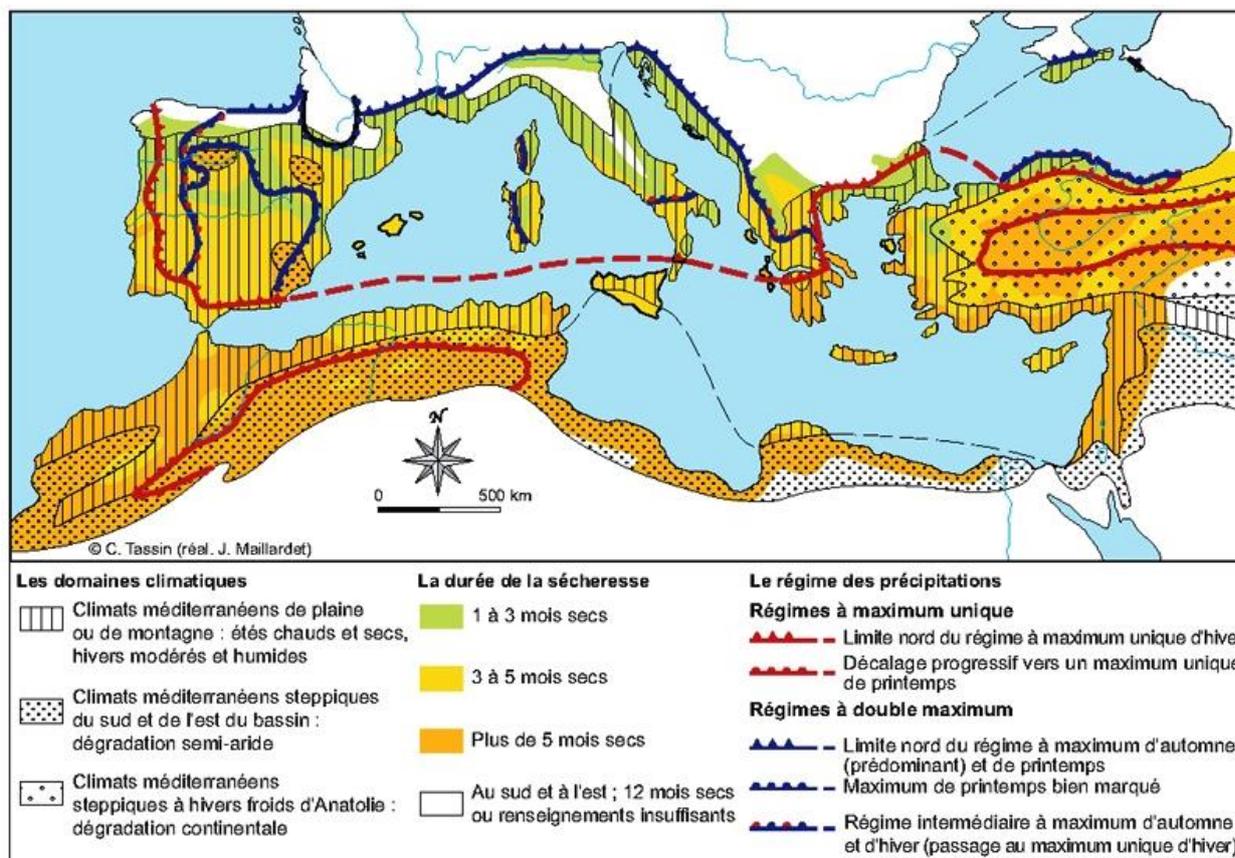
L'étude biogéographique des principales formations et des différents types de bioclimat dépend dans des nombreux cas du climat-gramme pluvio-thermique d'EMBERGER, où la localisation schématique du couvert végétal est proche de la réalité environnementale, ce qui permet d'identifier six bioclimats : per-aride, aride, semi-aride, subhumide, humide et per-humide, la semi-aridité débutant à $Q2 < 50$, l'aridité à $Q2 < 30$ et la per-aridité à $Q2 < 20$ (EMBERGER, 1955).

En effet, ce graphique, outre qu'il permet de visualiser globalement la situation climatique d'une localité méditerranéenne, montrant les exigences d'une structure de végétation ou d'espèces selon le bioclimat (en coordination), les étages d'élévation de la végétation (au maximum), les aires de répartition des principales espèces forestières par la valeur de la thermodynamique coefficient (Q2) et le minimum moyen du mois le plus froid.

D'après GAUSSEN (1954), l'été méditerranéen se situe entre un minimum d'un mois sec et un maximum de 8 mois, limites que d'ailleurs il précise avec x, de 40 jusqu'à 200 jours secs. Cependant, cette limite supérieure cadre assez peu avec les évaluations de Quézel et Médail, qui attribuent au bioclimat semi-aride (P= de 400 à 600 mm) 5 à 7 mois secs, et au climat aride (P = de 100 à 400 mm) 7 à 11 mois secs, et le clima-gramme d'EMBERGER est plus près des réalités écologiques que la classification de GAUSSEN, qui n'utilise pas les températures maximales ou minimales mensuelles moyennes (QUEZEL, MEDAIL, 2003).

D'après les données de TROLL et WALTER, P. QUEZEL, A. GODARD et M. TABEAUD, (1998- 2009), ont permis d'identifier du point de vue climatique, les divers climats du bassin méditerranéen avec leurs variantes, la durée de la sécheresse, et le régime des précipitations. (Carte. 1).

En résumé, le climat méditerranéen aurait : toutes les moyennes mensuelles $> + 4$ °C (limite d'hiver) ; au moins une moyenne mensuelle $> + 15$ °C (limite d'été) ; au moins une moyenne mensuelle $< + 18$ °C (limite hivernale des climats chauds). (TASSIN, 2012).



Carte 1: Les climats du bassin méditerranéen. (Source : TASSIN, 2012).

2.2 Aspects géomorphologiques et pédologiques

La géologie de la région méditerranéenne est l'une des plus complexes du monde, véritable puzzle dans son modelé, sa fragmentation et son hétérogénéité ainsi qu'un substrat géologique varié qui multiplie les potentialités climatiques et microclimatiques qui se traduisent par une diversification de la végétation forestière. (BENABDELI et *al.*, 2007 In OUADJE, 2021).

Sont des sols très anciens, très complexes et extrêmement variés du fait de la grande diversité des roches-mères et de la variété des pentes ; sont généralement placés sur les roches sédimentaires reposant sous un sol métamorphosé. On observe des terrains volcaniques anciens ou des affleurements cristallins très localisés. Fondamentalement, ces sols sont fragiles à l'exception de ceux situés dans les grandes plaines alluviales. (M'HIRIT, 1999).

Les particularités bioclimatiques ont eu aussi des conséquences directes sur la pédogénèse des principaux complexe édaphiques avec par exemple des sols bruns forestier typique dans les forêts d'équilibre du nord de la méditerranée dans l'humide et subhumide, des sols bruns fersialitiques dans les forêts potentielles du sud surtout en bioclimat subhumide et des sols rouges fersialitiques « fersialsols ou terra rossa » dans le semi-aride et l'aride plus particulièrement. (QUÉZEL, 2000).

Le sol typique « zonal » de la yeusaie est le sol brun ou brunifié développé essentiellement sur roches mères calcaires ou carbonatées omniprésentes dans le domaine méditerranéen, apparenté au sol brun forestier des chênaies tempérées médio-européennes avec les trois horizons habituels : « A » humifère et minéral ; « B » d'accumulation ; « C » de transition avec

la roche mère. Le sol forestier sur calcaire n'est parfois qu'un sol faiblement évolué, une rendzine, avec un mélange de particules calcaires et d'humus (horizon A) reposant directement sur la roche en place (horizon C), qui évoluera avec le temps vers un sol argileux brunifié. (TASSIN, 2012).

Sol siliceux, ce type de sol est d'une texture agréable au toucher car il contient beaucoup de petites et fines particules de matière organique. Les roches mères associées sont des matériaux très durs et rigides : granite, ardoise, gneiss et schistes. La modélisation siliceuse caractéristique est formée par des sables bruns jaunâtres dans des vallées ou des zones sans pente. En haute montagne on peut retrouver des aiguilles calcaires, alors que dans les zones moins élevées on trouve plutôt des dômes. (MONTANER, 2019).

2.3 Aspects floristiques

La diversité bioclimatiques du bassin méditerranéen et son structure géologique ancienne et la situation géographique, ont conféré de diverses formations végétales allant de formation claire à la forêt. (Carte. 2).

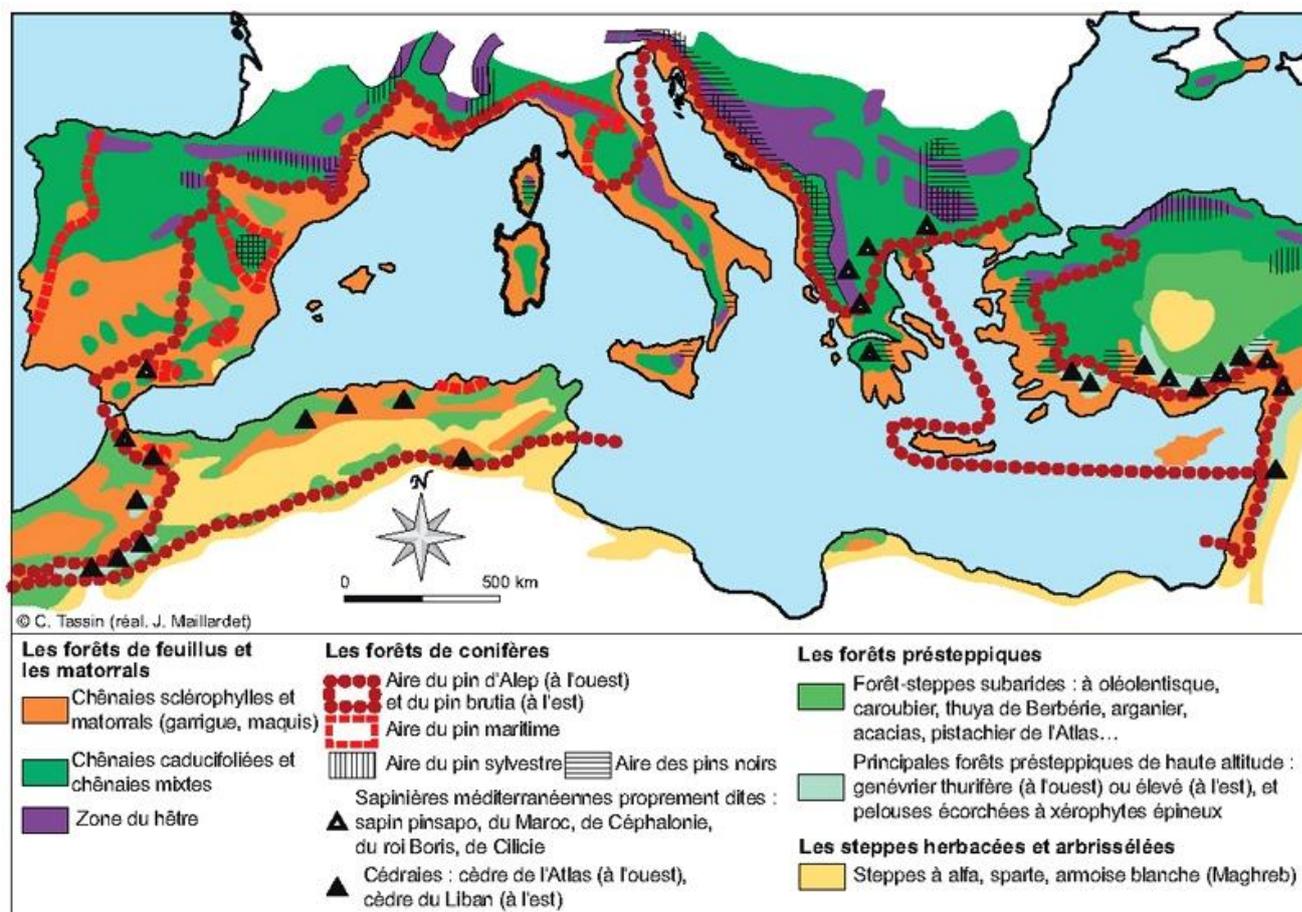
Le découpage typologique des principaux groupes végétaux naturels du bassin méditerranéen dépend principalement de la classification du bioclimat, du sol, et l'intensité des actions anthropiques de plus le relief, montagnes, plaines, littoraux, piémonts et collines.

Les écosystèmes forestiers sont répartis en différents groupes de végétation (QUEZEL, 1976) comme suit :

- ❖ la formation thermophile à *Olea europaea L.* et *Pistacia lentiscus L.*,
- ❖ les forêts de conifères méditerranéens à *Pinus halepensis Mill.*, *Pinus brutia Ten.*, *Pinus pinaster Aiton*, *Pinus pinea L.* *Tetraclinis articulata (Vahl) Masters* et *Juniperus phoenicea L.* ;
- ❖ les forêts sclérophylles de chênes à feuilles persistantes : *Quercus ilex L.*, *Quercus suber L.*, *Quercus coccifera L.*, etc. ;
- ❖ les forêts caducifoliées à *Quercus canariensis Willd.*, *Quercus afares Pomel*, *Quercus libani Olivier*, *Quercus pyrenaica Willd.*, *Carpinus*, *Fraxinus* ;
- ❖ les formations arborées des xérophytes épineuses : *Arenaria pungens Lag.*, *Bupleurum spinosum Gouan*, etc.

Dans les écosystèmes arides de steppes et de désert, la végétation naturelle est en général basse et claire . Les paysages caractéristiques de ces bioclimats arides sont :

- ❖ des formations claires à *Argania spinosa (L.) Skeels* ;
- ❖ des formations claires à *Pistacia atlantica Desf.* et *Ziziphus jujuba Mill.* ;
- ❖ des formations claires à *Acacia* ;
- ❖ des steppes à graminées : *Stipa tenacissima L.* ;
- ❖ des steppes à arbrisseaux xérophytes : *Artemesia campestris L.*, *Artemesia herba alba Asso.* ; des steppes à halophytes : *Salsola*, *Atriplex*...etc.



Carte 2: Les paysages végétaux du bassin méditerranéen : (Source : TASSIN, 2012).

2.4 Aspects physiognomic- structuraux des matorrals face à la pression anthropique

En 1961, le terme « matorral » a été proposé par CHARLES SAUVAGE, désigner les formations buissonnantes essentiellement sempervirentes, qui participent à la dynamique des formations arborescentes. Dans le bassin méditerranéen, ces paysages sont en fait une mosaïque où s'imbriquent plusieurs types comme les garrigues ou les maquis, déterminés par de multiples facteurs, le climat local (la longueur de la saison sèche, les vents...), le sol, l'exposition, l'importance des activités humaines (anciennes destinations des terrains : pacages ou cultures), la colonisation ou non par les pins, les reboisements artificiels, l'évolution régressive ou progressive. (TASSIN, 2012).

Ces formations buissonnantes « matorral » subissent des pressions locales sévères et continues, qu'elles soient climatiques ou anthropiques, qui ont conduit à une dégradation continue et les placent dans un état régressif ou l'élimination totale, comme c'est le cas dans les régions du sud et de l'est de la Méditerranée, où la pression pastorale en croissance et la rareté ou l'absence totale des précipitations.

La structure édaphique "le substrat" de ces formations forestières joue un rôle majeur dans la distinction entre les garrigues et les maquis où les maquis se développent sur des sols siliceux, alors que les garrigues s'étendent sur des sols calcaires discontinus ce qui les rendent plus ouvert que le maquis.

A. Les principaux types de maquis

les maquis sont-ils des formations secondaires liées en général à des perturbations d'origine anthropique « Les incendies et le surpâturage, de plus en plus répétitifs, ont fait régresser les chênaies sempervirentes, détruisant les jeunes plants,....etc. (TASSIN, 2012).

- **Le maquis haut** : est un premier stade de dégradation. C'est une formation arbustive luxuriante pouvant atteindre trois ou quatre mètres de haut, composée essentiellement d'arbousiers et de bruyère arborescente, dont la densité empêche souvent le développement d'un sous-bois et la régénération du chêne-liège. (TASSIN, 2012).

- **Le maquis bas à bruyères** : est un stade plus avancé de la dégradation. Il s'entrouvre davantage, ce qui « facilite l'installation de deux nouvelles Éricacées qui caractérisent non seulement ce maquis mais aussi beaucoup de landes du milieu atlantique : la callune (*Calluna vulgaris* (L.) Hull) et la bruyère à balai (*Erica scoparia* L.) »(GUITTONNEAU, ET HUON, 1992).

- **Le maquis bas à cistes, ou cistaie**: régénérée et propagée par la fréquence des incendies. L'espèce principale, le ciste de Montpellier est souvent exclusive, *C. salvifolius* L., *C vilosus* L., *C. albidus* L., *C. creticus* L.etc.

- **Le maquis corse**: des maquis plus ou moins hauts se développent aux basses pentes, sur un étage méso-méditerranéen. Si l'on excepte, aux adrets, un liseré côtier discontinu de végétation thermo-méditerranéenne caractérisé par l'oléolentisque, les clématites et les plantes grasses, le maquis corse s'étend, selon l'exposition, de 1 à 100 m et 700-900 m d'altitude. (GAMISANS, 1999).

- Le maquis des Maures :

Selon TASSIN, (2012), le massif ancien des Maures forme avec l'Estérel la Provence cristalline et la végétation y croît plus rapidement qu'en pays calcaire car les grès poreux, et les schistes par leur feuilletage, favorisent la rétention d'eau, ce maquis mosaïque comprend des formations plus ou moins fermées :

***Maquis épais à bruyères arborescentes et arbousiers**: où croissent aussi le myrte, le lentisque, le cade, le calycotome épineux et le genêt, et où les grands arbres ont parfois disparu,

***Maquis plus bas**: riches en Éricacées et en cistes, embaumés de lavande des Maures, d'asphodèles et de narcisses, et des senteurs d'encaustique de l'immortelle.

***Formations plus ouvertes**: comme les pelouses à hélianthèmes et orchidées...

- **La pelouse à hélianthème** : est le stade ultime de la dégradation des chênaies sempervirentes sur sol siliceux. Elle forme souvent des clairières au cœur du maquis, où les ligneux ont totalement disparu, laissant la place aux espèces annuelles comme *Trifolium* (les trèfles) ou *Erodium* (les becs de grues), *Tuberaria guttata* (L.) Fourreau (l'hélianthème à gouttes)etc. (TASSIN, 2012).

B. Les principaux types de garrigues

La garrigue apparaît comme une formation végétale dégradée et instable qui tend sans cesse, soit à se dégrader encore davantage, soit à s'enrichir en arbustes ligneux (DUGRAND, 1964).

D'après TASSIN, (2012) et selon la dureté du substrat calcaire on peut distinguer deux grands types de garrigues, qui reflètent aussi des différences d'usages des terres :

- **La garrigue à chêne kermès, dégradation sylvo-pastorale sur calcaires durs** : les coupes de bois, les feux répétés et le surpâturage ont éliminé les arbres de la forêt climacique de chênes

sclérophylles et caducifoliés, et aboutissent à l'installation d'une garrigue basse à chêne kermès, espèce pyrophyte extrêmement ramifiée qui résiste longtemps au feu avec, on le sait, ses nombreuses branches souterraines. (TASSIN, 2012).

- **La garrigue à romarin, dégradation agro-pastorale sur calcaires marneux** : Plus broussailleuse, elle ressemble au maquis bas des sols siliceux. Outre un romarin, on y rencontre l'ajonc de Provence (*Ulex parviflorus* Pourr.) ou encore le genêt scorpion (*Genista scorpius* (L.) DC.) qui rappelle le Calycotome, lequel peut aussi se développer dans la garrigue. La formation à romarin proviendrait surtout d'usages agro-pastoraux, l'homme ayant défriché la forêt originelle de chêne blanc et chêne vert pour cultiver des terres plus ou moins marneuses. La garrigue à romarin se développe sous le couvert des pins d'Alep, ce « modèle expansionniste » qui peut s'installer dans n'importe quel stade de l'évolution (post-incendie, post-cultural, pré-forestier). Aujourd'hui, au nord du bassin méditerranéen, la déprise rurale, un arrêt ou une rareté des feux, peuvent permettre une certaine réinstallation des chênes sous les bois de pins d'Alep. Enfin, la garrigue de chêne kermès qu'on trouve parfois sur les calcaires marneux peut conduire, par évolution régressive, à une garrigue à romarin. *Quercus coccifera* L. s'étend à partir des bordures des champs laissés à l'abandon. Mais à cause de son enracinement assez superficiel, sur les pentes il est remplacé par le buis moins vulnérable face à l'érosion. La *cocciferaie* ou la buxaie sur sols marneux mène souvent à la garrigue à romarin, lequel résiste mieux au déchaussement grâce à sa forte racine pivotante. Le stade ultime de la dégradation étant cette fois la pelouse à aphyllante (*Aphyllanthes monspeliensis* L), plante qui réussit à survivre grâce à son cône de racines pivotantes qui s'enfoncent jusqu'à 30 cm de profondeur. (TASSIN, 2012).

C. Les « forêts steppes » des régions les plus sèches

P. QUÉZEL caractérise « steppes forestières » soit comme des groupements pré-forestiers transitoires (ici des matorrals arborés dont l'évolution dynamique n'est pas achevée), soit comme des groupements pré-steppiques à déterminisme xérique (c'est-à-dire des steppes arborées liées au stress hydrique). M'HIRIT présente ces formations en fonction d'une aridité croissante, qu'il exprime à la fois en millimètres de précipitations annuelles et en nombre de mois secs, en se basant pratiquement sur la concordance entre ces deux données proposée par P ; QUEZEL.

- 4 à 7 mois secs : l'oléo-lentisque, le thuya de Berbérie, le genévrier de Phénicie

Une forêt steppe à *oléo-lentisque* occupe, généralement en ambiance pré-forestière, certains bas pays secs du pourtour méditerranéen, est beaucoup plus développée en Espagne et en Afrique du Nord. Plus brousse que vraie forêt, cette formation thermophile serait pourtant d'origine naturelle. La forêt de thuya de Berbérie peut constituer de véritables groupements forestiers, parfois associée à l'oléo-lentisque et au genévrier de Phénicie, et constitue des structures pré-forestières centrées sur l'Afrique du Nord, mais aussi un stade transitoire dans l'installation de structures sclérophylles. (TASSIN, 2012).

- 7 à 10 mois secs : l'arganier, l'acacia, le pistachier de l'Atlas

La brousse ou forêt claire à arganier (*Argania spinosa* (L.) Skeels), l'Arganeraie, est localisée presque exclusivement dans le sud-ouest marocain. Dans les régions d'Essaouira et d'Agadir, elle y couvrirait plus de 830 000 ha.

Les steppes arborées à Acacia sont des formations caducifoliées (pendant l'été) pré-steppiques ou pré-désertiques, mélange avec l'arganier au sud-ouest du Maroc.

En Afrique du Nord, le pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica Desf.*) possède une plasticité remarquable. Le pistachier de l'Atlas mélange avec des jujubiers (*Zizyphus lotus*) qui protègent les jeunes spécimens contre les herbivores, en Algérie il s'immisce dans la steppe à alfa et à armoise, et même dans le désert, au sud de Laghouat. (TASSIN, 2012).

2.5 Facteurs de dégradation et menaces

Selon une définition bioclimatique des forêts méditerranéennes, la région Méditerranéenne comprend plus de 25 millions d'ha de forêts et environ 50 millions d'ha d'autres terres boisées. Même si les forêts font partie de l'identité et du paysage méditerranéen, leur importance est avant tout liée aux biens et services qu'elles fournissent. Ces surfaces contribuent fortement au développement rural, à la réduction de la pauvreté, à la sécurité alimentaire ainsi qu'aux secteurs de l'agriculture, de l'eau, du tourisme et de l'énergie mais aussi au bien être humain de manière générale. Les menaces causées par Les changements globaux posent un risque particulier pour les principales caractéristiques des forêts et des habitats forestiers méditerranéens et Si rien n'est fait, l'avenir ces forêts pourrait être compromises par plusieurs facteurs liés au changement climatique et à la croissance démographique. Et puisque ces facteurs sont liés à des enjeux d'ordre planétaire, nous devons considérer les forêts méditerranéennes dans un contexte mondial. (F.A.O, 2018).

Afin de préserver ces précieux biens et services que les forêts fournissent au profit des personnes et de l'environnement, il est nécessaire d'être conscient de leurs causes profondes (indirectes) et des causes directes de la dégradation, à savoir :

- **Les brusques changements expérimentés dans l'utilisation du sol:** principalement provoqués par les pressions du développement et le mitage, la fragmentation des habitats occasionnée par les infrastructures de transport, la surexploitation des ressources et la pollution. (W.W.F et U.I.C.N, 2008).

- **Les changements climatiques, sociétaux et de style de vie en région méditerranéenne :** pourraient avoir des conséquences graves sur les forêts, pouvant provoquer la perte ou la réduction de leurs contributions et causer de nombreux problèmes économiques, sociaux et environnementaux. (F.A.O, 2018).

- **Les incendies de forêts :** constituent les conséquences les plus directes et immédiates du changement climatique sur les forêts méditerranéennes. Les impacts du changement climatique, tels que les périodes prolongées de hautes températures, les phénomènes météorologiques extrêmes (vagues de chaleur et forts vents), combinés aux changements dans l'utilisation du sol favorisent l'augmentation de la fréquence, l'intensité et l'ampleur des incendies. (W.W.F et U.I.C.N, 2008).

- **L'économie :** affecte indirectement la dégradation des forêts. La «bio-économie» est un concept clé utilisé pour décrire et concevoir les politiques de développement dans les pays méditerranéens (BUGGE et al., 2016).

- **La croissance démographique :** est l'un des principaux facteurs affectant les écosystèmes forestiers de la région. Alors que la population du sud de l'Europe devrait augmenter légèrement pour atteindre 155 millions de personnes d'ici 2050, la population nord-africaine devrait augmenter de 50 % au cours de la même période (DAES, 2009 In OUADJE, 2021).

- **Invasions biologiques:** Les forêts périurbaines sont particulièrement vulnérables à l'invasion par des plantes exotiques en raison de leur présence dans des paysages caractérisés

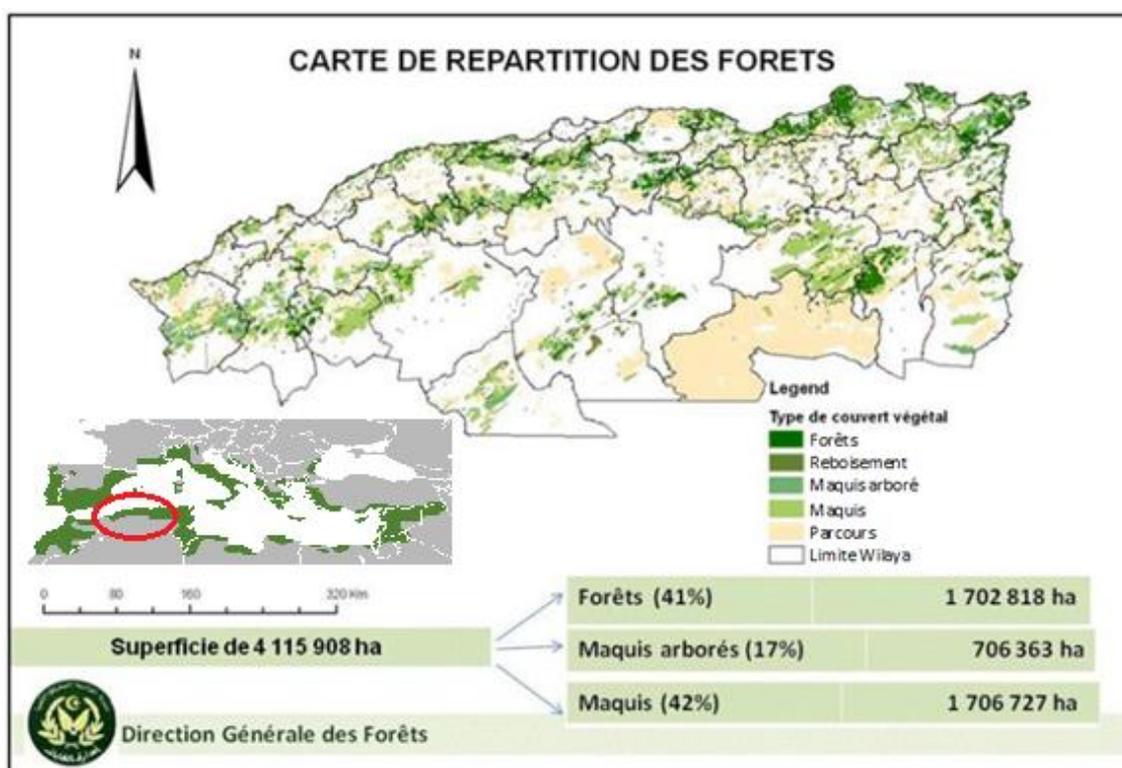
par des niveaux élevés de perturbation humaine et de pression de propagules (CLOTET et *al.*, 2016). Le rôle que l'activité humaine joue dans la facilitation de l'invasion de plantes étrangères dans les habitats périurbains est bien compris (GONZALEZ-MORENO et *al.*, 2013).

3. ÉTAT DES MATORRALS EN ALGÉRIE

3.1 Aire de répartition des matorrals en Algérie

La diversité climatique, la diversité géo-pédologique, la direction des montagnes, la situation orographique, la topographie, et l'intensité des actions anthropiques jouent un rôle majeur dans la grande diversité du paysage et des formations forestières algériennes. Les matorrals, avec ses différents types, occupe la première place, où couvrant 60 % de la superficie forestière totale. (D.G.F, 2018).

Le matorral algérien se caractérise par sa distribution inégale, selon la variation pédologique et les conditions bioclimatiques des différentes régions, et ses visages changent à mesure que l'on s'éloigne de la mer vers le sud ou d'ouest en est, où à l'ouest le passage d'un matorral à l'autre se fait de manière non consolidée. On trouve de nombreuses zones montagneuses couvertes de maquis ouverts ou des garrigues entrecoupés avec des matorrals denses ou des matorrals arboré (clairs ou denses) ou des maquis arboré entrecoupés par des garrigue et des maquis, alors que l'on trouve les forêts des zones montagneuses du centre ou de l'est du pays en contact direct avec les maquis (clairs ou denses) ou les garrigue, où les différents types de ces buissons entourent les forêts de manière hétérogène. (Carte. 3).



Carte 3:Répartition des formations forestières Algériennes. (Source : Direction Générale des Forêts, 2018. Modifié par DAHMANI, 2023).

3.2 Principaux types des matorrals en Algérie

L'hétérogénéité du microclimat par rapport aux facteurs environnementaux : exposition, la topographie précise, les caractéristiques pédologiques, actions anthropiques, l'intensité des incendies...etc., a donné lieu à de nombreux types des matorrals, difficiles à classer avec précision en raison du grand nombre de facteurs de contrôle et les des peuplements végétales qui les caractérisent, par exemple: les matorrals résultant a la dégradation des chênaies vertes par les incendies répétés ne sont pas les mêmes que ceux causés par le surpâturage. Cette hétérogénéité a été à l'origine des nombreuses classifications proposées par divers auteurs : RIVAS-MARTINEZ (1977); QUEZEL et BARBERO (1981, 1986); DAHMANI (1984, 1997); QUEZEL *et al.*, (1987); BARBERO *et al.*, 1990 b; REILLE et PONS, (1992); DAHMANI-MEGREROUCHE, 1996a...etc.

À travers nos observations sur ces travaux, ces classifications sont assez proches l'une de l'autre et permettent d'avancer deux grand types des matorrals en Algérie : type résultant de la dégradation des forêts par actions anthropiques « incendie, surpâturage, les coupes de bois, la mise en culture, ...etc, et type soumis aux conditions pédoclimatiques particulière en plus les prissions anthropiques, ce sont les formations thermophile, xérophile et Halophile.

3.2.1 Matorrals résultant de la dégradation des forêts

La dégradation des forêts de chêne vert, les subéraies par les différent actions anthropiques, conduit à l'émergence de plusieurs types des matorrals, qui sont déterminés selon l'état de la dégradation, et sont représentés physionomiquement par les formations suivantes :

- **Le matorral élevé et dense** : c'est un matorral arborée et dense résultant de la dégradation des forêts de chêne vert, les subéraies par les incendies par la faible fréquence des incendies. La composante floristique base à d'espèces pour la plupart sclérophylles, rejetant de souche tel que: *Quercus suber* L. avec *Arbutus unedo* L., *Myrtus communis* L. *Olea europaea* L., et les *cistaie*,...etc sur le substrat siliceux, alors que sur le substrat calcaires caracterise par : *Quercus ilex* L. , *Quercus coccifera* L., *Phillyrea latifolia* L., *Pistacia lentiscus* L., *Olea europaea* L....etc.
- **Le matorral moyen troué ou dense** : c'est un maquis arborée se remarquent suite à des incendies répétés des forêts de chêne vert et chêne-liège, représentées par des taillis moyens à chêne vert, *Calicotome spinosa* (L.) Link, *Ampelodesma mauritanicum* (Poir.) Dur. et Sch. (Poir.) Dur. et Sch. (Poir.) Dur. , *Genista tricuspidata*, ainsi que cistes de montpellier et à feuilles de sauge, qui indiquent la nature siliceuse du substrat (DAHMANI,1997). Ainsi, les taillis du lentisque et chêne kermès, envahis par des espèces de stratégie « r » au sens de PIANKA (1970), plus résistantes et à fort pouvoir de renouvellement, constituées par chêne kermès, *Phillyrea latifolia* L., *Pistacia lentiscus* L., *Olea europaea* L. *Calicotome villosa* (Poir.) Link., *Calicotome intermedia* Presl., *Chamaerops humilis* L.
- **Le matorral moyen clair** : c'est une garrigue se trouvent, suite à les coupes de bois, les feux répétés et le surpâturage de chênes sclérophylles et caducifoliés sur le calcaire, à : *Calicotome villosa* (Poir.) Link., *Calicotome intermedia* Presl., *Ulex parviflorus* Pourr., *Rosmarinus officinalis* L., *Chamaerops humilis* L., les divers *Genista*, lentisque, les *Phillyrea*, et les reliques de chêne kermès et chêne vert.

- **Le matorral bas troué ou dense** : se développé sur les terrains agricole abandonné ou des matorrals constamment exposées aux feux, ressemble les maquis bas des sols siliceux et les broussailles épais à : *Lavandula dentata* L., *Calicotome intermedia* C. Presl., *Chamaerops humilis* L., les divers *Genista*, les cistes,...etc.
- **Le matorral bas clair et ouverte** : se installé sur les terrains agricole abandonné exposées au surpâturage à: *Lavandula dentata* L., *Lavandula stoechas* L., *Calicotome intermedia* C. Presl., et *Cistus monspeliensis* L., *Chamaerops humilis* L., *Asparagus acutifolius* L., *Urginea maritima* (L.) Baker., *Asphodelus aestivus* Brot., *Ferula communis* L. ...etc.
- **Le matorral très bas** : suite au surpâturage, aux défrichements et aux conditions climatiques sévères, ces formations occupent les bassin verseaux des oueds les hauts plaines dans un bioclimat semi-arides et arides, les principales espèces formant ce groupe sont : *Asparagus acutifolius* L., *Asparagus stipularis* Forsk., *Lavandula multifida* L., *Calicotome intermedia* C. Presl., *Urginea maritima* (L.) Baker., *Asphodelus microcarpus microcarpus* Salzm. et Vivo, Parfois accompagné d'*Artemisia herba-alba* Asso., *Lygeum spartum* L., les *salsola* et quelques reliques de *Olea europaea* L., *Ziziphus lotus* (L.) Lam. (L.) Lam..

3.2.2 Matorrals thermophile, xérophile et Halophile « steppes forestières » :

Ces des formations d'origine naturelle « steppes forestières ou steppes arborées», et certains auteurs font état de la convergence de conditions thermiques et pédologiques favorables. (TASSIN, 2012). Dans les régions aride ou semi-aride du paye, où "P : précipitation" est en général < 600 mm", il évoque des «pré-forêts ou matorrals thermophiles et xérophile », et dans les sols salé se installé les matorrals halophile. Nous retrouvons successivement les formations suivantes :

- **Le matorral à thuya de Berbérie** : c'est un matorral haut, arborée et dense constitue par le thuya et associée à l'oléo-lentisque, le chêne kermès, au genévrier de Phénicie et avec *Myrtus communis* L., les divers cistes sur les sols siliceux. On le rencontre en situation littorale à l'ouest d'Algérie "secteur Oranais" sur terra rossa (ALCARAZ, 1983). La dégradation de cette formation constitue des matorrals basses, clairs et ouverte dominé par l'oléastre, lentisques, les divers *Genista*, *Calycotome*, lesquels semblent alors subordonnés. Le thuya de Berbérie peut constituer de véritables groupements forestiers, mais aussi un stade transitoire dans l'installation de structures sclérophylles. (TASSIN, 2012).
- **Le matorral à Oléo-lentisque** : constitue par des structures arbustives, parfois en ambiance pré-forestières selon l'état de dégradation. Le faciès devient moins impénétrable, à végétation plus rase avec le palmier nain, et le diss (*Ampelodesma mauritanicum* (Poir.) Dur. et Sch. (Poir.) Dur. et Sch. (Poir.) Dur.), grande Graminée en touffes cespiteuses, domine (GUITTONNEAU et HUON, 1992), elle constitue parfois une végétation résiduelle dans les zones maraboutiques interdites aux troupeaux. (TASSIN, 2012). Les principales espèces formant ces groupements sont : *Olea europaea* L., *Pistacia lentiscus* L., *Rhamus alaternus* L., *Rhamnus lycioides* L., *Ampelodesma mauritanicum* (Poir.) Dur. et Sch. (Poir.) Dur. et Sch. (Poir.) Dur., *Chamaerops humilis* L., *Ceratonia siliqua* L., les divers *Genista*...

etc. L'oléo-lentisque est abondante dans tout le secteur de domaine mauritanien Méditerranéenne.

- **Le matorral à *Ziziphus lotus* (L.) Lam.** « *jujube* » : comme pour la formation précédente, ce matorral constitue des peuplements naturels très xérophile est rencontré sur des espaces dégradés et menacés par la désertification, et le surpâturage, réduite à des peuplements clairsemés et isolés dans des champs plus ou moins cultivés (Agriculture marginale). (GAOUAR 1980), avec des sols caillouteux, sont associés le pistachier de l'Atlas, le *Retama Retam Webb.*, *Asparagus horridus L.*, *Asparagus acutifolius L.*, *Withania frutescens (L.) Pauquy (L.) Pauquy* et au laurier ...etc. Il est abondant dans des vastes zones, en particulier le secteur Oranais et le secteur des plateaux de Constantinois.
- **Le matorral à genévrier de Phénicie « *Juniperus phoenicea L.* »** : c'est une formation arbustif, présent essentiellement dans le secteur de l'atlas saharien et le secteur sud-costantinois.
- **Le matorral à halophytes ou la steppe à halophytes** : qui occupe les terrains salés autour des sebkhas et des chotts. On y trouve *Atriplex halimus L.*, *Salsola vermiculata L.* et *Suaeda fruticosa*, *Tamarix...*etc. sont bien représentés sur le pourtour des chotts et des Zehrezs des Hauts-plateaux Orano-Algérois, chott Melghir et Mérouane, Chott du Hodna et les différents sebkhas.

4. PRÉSENTATION DES MATORRALS DANS LA WILAYA DE TLEMCCEN

Les paysages végétaux et le patrimoine forestier de la wilaya sont aujourd'hui de véritables mosaïques, constituées par l'imbrication de communautés végétales homogènes, mais d'une grande vulnérabilité écologique liée aux impacts de la densité et des activités humaines conjugués aux facteurs naturels tel que le climat.

Le découpage typologique des principaux groupes végétaux de la wilaya dépend de la dynamique structurelle (régressive ou progressive) et de leurs réponses : aux systèmes géologiques définis par le relief, montagnes, plaines, littoraux, piémonts et collines, aux perturbations climatiques du cadre géographique de la région et aux l'action anthropique (incendies, surpâturage, les coupes de bois ...etc.), qui font de ces formations à différents stades d'évolution.

De nombreux auteurs ont mené de nombreux travaux et des recherches sur les divers formations forestiers et les effets de l'anthropozoïque et du climat sur le couvert végétal en Oranie et dans la région de Tlemcen, parmi lesquels on citera les travaux de: GAOUAR (1980), ALCARAZ (1982), BENABDELLI (1983), MERZOUK (1994), BENABADJI (1995), BOUAZZA (1995), AINAD TABET (1996), BOUAZZA et BENABADJI (1998), BENABADJI et BOUAZZA (2000), HASNAOUI (2008), GHEZLAOUI et al., (2009), GHEZLAOUI et BENABADJI (2017)....etc.

D'après GAOUAR (1980), 80 % de patrimoine forestier de Tlemcen représentent par les matorrals à Doum (*Chamaerops humilis L.*) et à Diss (*Ampelodesma mauritanicum (Poir.) Dur. et Sch. (Poir.) Dur. et Sch. (Poir.) Dur.*) que le maquis proprement dit, composé de taillis à *Quercus ilex L.* rabougris de *Quercus coccifera L.* et de jujubier très dégradé (*Ziziphus lotus (L.) Lam.*).

Par ailleurs, les matorrals de la wilaya de Tlemcen ont été classés plus précisément grâce à des études récentes et en cours, où des travaux se sont attachés aux aspects botaniques, phytosociologiques et phyto-écologiques. Au fur et à mesure, le faciès matorral change du Nord au Sud et de ouest à l'est de la wilaya, on peut distinguer quatre principales zones bien différentes à partir de la carte géologique de Tlemcen :

4.1 Les matorrals dans les monts de Trara-Sebaa Chioukh

La végétation se caractérise par une diversité de structure, de physionomie et de composition dans les strates arbustives et buissonnantes grâce à la variété géographique, géologique, anthropique et climatique qu'offre les monts des Trara-Sebaa Chioukh.

- Les matorrals élevés à Pin d'Alep et/ou Chêne kermès: c'est un matorral arboré en ambiance pré-forestière, avec un cortège floristique diversifié en espèces de la strate arbustive et sous arbustive. Les espèces les plus présentes sont : *Quercus coccifera* L., *Calicotome intermedia* C. Presl., *Cistus villosus* L., *Pistacia lentiscus* L., *Phyllirea angustifolia* subsp. *media* (L.) P. Fourn., *Chamaerops humilis* L. et *Ampelodesma mauritanica* (Poir.) Dur. Dans la strate arborescente notant la présence de *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters et *Quercus rotundifolia* Lam. La composition moyenne comprend les espèces suivantes : *Pinus halepensis* Mill., *Calicotome villosa* (Poir.) Link., *Cistus salviifolius* L., *Erica arborea* L., *Genista erioclada* Spach., *Globularia alypum* L., *Halimium halimifolium* (L.) Willk., *Lavandula stoechas* L., *Quercus coccifera* L., et *Rosmarinus Tournefortii* de Noé, *Phillyrea angustifolia* L., *Juniperus oxycedrus* L., . Il y a lieu de noter deux faciès dans ce groupements selon le type de sol, sur sol siliceux on a *Lavandula stoechas* L., *Erica arborea* L., *Cistus salviifolius* L. et *Halimium halimifolium* (L.) Willk., *Myrtus communis* L. Par contre sur sols calcaires c'est *Rosmarinus Tournefortii* de Noé, *Globularia alypum* L., et *Genista erioclada* Spach.

- Les matorrals élevés à Thuya : caractérisé par *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters, *Arbutus unedo* L., *Asparagus albus* L., *Bupleurum gibraltarium* Lam., *Calicotome villosa* (Poir.) Link. (L.) Lamk., *Cistus landaniferus* L., *Cistus sericeus* Munby non Vahl., *Genista quadriflora* Munby., *Olea europaea* L., et *Quercus coccifera* L., et un autre cas caractérisé par *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters., *Rhamnus alaternus* L., *Pistacia lentiscus* L., *Rosmarinus Tournefortii* de Noé, *Quercus coccifera* L., *Ceratonia siliqua* L., *Phyllirea angustifolia* subsp. *media* (L.) P. Fourn., *Cistus landaniferus* L., *Arbutus unedo* L., *Cistus villosus* L., *Calicotome intermedia* Presl., *Erica multiflora* L. et *Genista quadriflora* Munby.

- Les matorrals élevés à *Quercus suber* L. : c'est un matorral arboré en ambiance pré-forestière, très fragile, à haute altitude et sur le sol siliceux ; elle est concurrencée par le chêne zeen et le chêne vert. Sa composition floristique dépend de l'étage subhumide où elle se maintient difficilement. Les principales espèces contribuant à la formation de ce matorral sont: *Quercus suber* L., *Ampelodesma mauritanicum* (Poiret) Dur. et Sch., *Quercus rotundifolia* Lam., *Genista quadriflora* Munby, *Quercus faginea* Lam., *Cistus landaniferus* L., *Erica arborea* L., *Cistus villosus* L., *Arbutus unedo* L., *Cytisus triflorus* L'Herit., *Viburnum tin* L., *Rhamnus alaternus* L., *Pistacia lentiscus* L., et *Phyllirea angustifolia* subsp. *media* (L.) P. Fourn..

- Les matorrals Oleo-lentisque « matorral moyen » : correspond à des peuplements très ouverts et classés parmi les plus dégradés. Le Chêne vert en est absent, par contre le Pin d'Alep y est fréquent au même titre que le lentisque. Le chêne kermès et la filaire

sont abondants dans les zones de transition avec les groupements précédents. Les espèces dominantes sont accompagnées de toute une série d'espèces thermophiles telles que : *Cistus sericeus* Munby non Vahl. , *Cistus landaniferus* L., *Ebenus pinnata* L., *Genista quadriflora* Munby., *Coronilla juncea* L., *Withania frutescens* (L.) Pauquy , *Phillyrea latifolia* subsp. *media* (L.) P. Fourn., *Rhamus alaternus* L., *Rhamnus elicoïdes* L., *Ziziphus lotus* (L.) Lam. et *Cistus villosus* L.,

- Les matorrals bas épais buissonnante: à *Calicotome intermedia* Presl *Chamaerops humilis* L., *Rhamus alaternus* L., et *Olea europaea* L., rabougris, divers *Genista*, divers cistes et *Ampelodesma mauritanicum* (Poiret) Dur. et Sch., *Daphne gnidium* L., *Erica multiflora* L.... Un deuxième faciès, renferme de nombreuses espèces situées dans les terrains agricole abandonné, sur les pentes montagneuses, et sur un pied d'un massif montagneux, dans des champs montagneux moins cultivés (Agriculture marginale); et sur les pentes en bordure des champs d'agriculture de montagne proprement dite (agriculture saisonnière), dominée sur sols calcaires par *Asparagus acutifolius* L. , *Asparagus stipularis* Forsk. , *Calicotome villosa* (Poir.) Link., *Chamaerops humilis* L., *Asphodelus microcarpus* Salzm. et Viv. et *Urginea maritima* (L.) Baker. , et sur le sol siliceux dominée par *Lavandula dentata* L., *Lavandula stoechas* L., *Calicotome intermedia* Presl., *Cistus monspeliensis* L...etc.

4.2 Les matorrals dans les plaines et plateaux intérieurs

L'élevage et l'agriculture sont les principales activités dans cette zone, elle regroupe un nombre important de troupeaux et des vastes superficies agricole. Aussi elle regroupe les hautes plaines improductives, les terrains de parcours, des pentes de part et d'autre des vallées et des bassins versants où la végétation est représentée par des formations assez dégradées et perturbées dans leur ensemble, on rencontre des groupements issus tous de différents stades de dégradation des formations initiales. Les principales espèces sont: *Asparagus acutifolius* L. , *Asparagus stipularis* Forsk. , *Asparagus albus* L., *Calicotome villosa* (Poir.) Link., *Withania frutescens* (L.) Pauquy , *Ulex Boivini* Webb. Webb., *Ulex parviflorus* Pourr., *Lavandula multifida* L., *Artemisia herba-alba* Asso., *Ferula communis* L. , *Lygeum spartum* L., *Asphodelus microcarpus* Salzm. et Viv. et *Urginea maritima* (L.) Baker. , avec les reliques de *Olea europaea* L. rabougris et *Ziziphus lotus* (L.) Lam..

Un autre faciès des ces matorrals dans cette zones où les sols salins sur les rives des vallées, les dépressions alluviales et sur les thalwegs, constitué essentiellement d'Atriplexaies, associées aux *Salsola vermiculata* L. , *Suaeda fruticosa* L. , *Tamarix*, *Arthrophytum scoparium* (Pomel) Djin., *Lygeum spartum* L., *Calicotome spinosa* (L.) Link., *Globularia alypum* L., *Teucrium polium* L., *Fumana thymifolia* (L.) Webb ,...etc. (BENABADJI et al., 2004).

4.3 Les matorrals dans les monts de Tlemcen

BOUAZZA et al., (2001), a étudié la typologie des groupes, où il a évoqué les différents principaux types des matorrals dans les monts de Tlemcen et les espèces caractéristiques de chaque groupe, sont représentés par les formations suivantes :

- Des Formations arborées ou des matorrals arborées : à *Quercus ilex* L., *Ceratonia siliqua* L., *Pinus halepensis* Mill., *Olea europaea* L., *Pistacia lentiscus* L., *Juniperus oxycedrus* L., dont la hauteur n'excède pas 6 mètres, occupent les Djebels El Mendjel, Tefassisset, El Hadid et El Ourit....

- Des formations arbustives basses « des matorrals bas » : dont la hauteur oscille entre 0.5 et 1.5 mètres en général à *Ulex Boivini* Webb., *Chamaerops humilis* L. subsp. *argentea*, *Asparagus acutifolius* L. , *Ziziphus lotus* (L.) Lam., *Rosmarinus officinalis* L., divers *Genista* ; *Calicotome villosa* (Poir.) Link., *Cistus villosus* L., *Globularia alypum* L., *Ampelodesma mauritanicum* (Poiret) Dur. et Sch. et quelques reliques de *Quercus ilex* L., *Pinus halepensis* Mill. et d'*Olea europaea* L. atteignent difficilement 2 mètres de hauteur environ.

- Des matorrals formés de Chamaephytes et d'Hémicryptophytes: développés sur substrat calcaire, à *Rosmarinus officinalis* L. *Asperula hirsuta* Desf., *Atractylis humilis* L., *Fumana thymifolia*, *Helianthemum cinerum* subsp. *rubellum*, *Teucrium polium*, ...etc. Autre formation à : *Ulex Boivini* Webbi., *Ulex parviflorus* Pourr. *Calicotome villosa* (Poir.) Link., *Chamaerops humilis* L., *Daphne gnidium* L., *Ziziphus lotus* (L.) Lam., *Erica arborea* L. , *Olea europaea* L., *Pistacia lentiscus* L...etc.

- Un matorral ouvert : à *Chamaerops humilis* L. et *Ampelodesma mauritanicum* (Poiret) Dur. et Sch., *Asparagus acutifolius* L. et *Calicotome villosa* (Poir.) Link., divers Chamaephytes (*Thymus*, *Fumana*, *Fumaria*, etc) ; ce groupement marque la dégradation des formations à *Ceratonia siliqua* L. et *Pistacia lentiscus* L., et leur remplacement en grande partie par des espèces souvent épineuses.

4.4 Les matorrals dans les hautes plateaux

C'est des matorrals très bas, dégradées et perturbées, généralement constituées par des géophytes « des grandes graminées » représentée par les groupements à *Stipa tenacissima* L. et *Lygeum spartum* L. (BOUAZZA, 1995) et des des arbustes très basse représentée par les groupements à *Artemisia herba-alba* Asso. (BENABADJI, 1995), associées au Pin d'Alep boisé, rabougris à djebel Micaidou, El Aricha, sidi El Djilali et au *Juniperus phoenicea* L. à Djebel Sidi El Abed.

5. CONCLUSION

L'ensemble de ce chapitre avait pour but d'aborder les différents matorrals du bassin méditerranéen en général et de l'Algérie en particulier, et d'éclairer les facteurs contrôlant leurs dynamiques structurelles régressives ou progressives à différentes échelles spatiales qui intègrent l'influence des pressions propres au milieu méditerranéen et les pressions anthropiques, et il semble que les matorrals s'adaptent bien à ces conditions.

Aussi, à travers ce chapitre, il est apparu clairement que l'irrégularité des matorrals naturels est une caractéristique du territoire algérien en général et de la région de tlemcen en particulier, où des plusieurs variations tant en termes de strates arborées qu'en termes de types des formations, et de végétation sont présentes au sein d'une même formation où l'on recensera généralement un mélange désordonné de feuillus, de résineux, de épineux de tout âge et de toute taille, entrecoupés par des étendues des herbacés et de géophytes.

Les matorrals actuels constituent une valeur informative importante au plan écologique par leur étendue, leur composition floristique et leur diversité biologique et structurale, elles servent de base pour orienter les études et les programmes d'action visant à les conserver, aménager, réhabiliter et à les développer.

CHAPITRE .2 :
MATERIELS ET METHODES

1. INTRODUCTION

Nous présentons dans ce chapitre l'ensemble des informations qui permettent de situer, de décrire et de comparer les observations climatiques, floristiques, édaphiques et anthropiques qui ont été effectuées dans la zone étudiée.

Devant l'absence de données floristiques et en pédologie sur notre zone d'étude, nous avons été amenés à réaliser un certain nombre d'analyses quantitatives et qualitatives. L'intérêt des analyses quantitatives chimiques et microbiologiques des sols et la réalisation des relevés floristiques permettent de connaître au mieux l'aspect écologique et la dynamique des différents types des matorrals existants dans les zones d'étude, et comment les végétaux répondent aux différents facteurs.

Pour parvenir à notre objectif, il nous a été utile de réunir le maximum de données sur le climat, le sol, la géologie, la végétation et les pressions anthropiques imposées sur la zone d'étude. Deux approches analytiques synthétiques et complémentaires ont été utilisées, l'une basée sur des statistiques multi-variées et l'autre sur une analyse floristique et structurale des espèces végétales présentes.

Les résultats permettront de pallier à l'insuffisance de ces données d'une part, mais également de réaliser un premier diagnostic pouvant orienter différent type d'aménagement et de restauration d'autre part.

2. PHYSIOGRAPHIE

2.1 Localisation de la zone d'étude

La zone d'étude est localisée dans la partie occidentale du nord-ouest algérien (Oranie) dans les massifs des Traras, « les matorrals de Djebel Fellaoucène » ; entre ($35^{\circ} 03' 44.74''$ et $34^{\circ} 57' 18.06''$ Nord ; W : $001^{\circ} 43'.38.60'$ et $001^{\circ} 36'.53.72'$ Ouest) à une altitude de 270m à 1136m avec une superficie de 6259 ha. Elle est constituée par trois masses forestières : « Fellaoucène, Ain Kebira, Ain Fetah », (Carte.4).

2.2 Présentation matorrals de Djebel Fellaoucène

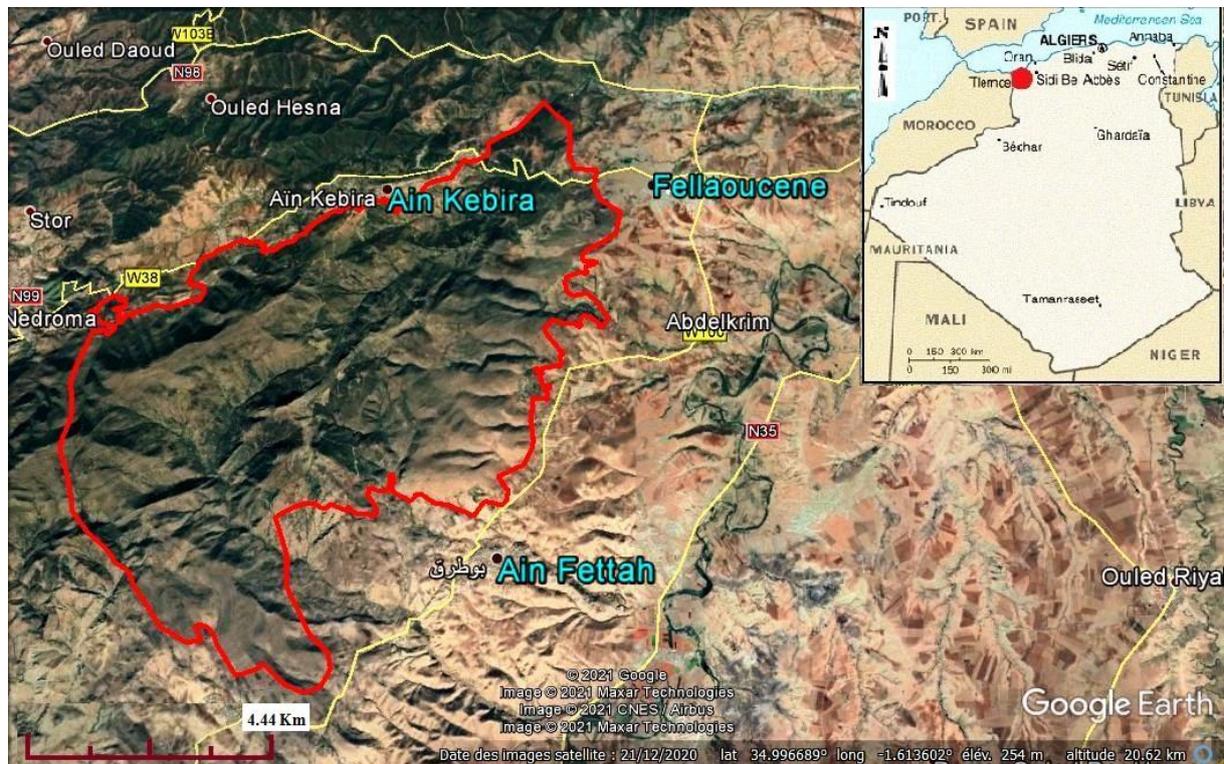
2.2.1 Délimitation écologique

Les formations forestiers de la région d'étude se caractérisent par leur fragilité imposée tant par les facteurs climatiques (sécheresse, faiblesse et irrégularité des précipitations, amplitude thermique, le vent, le brouillard ...etc) et les pressions anthropozoogènes quasi-permanentes.

Ces formations se trouvent en lutte perpétuelle avec les pressions humaines où dominant les parcours, les incendies, les coupes et les défrichements. Cela se traduit par une structure et une composition floristique tendant vers l'équilibre avec les facteurs naturels et humains du milieu et bien sûr par une érosion marquée de la biodiversité. Du point de vue végétation le massif de Fellaoucène est caractérisé par :

- des formations pré-forestières ou des matorrals hauts.
- des matorrals.
- des matorrals basses.
- des cultures pérennes (des arbres fruitiers).
- des cultures annuelles (céréales, légumes et légumineuses sèches).
- des espèces spontanées et des herbacés.

Ces biotopes imposés par des facteurs anthropiques et écologiques particuliers (climat, bioclimat, formation géologique, type de sol.... etc.), sont à l'origine d'habitats remarquables abritant une flore et faune intéressantes.



Carte 4: Carte de la situation géographique de la zone d'étude (Nord-ouest algérien (Oranie) ; les massifs des Traras, «Djebel Fellaoucene ») (Google Earth, 2021. Modifié par DAHMANI, 2023).

2.2.2 Caractéristiques du milieu physique

2.2.2.1 Géomorphologie

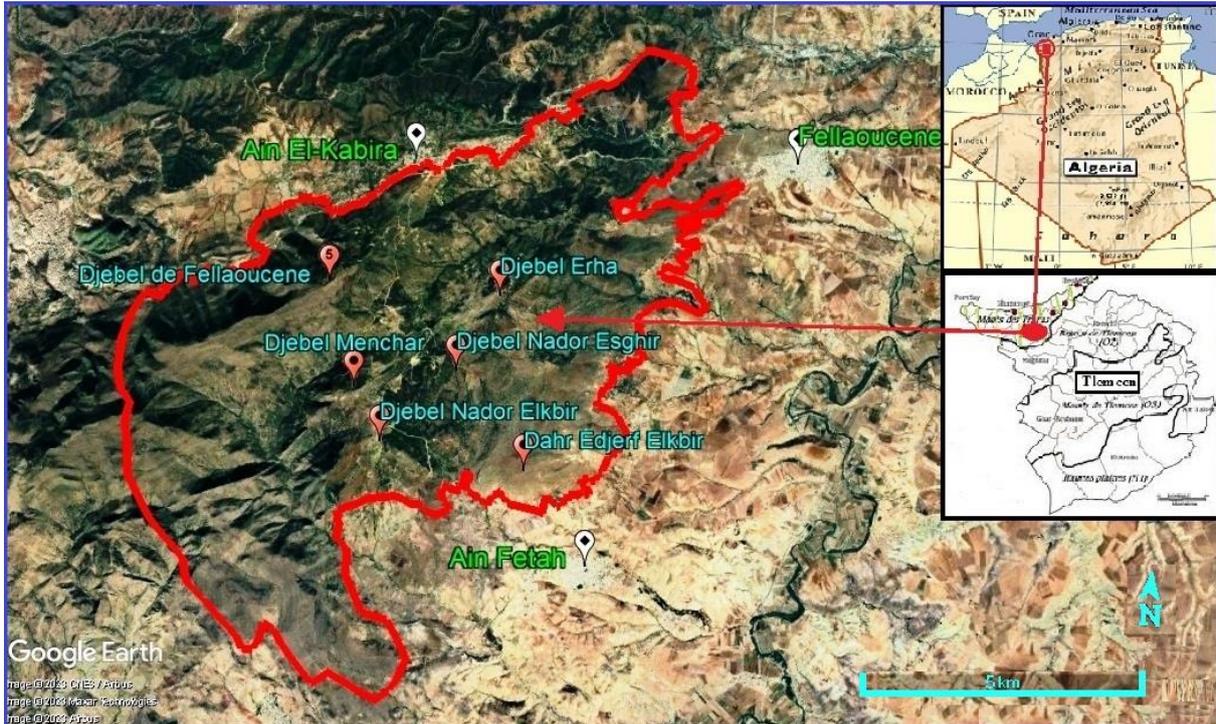
A. Orographie et Reliefs:

Les matorrals montagneux de la région de Fillaoucene, est caractérisé par l'omniprésence de la chaîne montagneuse des Traras, un relief abrupt et côtier, qui est la continuité des Beni Znassen (Maroc) et s'étend jusqu'à l'embouche de la Tafna. La zone de Fillaoucene c'est une chaîne de petite montagne, peu élevée avec des altitudes moyennes oscillantes entre le niveau de la mer et le point culminant de 1136 m au niveau de djebel Fillaoucene.

Spatialement, cette chaîne chevauche sur quatre commune (Nadrouma, Fillaoucene, Aïn Kebira, et Aïn Fetah) (Carte.5), dominée par des pics culminant au-dessus des 650 m: Djebel Manchar (895M) Djebel Nador Kebir (808 m), Djebel Nador Seghir (782 m), Djebel el Arha (693 m), Dahr el djerf keber (664m), ce qui Entraînant la formation des ravinement encaissé le long des vallées principales tel que: Oued Fillaoucene, Oued Menchar, Oued Zailou, Oued Megaz, Oued Diane, et Oued Aïn Sadda, et de nombreuses falaises et tranchées dangereuses telles que: Djerf el Menzel, Djerf Khandek, Djerf el Karia, Dahr el djerf seghir, Khandek Nemer, et Khandek Matmer ou Chaabet el Mtatmer.

Ce relief chahuté de djebel Fillaoucene lui confère le caractère du massif le « plus inhospitalier ». Cette caractéristique trouve sa justification dans le versant nord dans sa

quasi-totalité inaccessible, un relief tourmenté, s'accroissant surtout dans sa partie centrale, surtout au-dessus du village d'Ouled Bin Diab et du village d'El-Hashas.

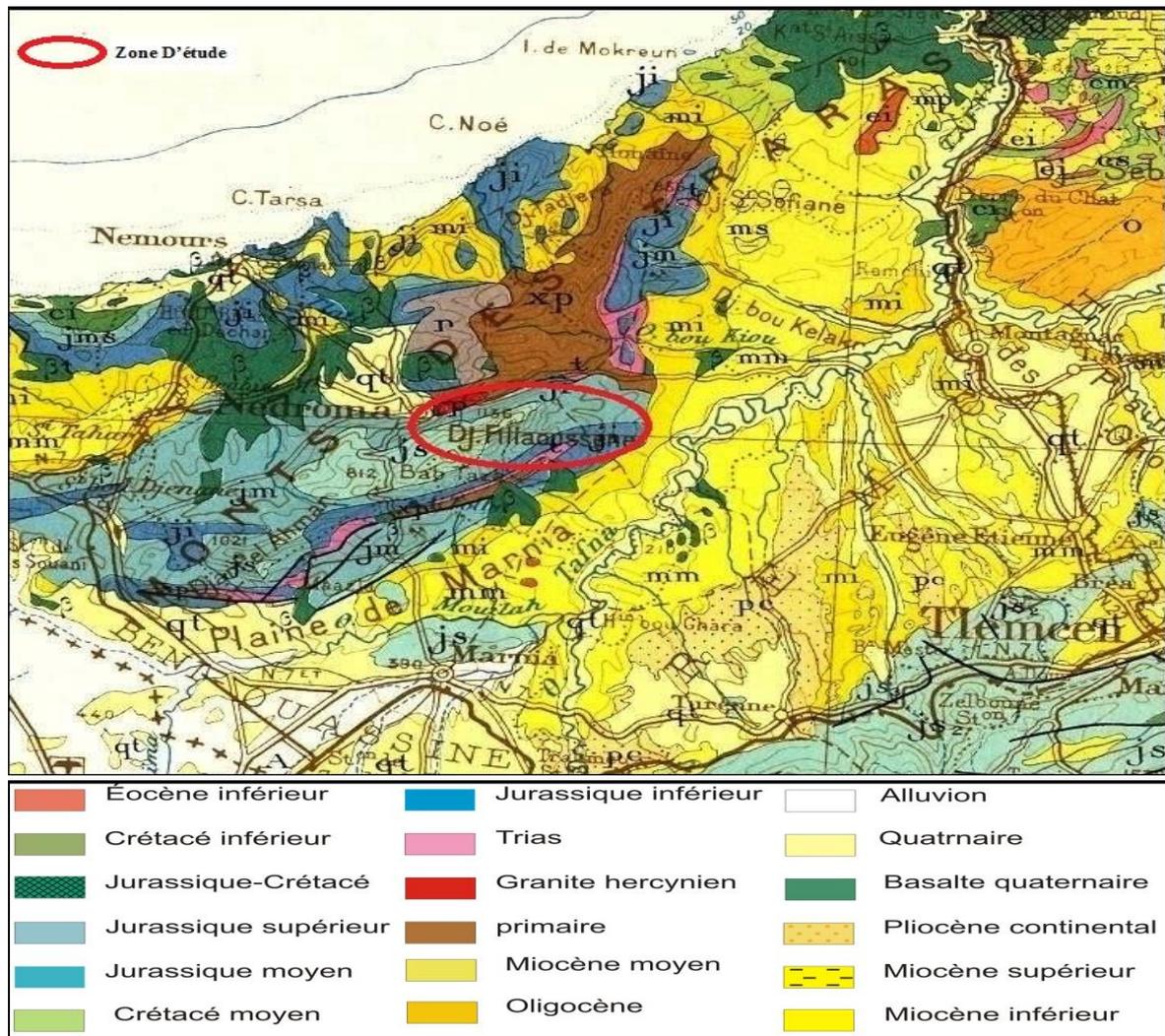


Carte 5: Carte géographique des montagnes de la zone d'étude (Nord-ouest algérien (Oranie) ; les massifs des Traras, «Djebel Felloucène») (Google Earth, 2021. Modifié par DAHMANI, 2023).

2.2.2.2 Géologie et lithologie

Le Massif se caractérise par une diversité géologique, dominée par des formations dures d'âge jurassique moyen qui occupent la plus grande partie du Massif. Elles constituent l'essentiel des principaux sommets (Djebel Menchar, Djebel Nador Kebir, Djebel Nador Seghir, Djebel el Arha. une formation d'âge Jurassique supérieur apparaît également au-dessus du niveau du sommet du djebel Fellaoucène et du versant nord du massif.

Il s'agit d'une formation d'âge Jurassique inférieur au sud de massif avec quelques formations de Trias et de primaire. (Catre.6)



Carte 6: Cadre géologique de l'Oranie (Extrait de la carte géologique de l'Algérie au 1/500.000, in BOUCIF, 2006. Modifié par DAHMANI, 2023).

2.2.2.3 Caractéristiques édaphiques

Les sols méditerranéens sont des sols qui se sont formés sous un climat méditerranéen. (VERHEY *et al.*, 2010). Les sols les plus communs sur le littoral et sublittoral (monts des traras) restent les sols calci-magnésiques sur les marnes calcaires ou les calcaires fissurés (KADIK, 1987). On distingue plusieurs types de sols :

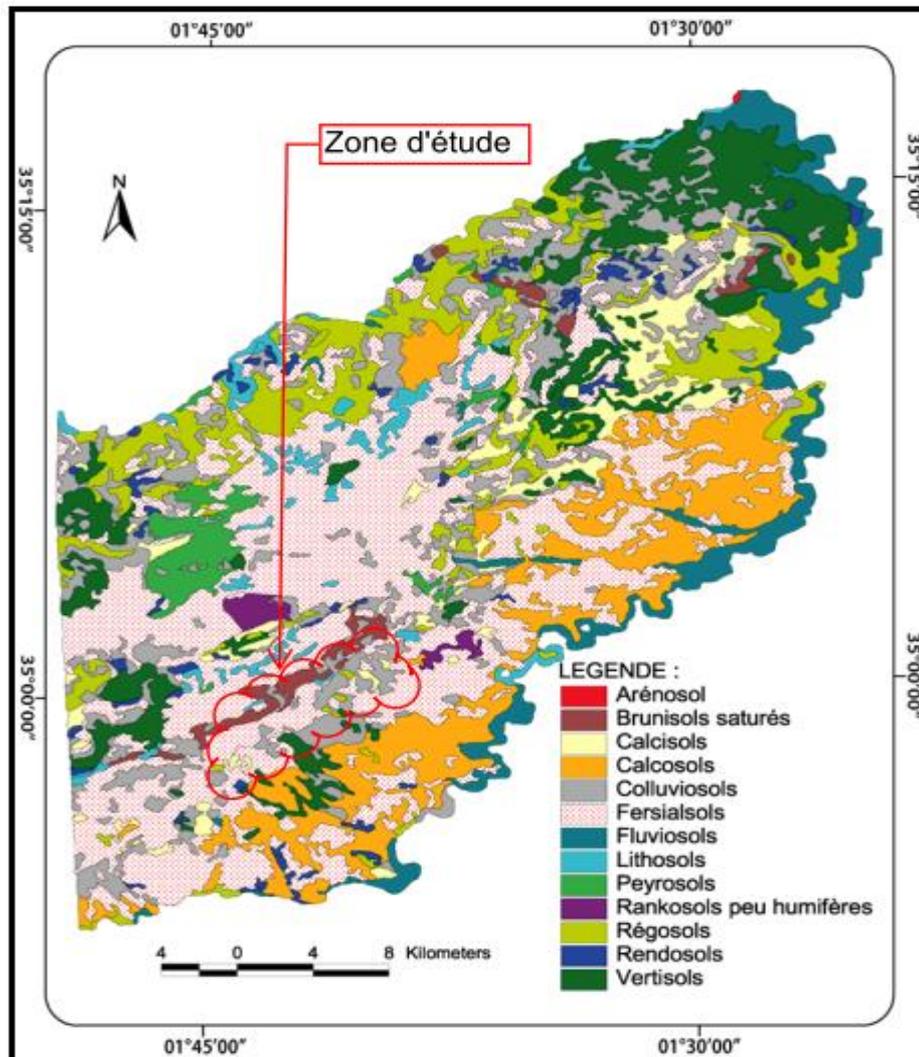
Les sols minéraux bruts ou sols très peu évolués : sont localisés principalement sur les sommets des montagnes, les escarpements et les falaises, versants de montagnes et sont soumis à une érosion hydrique intense. Ces sols caractéristiques des forêts et des matorrals, comportent :

- Les lithosols d'érosion sur les roches dur de : grès, calcaires du Jurassique dure, marnes, schistes, le flysch, grés-pélique et sur le basalte dans les pédiments et les glacis, aussi
- les régosols d'érosion : ce sont des sols constamment rajeunis par l'érosion. Ils se trouvent sur substratum rocheux tendre (marnes) sur des pentes abruptes (>25°), quelle que soit l'altitude.
- les sols minéraux bruts d'apport alluvial dans les lits des oueds caillouteux.

Les sols peu évolués : c'est un mélange des sols d'origine colluviale sur les plaines, les glacis et versants de montagnes tel que « Les fersialsols rouges, Les calcisols, Les rendosols ». (Carte.7). Les sols rouges méditerranéens « Les fersialsols (Cambisols chromic, WRB 2006) » ce sont les sols les plus dominants dans la zone d'étude, à cause du contexte climatique, qui relève du climat méditerranéen xérothérique semi-aride. Ce sont des sols zonaux du bioclimat méditerranéen, présents sur la quasi-totalité des substratums lithologiques. (KAZI-TANI et GAOUAR, 2015)

Les sols évolués : ce sont des sols évoluant sur le grès comme « Les brunisols saturés (Mollic umbrisols, WRB 2006) ». On les rencontre sur les Sommets tabulaires des montagnes et les versants des montagnes. (Carte.7)

Les sols décalcifiés « Les vertisols (Vertisols, WRB 2006) » : ce sont des sols riches en argiles gonflantes du type 2/1 c'est-à-dire contenant une couche d'oxyde d'aluminium enserrée par deux couches de tétraèdres de silice, du groupe des smectites riches en fer notamment les beidellites ferrifères et les nontronites. Ces sols occupent : les plaines sur les roches de marne et les escarpements sur les roches de basaltes. (KAZI-TANI et GAOUAR, 2015).



Carte 7: les types des sols de la zone d'étude. (KAZI-TANI et GAOUAR, 2015.

Modifié par DAHMANI, 2023).

2.2.2.4 Réseau hydrographique

Les Monts de Traras constituent un réseau hydrographique intermittent, ce massif a deux grands bassins versants, celui du Sud qui est drainé par l'Oued -Tafna et qui a deux affluents : Oued Boukiou, Oued Dahmane, et celui du Nord par l'Oued Tafna. (MERZOUK, 2010).

Les réseaux hydrographiques dans la zone d'étude, sont caractérisés par leur densité et par l'existence des Oueds qui sont d'origines pluviales ou souterraines qui proviennent soit directement tel que : Oued Menchar, Oued Zailou, Oued Diane, soit par ruissellement tel que : Oued Fillaoucene, Oued Megaz, Oued Bentata, Oued Aghrouche et Oued Ain Sadda,

Les formations géologiques de la zone d'étude, ne sont guère favorables à l'accumulation des eaux souterraines. Hormis, quelques aquifères limités à des "poches" d'eau souterraine dans les massifs calcaires de djebel Fillaoucene. En générale le massif des « Traras » est considéré comme une zone "sèche".

Les principales formations hydrogéologiques sont observées dans les affleurements des formations Jurassiques autour des bas piémonts et au fond des vallées. Cependant, les débits prélevés à partir des forages peu profonds sont rapidement taris ; les puits sont généralement de qualité saumâtre et ne fournissent de l'eau qu'en saison humide.

La dimension géométrique et la qualité des roches gréseuses ne permettent pas une bonne infiltration des eaux et se traduit forcément par le stockage de faible quantité d'eau. La majorité des formations lithologiques dans cette zone, ne recèlent que de faibles réserves localisées dans les nappes superficielles.

2.2.2.5 Climat

Par sa position géographique et de son relief en paliers étagés du Nord au Sud, le Massif des « Traras » en générale, jouit d'un climat méditerranéen semi-aride, marqué par des influences côtières et continentales.

3. DIAGNOSTIQUE PHYTOÉCOLOGIQUE ET PÉDOLOGIQUE

3.1 Échantillonnage et choix des stations

Le choix et la délimitation des stations sont faits d'après une prospection préliminaire des matorrals dégradés par les différents pressions anthropiques "surpâturage, le coupe de bois, les incendies" et climatiques, qui permet de qualifier et quantifier ces pressions.

Nous avons utilisé dans notre étude, trois types d'échantillonnage :

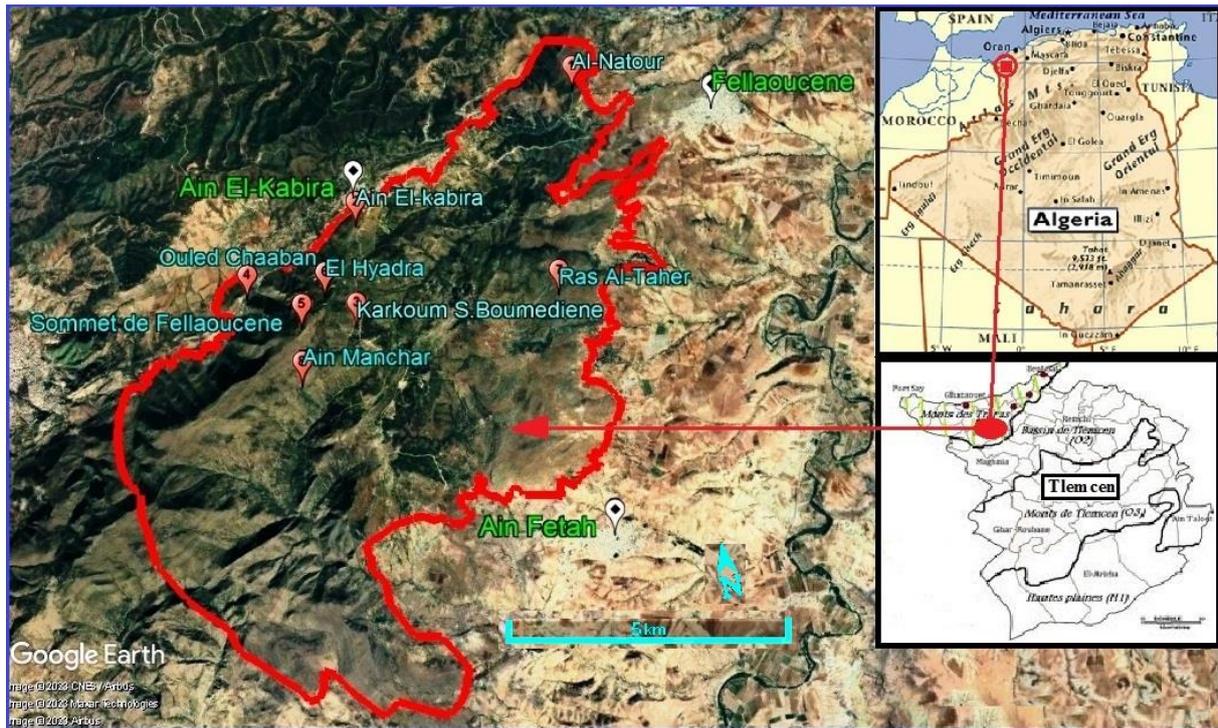
- **L'échantillonnage subjectif** : Il permet un échantillonnage dit de prospection, ou préliminaire. À l'intérieur des stations ainsi obtenue, le choix de l'emplacement de nos relevés s'est fait d'une manière subjective (la présence des actions anthropiques et climatiques) en veillant au respect du critère d'homogénéité floristique.
- **L'échantillonnage stratifié**: l'échantillonnage stratifié semble être la méthode qui donnerait les meilleurs résultats en ce qui concerne notre étude et qui permet d'obtenir des stations susceptibles de traduire le maximum de la situations écologiques. (GODRON, 1971 et FRONTIER, 1983),
- **L'échantillonnage au hasard**: nous avons utilisé cette méthode pour l'échantillonnage des sols, où ont été prélevés aléatoirement des sols à la cour de Mars 2019.

3.2 Caractéristiques générales des stations d'étude

Pour notre étude, et afin d'avoir le maximum d'informations, nous avons pu choisir huit stations (08) d'étude sur la base de échantillonnage subjectif et stratifié.

Tableau 1: Caractéristiques générales des stations d'échantillonnage dans la zone d'étude.

N° & Nom de Station	Exposition	Cordonné GPS	La pente (%)	Substrat	Action Anthropiques	Espèces dominant
1: Al-Natour	Sud-est Nord-est	35° 2'32.60"N 1°37'39.54"O Al : 450 m	< 25	Calcaire	Surpâturage (Ovins et Caprins), Coupe de bois, Ouverture de sentiers, Tourisme, Collecte des plants médicinaux, Déforestations	Sclérophylles et thermophiles : <i>Pistacia lentiscus</i> L., <i>Quercus ilex</i> L. <i>Quercus coccifera</i> L. <i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl) Masters, <i>Cistus monspeliensis</i> L. <i>Calicotome intermedia</i> Presl., <i>Chamaerops humilis</i> L. <i>Ulex parviflorus</i> Pourr. et. <i>Ampelodesma mauritanicum</i> (Poiret) Dur. et Sch.
2 : Ain El Kebira	Sud-est	35° 1'33.09"N 1°40'28.73"O Al : 740 m	20 à 25	Siliceuse	Surpâturage (Bovins), Les incendies	
3 : Karkoum Sidi Boumediene	Sud	35° 0'32.02"N 1°40'43.39"O Al : 750 m	03 à 10	Siliceuse	Surpâturage (Bovins), Les incendies	
4 : Ouled Chaaban	Nord	35° 0'58.99"N 1°42'0.75"O Al : 685 m	10 à 15	Calcaire	Surpâturage (Ovins et Caprins), Coupe de bois, Ouverture de sentiers, Tourisme, Collecte des plants médicinaux, Déforestations	
5 : Le sommet de Fellaoucène	Nord	35° 0'32.04"N 1°41'21.02"O Al : 1130 m	03 à 15	Siliceuse	Surpâturage(Bovins), Coupe de bois, Ouverture de sentiers, Tourisme, Collecte des plants médicinaux, Incendies, Déforestations	
6 : El-Hyadra	Nord	35° 0'49.54"N 1°41'2.81"O Al : 930 m	05 à 15	Siliceuse	Surpâturage (Bovins), Coupe de bois, Ouverture de sentiers, Tourisme, Collecte des plants médicinaux, Incendies, Déforestations	
7 : Ras Al-Taher	Nord-est, Sud-est	35° 0'27.04"N 1°38'18.96"O Al : 500 m	10 à 20	Calcaire	Surpâturage (Ovins et Caprins), Coupe de bois, Ouverture de sentiers, Collecte des plants médicinaux, Déforestations	
8 : Ain Manchar	Sud	35° 0'0.81"N 1°41'30.89"O Al : 780 m	< 25	Siliceuse	Surpâturage (Bovins), Les incendies	



Carte 8: Localisation des différentes stations dans les matorrals de Djebel Fellaoucène (Tlemcen, Algérie Occidentale) (Google Earth, 2022. Modifié par DAHMANI, 2023).

3.3 Potentialités floristiques

Dans les huit stations, nous avons pu réaliser des relevés phytoécologiques, qui ont permis un maillage floristique systématique et de mettre en évidence les principaux gradients phytoécologiques qui participent l'organisation et la structuration forestière de la zone d'étude. Des sorties sur terrains pour la réalisation des relevés floristiques et l'échantillonnage des sols, se sont déroulées durant les Printemps et les Automnes des années de 2018 à 2020. Ont été effectués 200 relevés floristiques dans les huit stations dans la zone d'étude, cela nous a permis de qualifier et quantifier de la richesse spécifique, diversité floristique, et les caractéristique écologique. Chacun de ces relevés comprend des caractères écologiques d'ordre stationnel, recensés ou mesurés sur terrain tel que : Altitude en mètres - lieu et date - La Topographie - La Pente - Exposition - Luminosité - Les caractéristiques pédologiques de la station « Humidité du substrat - Roche mère - Type de sol - Salinité » - Maturité et le taux de Recouvrement de la communauté végétale - Actions biotiques - Contacts écologiques - Contacts dynamiques.

L'identification des taxons a été faite sur le terrain et au niveau du laboratoire d'écologie et gestion des écosystèmes naturel de l'université de Tlemcen à l'aide de : La nouvelle flore de l'Algérie de (QUEZEL & SANTA, 1963) ; Flora Vascular de Andalucía Oriental (BLANCA *et al.*, 2009, Volumes : 1, 2, 3 et 4).

3.4 Caractérisation écologique

3.4.1 Indices Eco-biologique

- *Richesse spécifique (S)* :

$$S = sp\ 1 + sp\ 2 + \dots + sp\ n$$

S : richesse spécifique ; sp : les espèces végétales observées (RAMADE, 2003).

- *Indice de Shannon –Wiener (H')* :

Selon (BLONDEL, 1979 ; FRONTIER, 1983 ; RAMADE, 2003) :

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i$$

H' : Indice de Shannon –Wiener ; p_i : le nombre d'individus.

p_i = l'abondance proportionnelle ou pourcentage d'abondance d'une espèce présente ($p_i = n_i/N$).

n_i = le nombre d'individus dénombrés pour une espèce présente.

N = le nombre total d'individus dénombrés, toute espèce confondue.

S = le nombre total ou cardinal de la liste d'espèces présentes.

- **Indice d'équitabilité de Piélou (E)**: de RAMADE (2003)

$$E = H' / H'_{\max} \quad / \text{avec : } H' = - \sum p_i \log_2 p_i \text{ et } H'_{\max} = \log_2 S$$

- **Indice de perturbation (IP)** : LOISEL et GAMILA (,1993) et le spectre biologique net

$$IP = \frac{\text{nombre de Chaméphyte} + \text{nombre de Thérophyte}}{\text{nombre total des espèces}}$$

Spectre biologique net : est le taux de chaque type biologique (Chaméphyte : CH, Thérophyte: TH, géophyte: GE, Hémicryptophyte: HE, Phanérophyte: PH.) (RAMADE, 2003).

3.5 Récolte des données sur les stations

3.5.1 L'aire minimale

L'aire minimale a été établie par BRAUN-BLANQUET (1952) puis revue par GOUNOT (1969) et GUINOCHET (1973). Selon BENABID (1984) et AINAD TABET (1996), la surface de l'aire minimale est de l'ordre de 50 à 100 m² pour les formations à matorral. Les relevés floristiques ont été réalisés dans des petites placettes de 100 m² dans toutes les formations végétales étudiées, et distantes de 10 à 20 m selon la topographie et exposition des relevés.

Chaque relevé de végétation consiste à faire un inventaire exhaustif de toutes les espèces végétales rencontrées selon les strates, et Chaque espèce est considérée comme présente dès l'observation d'au moins un individu. La notation ne prend donc pas en compte des critères d'abondance, mais elle est basée uniquement sur la présence ou l'absence de chaque espèce. En fonction de la proportion de chaque groupe de plantes : forestières, matorral haut ou bas, les Thérophytes, il sera facile de définir les types et les bordures des perturbations de la station et d'obtenir ainsi, une représentation de l'état écologique de la zone d'étude.

3.5.2 Échantillonnage des sols

Sur chaque station d'échantillonnage, dix « 10 » échantillons de sol, ont été prélevés aléatoirement au cours de Mars 2019, après avoir éliminé la litière, à une profondeur comprise entre 0 et 20 cm correspondant à l'horizon de surface organo-minéral A, où chaque échantillon est un mélange de cinq échantillons provenant des endroits différentes et proches pour obtenir un échantillon composé et homogène. Les échantillons composites seront tamisés à 2 mm, séchés à l'air avant d'effectuer certaines analyses physico-chimiques, ou conservés 15 jours à 4 °C dans l'attente des analyses microbiologiques. Cela nous donne 80 échantillons de sol à analysés dans la zone d'étude.

3.5.3 Analyses chimiques des sols**A- Humidité gravimétrique:**

La teneur en eau gravimétrique (% masse sèche) a été estimée par dessiccation d'une aliquote d'échantillon à 105 °C pendant 24 heures. Elle a été obtenue en soustrayant la masse d'un échantillon de sol séché à celle de cet échantillon avant séchage.

- P1: verre de montre vide.
- P 2: verre de montre + terre frais.
- P 3: verre de montre + terre séchée à 105. La teneur en eau en pourcent de la terre séchée à 105 est de :

$$\% \text{Eau} = \frac{P2 - P3}{P3 - P1}$$

B- Mesure du PH (eau distillé) et de la conductivité

Le pH des sols a été mesuré dans une suspension de sol : eau distillée (1 : 2,5). La mesure a été effectuée après 2h de stabilisation à température ambiante à l'aide d'un pH mètre Métrom (Hérisau, Suisse) et d'un conductimètre.

C- Mesure des teneurs en carbonates de calcium :

Les teneurs en carbonates de calcium ont été déterminées par le calcimètre de Bernard (AUBERT, 1979). Dans une fiole pour calcimètre de Bernard on a introduit dans le doigt 5ml de HCL au ½ avec une pipette droite, puis on a pesé 10 g de terre finement broyée qu'on a introduit dans la fiole, ensuite on a humidifié la terre avec de l'eau déminéralisé sans excès. Après fermeture de la fiole en la raccordant au calcimètre, on s'est assuré que le niveau du liquide arrive à la hauteur du repère zéro.

Tableau 2: l'échelle de Taux de carbonate de calcium (CaCO₃) total.

Taux de CaCO ₃ total a l'analyse	Qualification du sol
CaCO ₃ T ≤ 5%	Sol Non Calcaire
5 < CaCO ₃ T ≤ 12,5%	Sol Faiblement Calcaire
12,5 < CaCO ₃ T ≤ 25%	Sol Modérément Calcaire
25 < CaCO ₃ T ≤ 50%	Sol Fortement Calcaire
CaCO ₃ T > 50%	Sol Très Fortement Calcaire

- v = volume de CO₂ produit par p = 0,2g de CaCO₃ pur et sec.
- V= volume de CO₂ produit par P g de CaCO₃ contenu dans un poids P de sol.
- P = poids de la prise d'essai de terre en gramme.

$$\% \text{CaCo3} = \frac{pV}{Pv} \times 100$$

D- Mesure de la Matière Organique

- Peser 50 g de sol, de chaque station qui a été déjà séché à 105 °C (p2).
- Peser la capsule vide (p1).
- Mettre le (sol +capsule) (p3) dans le four à moufle à 550°C pendant 16 heures.
- Peser une autre fois le (sol +capsule) après le séchage (p4).

La teneur de la matière organique de la terre calcinée à 550 °C est calculée en pourcentage suivant la formule :

$$\text{MO} (\%) = (P_3 - P_4 / P_3 - P_1) * 100$$

Pour calculer la teneur en carbone du sol (CO), la teneur en matière organique du sol est divisée par un coefficient de valeur 1,72 suivant la formule : % Carbone = Matière organique /1.72 (Dabin, 1970).

3.5.4 Analyses microbiologique des sols

A- Respiration basale

La respiration basale ($\mu\text{g C-CO}_2/\text{g de sol sec}$) a été mesurée selon le protocole décrit par ANDERSON & DOMSCH (1978), pour évaluer l'état physiologique des communautés microbiennes des sols. Dix grammes (équivalent sec) de sol frais conservé à 4 °C ont été pesés dans un flacon en verre (117 ml). Les flacons ont été fermés avec un bouchon hermétique immédiatement après le remplacement (4 minutes) de leur atmosphère interne par une atmosphère de concentration en CO_2 stable, puis incubés 4 heures à 25 °C. Après incubation, une aliquote d'atmosphère du flacon (1 ml) a été injectée à l'aide d'une seringue dans un chromatographe en phase gazeuse (Chrompack CHROM 3 – CP 9001). Le chromatographe était équipé d'un détecteur TCD et d'une colonne remplie (Porapak) dans laquelle circule de l'hélium à un flux de 60 mL.h⁻¹. Les valeurs obtenues ont été ajustées à 22°C en accord avec la loi des gaz parfaits à $Q_{10} = 2$. Les concentrations ambiantes en CO_2 ont été soustraites aux concentrations en CO_2 mesurées après incubation pour obtenir la quantité de CO_2 produite par les microorganismes hétérotrophes contenus dans l'échantillon.

B- Biomasse microbienne

La biomasse microbienne a été estimée par la méthode de respiration induite par ajout de glucose (ANDERSON & DOMSCH 1978). Un mélange de talc et de glucose (1 000 $\mu\text{g C g}^{-1}$ sol) a été ajouté aux dix grammes (équivalent sec) de sol. Une incubation de 100 minutes a été réalisée pour atteindre un taux maximal de respiration induite. Les flacons ont été fermés avec un bouchon hermétique immédiatement après le remplacement (4 minutes) de leur atmosphère interne par une atmosphère de concentration stable en CO_2 , puis incubés 90 minutes à 22 °C. La concentration en CO_2 des flacons a été analysée par chromatographie en phase gazeuse et corrigée de la même manière que décrite précédemment pour la respiration basale. Les taux de respiration induite ont été convertis en valeur de biomasse microbienne en utilisant l'équation donnée par BEARE *et al.*, (1990).

Le $q\text{CO}_2$: détermine l'efficacité énergétique des communautés bactériennes

NB : Les analyses ont été réalisées au sein du laboratoire du Campus d'Aix Marseille université.

3.5.5 Analyses statistiques

L'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) et l'analyse en composantes principales (A.C.P) ont été utilisées pour tester les effets des facteurs de dégradation (naturel ou anthropique) les plus influents sur la dynamique de la végétation et des sols, et déceler les corrélations entre des propriétés chimiques, microbiologiques des sols et ces facteurs. L'ACP, servira à mieux connaître les données sur lesquelles on travaille, à détecter éventuellement des valeurs suspectes et à permettre d'étudier les structures de jonction linéaires sur toutes les variables chimiques et microbiennes pour chaque station en particulier et pour la zone d'étude en général, nous verrons si nous pouvons distinguer des groupes dans toutes les variables en considérant des variables similaires, qui sont différentes des autres variables. Les analyses statistiques ont été effectuées sur Minitab 23.

4. ENVIRONNEMENT BIOCLIMATIQUE

Le climat méditerranéen est essentiellement caractérisé par une phase de sécheresse correspondant à la période chaude. Est considéré comme climat méditerranéen tous types de climat où la sécheresse estivale est prépondérante, quel que soit les valeurs thermiques hivernales (BENABDELI, 1996). L'hétérogénéité des facteurs climatiques a été à l'origine des nombreuses classifications proposées par divers auteurs EMBERGER (1955), BAGNOULS ET GAUSSEN (1955), SAUVAGE (1961), WALTER ET LIETH (1960), ALCARAZ (1969).

Dans l'ouest algérien et en particulier en Oranie, les précipitations sont principalement irrégulières d'une année à l'autre. Aussi l'Oranie est caractérisé également par une aridité singulière car les perturbations climatiques abordent le Maghreb par l'Ouest lorsque l'anticyclone des Açores occupe une position méridionale (BENABDELLI, 1996).

Selon SELTZER, (1946), la région de Tlemcen et notamment les monts des Traras la saison estivale sèche et chaude dure environ 06 mois, le semestre hivernal est pluvieux et à tendance froide « climat semi-aride ».

Le climat régional est défini à l'aide des données climatiques enregistrées par la station météorologiques installées dans la région d'étude (Station de Maghnia). (Tableau 3.) Ces données ont été fournies par l'O.N.M 2020 (l'office national de la météo). Dans un souci de bien cerner les influences climatiques zonales sur les conditions locales ; nous avons utilisé une relation linéaire $T = f(z)$, (DOUGUEDROIT et DE SAINTIGNON, 1984) pour les températures moyennes, minima et maxima annuelles et mensuelles, où « T » est la température et « z » l'altitude. Le changement d'altitude du site provoque un réajustement de la température de « -0.54°C » pour 100m de prise d'altitude dans les données météo. Selon SERVANT-VILDARY et ROUX, (1990), les altitudes apparentes déduites sont traduites en termes de température par l'utilisation d'un gradient de température de $0,54^{\circ}\text{C}/100\text{m}$. MARZOUK (2010), a souligné que les maxima diminuent de $0,7^{\circ}\text{C}$ pour 100m d'élévation, et les minima diminuent de $0,4^{\circ}\text{C}$ pour 100m d'élévation.

Pour les précipitations, les reliefs entraînent des variations spatiales telles que la prise en compte du facteur altitudinal ne puisse pas être aussi privilégié que dans le cas des températures. Le caractère limité de la quantité de vapeur d'eau nécessaire aux précipitations au sein d'une même masse laisse, de plus, à penser que le gradient altitudinal ne peut être assimilé à une constante. (DOUGUEDROIT et DE SAINTIGNON, 1984). MARZOUK (2010), a souligné que Les précipitations augmentent avec l'altitude et selon le bioclimat où la pluviométrie augmente de 20 à 30mm tous les 100 m d'élévation, pour les zones à étage bioclimatique subhumide et de 10 à 15mm tous les 100m d'élévation, pour les zones à étage bioclimatique semi-aride.

4.1 Choix des stations d'études

L'étude climatique de notre zone est basée sur les données de la station météorologiques installées dans la région d'étude (Station de Maghnia), pour une période de 30 ans, les données météorologiques sont obtenues à partir du site de : <https://www.infoclimat.fr/observations-meteo/temps-reel/maghnia/60522.html>, cela nous permettra de comparer les résultats de l'ancienne période (1913-1938: Source SELTZER, 1946); les résultats moyenne période (1961-1990 modifiée) et les résultats de la nouvelle période (1990-2020 modifiée). Pour le choix des stations, Nous avons choisi la station de Maghnia parce qu'elle est la plus proche de la chaîne de montagnes des Tararas et de la zone d'étude en

termes de distance, et qu'elle est située à une altitude appropriée qui la soumet presque aux mêmes facteurs climatiques que la zone d'étude.

Tableau 3: Données géographiques de la station météorologique (METAR/SYNOP).

Station	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Wilaya
Maghnia	34,82°N	1,78°O	426 m	Tlemcen

4.2 Facteurs climatiques

Les Précipitations et la température sont la charnière du climat (BARY et *al.*, 1979). Ces paramètres varient en fonction de l'attitude, de l'orientation des chaînes de montagnes et de l'exposition. (KADIK, 1987)

4.2.1 Facteurs hydriques :

4.2.1.1 Précipitations

Les précipitations représentent les seules sources hydriques pour la végétation naturelle et terrestre. Elles exercent une action prépondérante par la définition globale du climat (LE HOUEROU et *al.*, 1977).

D'après BENABADJI et BOUAZZA (2000), l'origine des pluies dans les zones est due aux vents humides du secteur nord durant la saison froide, dont l'influence diminue au fur et à mesure que l'on s'éloigne de la mer selon SELTZER (1946), d'autre part, l'effet d'ascendance de l'air entraîné par les mouvements dynamiques de l'atmosphère à l'approche des reliefs provoque une détente qui s'accompagne d'un refroidissement de l'ordre de 1°C par 100 m dans un air non saturé. Son humidité relative s'accroît en même temps jusqu'à atteindre le point de saturation qui provoque une condensation et l'apparition d'un nuage. La charge en eau de ce dernier va croissant jusqu'au seuil, variable, d'apparition de la pluie. Au-delà, l'excédent de charge augmente et avec lui les quantités de pluie. Il s'agit là du mécanisme provoquant les précipitations orographiques le long des versants « au vent ». (DOUGUEDROIT et DE SAINTIGNON, 1984).

L'altitude, la longitude et la latitude sont les principaux gradients définissant la variation de la pluviosité. En effet, la quantité de pluie diminue du Nord au Sud, de l'Est à l'Ouest et devient importante au niveau des montagnes (CHAABANE, 1993).

En Algérie, les précipitations diminuent d'Est en Ouest (1000 - 400 mm) et du Nord au Sud (1000 à moins de 130 mm). (GEF/PNUD, 2010).

4.2.1.2 Le régime pluviométrique annuelle

Le tableau ci-après, donne un aperçu sur la répartition annuelle des précipitations de la nouvelle période (1991 – 2020), au niveau de la station météorologique.

Tableau 4: la répartition annuelle des précipitations de la nouvelle période (1991 – 2020), de la station météorologique (METAR/SYNOP).

Année	Précips (mm)										
1990	462	1996	462,5	2001	481,9	2006	257	2011	323	2016	225
1991	447,2	1997	540	2002	293	2007	270	2012	174	2017	257
1992	459,8	1998	347,2	2003	395	2008	355	2013	153	2018	384
1993	692,2	1999	187,9	2004	257	2009	370	2014	305	2019	303,5
1994	501,3	2000	287,2	2005	209	2010	355	2015	144	2020	281,9
1995	452,3										

4.2.1.3 Le régime mensuel :

La synthèse des précipitations moyennes mensuelles des trois périodes « 1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 » (Tab. 5), donne un aperçu sur l'évaluation des précipitations moyennes mensuelles.

Tableau 5: Moyennes mensuelles des précipitations et des températures des trois périodes « 1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 ».

Stations	Moyennes mensuelles des précipitations et des Températures												
		janv.	fev.	mar	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	dec.
Maghnia (1913-1938)	P	60	52	49	41	37	10	1	4	22	35	49	58
	T	9	10	12,20	14,65	18,10	21,70	25,90	26,40	22,91	18,11	12,90	9,80
Maghnia (1961-1990)	P	33	59,8	43,1	32,7	45,8	2,3	10	4,3	3,7	16,5	71,1	21,1
	T	9,3	11,2	12,8	14,8	17,6	22,7	26	26,1	24	18,8	14,7	10,6
Maghnia (1991-2020)	P	35,5	25,5	28,9	32,3	20,1	5,6	3,9	10	15,4	31,5	41,9	33,4
	T	10,2	11,1	13,3	15,7	19,3	23,7	27,3	27,6	23,8	19,9	14,6	11,3

4.2.1.4 Régimes saisonniers

L'année est divisée en quatre parties de durées égales par regroupements de mois entiers, Selon DAGET (1977) qui définit l'été comme étant le trimestre le moins arrosée et le plus chaud. Pour aider les traitements des données climatiques, un découpage en saisons des précipitations annuelles est nécessaire. Le premier à avoir défini cette notion c'est Musset (*In* CHAABANE, 1993).

$$Crs = \frac{Ps * 4}{Pa}$$

Crs: coefficient relatif saisonnier de Musset.

Ps: précipitations saisonnières.

Pa: précipitation annuelles. Saisons

Le tableau 6, donne un aperçu sur le Régimes saisonniers des précipitations des trois périodes « 1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 ».

Tableau 6 : Régime pluviométrique saisonnier des trois périodes « 1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 ».

La période	Hiver		Printemps		Été		Automne		Régime saisonnier
	Ps (mm)	Crs	Ps (mm)	Crs	Ps (mm)	Crs	Ps (mm)	Crs	
AP : 1913-1938	170	1,63	127	1,22	15	0,14	106	1,01	HPAE
MP : 1961-1990	114	1,33	121,6	1,42	16,6	0,19	91,3	1,06	PHAE
NP: 1991-2020	94,4	1,33	81,3	1,15	19,5	0,27	88,8	1,25	HAPE

4.2.2 Facteurs thermiques:**4.2.2.1 Températures:**

La température est considérée comme le facteur climatique le plus important, c'est celui qu'il faut examiner en tout premier lieu pour son action écologique sur les êtres vivants. (BREUX, 1980 *In* BELHARANE, 2014). Elle est définie comme étant une qualité de l'atmosphère et non une grandeur mesurable, la température tout comme la pluviosité, joue un

rôle important dans la vie végétal, en effet les paramètres thermiques jouent un rôle déterminant dans la vie végétale. (MARZOUK, 2010).

EMBERGER (1955) a porté son attention sur les extrêmes thermiques qui jouent un rôle écologique fondamental sur l'activité des êtres vivants:

- * **M**: La moyenne des " maximas " du mois le plus chaud,
- * **m**: La moyenne des " minimas " du mois le plus froid,
- * **M – m**: L'amplitude thermique qui exprime la continentalité.

4.2.2.2 Les températures moyennes mensuelles et annuelles :

Les moyennes mensuelles ou trimestrielles sont fréquemment utilisées par les climatologues et fournissent des résultats plus significatifs. (QUEZEL et MEDAIL, 2003). Le tableau 07 présente les températures moyennes mensuelles et annuelles de notre station météorologique.

Tableau 7 : Variation des moyennes mensuelles et annuelles des températures durant les trois périodes « 1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 ».

Stations	janv.	fev.	mar	avr.	mai	juin	juil.	août	sept.	oct.	nov.	dec.	T (°C) Annuelle
1913-1938	9	10	12,2	14,65	18,1	21,7	25,9	26,4	22,91	18,11	12,9	9,8	16,81
1961-1990	9,3	11,2	12,8	14,8	17,6	22,7	26	26,1	24	18,8	14,7	10,6	17,38
1991-2020	10,2	11,1	13,3	15,7	19,3	23,7	27,3	27,6	23,8	19,9	14,6	11,3	18,15

4.2.2.3 Amplitude thermique (M-m) :

DJEBAILI, (1984) a signalé que l'amplitude thermique est déterminée par la dissimilitude entre les moyennes des maximums extrêmes et les minimums extrêmes. Sa valeur est écologiquement importante à connaître, car elle représente la limite thermique extrême à laquelle chaque année en moyenne les végétaux doivent résister. DEBRACH (1953, in ALCARAZ, 1983) en basant sur l'amplitude thermique a pu définir quatre types de climat:

- Climat insulaire: $M - m < 15^{\circ}\text{C}$,
- Climat littoral : $15^{\circ}\text{C} < M - m < 25^{\circ}\text{C}$,
- Climat semi – continental: $25^{\circ}\text{C} < M - m < 35^{\circ}\text{C}$,
- Climat continental: $M - m > 35^{\circ}\text{C}$.

4.2.3 Les vents

Dans la zone d'étude, les vents sont fortement influencés par la présence de la mer surtout sur les fortes altitudes des monts des Traras. La vitesse et la fréquence des directions des vents, enregistrées au niveau de station météorologique, indiquent que le vent du Nord est présent pendant toute l'année, avec quelques fois du vent du Sud-Ouest, dont la vitesse moyenne annuelle est de 2,35 m/s. La vitesse maximale est de 32 m/s, soit 115,2 km/h. Les vents violents sont surtout ceux de la direction nord-ouest. Quant aux vents secs et chauds d'origines sahariennes (siroco), leurs fréquence est en moyenne de 15,6 jours par an. La fréquence des vents calmes avoisine les 34 %.

Le sirocco est aussi responsable des directions Sud, mais avec des faibles fréquences d'apparition, il apparaît surtout en période de transition du printemps à l'été ou de l'été à l'automne. Il est rare en hiver et très rare en décembre.

4.3 Synthèse bioclimatique

La synthèse bioclimatique met en évidence les différentes caractéristiques du climat qui permettent de délimiter les étages de végétation. (RIVA MARTINEZ, 1981 et DAHMANI, 1997).

EMBERGER, (1955) ET BAGNOULS & GAUSSEN, (1953), établissent cette synthèse bioclimatique, dans laquelle ils ont combiné les différents paramètres climatiques afin de déterminer l'impact du climat sur la végétation.

Le climat méditerranéen est caractérisé par deux saisons bien distinctes, la première longue et sèche, la deuxième brève et humide cette dernière se caractérise par des variations pluviométriques irrégulières avec des chutes de pluies torrentielles. (MARZOUK, 2010).

De cela on peut dire qu'il existe plusieurs indices on peut citer:

4.3.1 Indice xéothermique d'EMBERGER,

Comme le Q2 ne tient pas en compte de la xéricité du climat EMBERGER (1941), on caractérise l'intensité de la sécheresse estivale par l'indice :

$$S = PE / M$$

Où PE représente la somme des précipitations moyennes en mm estivales et M la moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en °C.

Un climat ne peut être réputé méditerranéen du point de vue phytogéographique que si $S < 7$ (EMBERGER, 1942).

Pour DAGET (1977), le seuil est fixé à $S < 5$ car entre 5 et 7, on inclut les zones étrangères à l'aire isoclimatique méditerranéenne.

4.3.2 Indice de DE-MARTONNE,

De-Martonne (1926) a défini un indice d'aridité exprimé par la relation:

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

* **I**: Indice d'aridité,

* **P**: Pluviométrie annuelle (mm),

* **T**: Température moyenne annuelle (°C).

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

De Martonne propose la classification suivante :

I < 5 : climat hyper aride.

5 < I < 10: climat désertique.

10 < I < 20 : climat semi-aride.

I > 20: climat humide.

4.3.3 Indice de BAGNOULS et GAUSSEN,

BAGNOULS et GAUSSEN (1953) ont établi un Indice qui permet de définir un diagramme ombro-thermique qui traduit la durée de la période sèche.

Cet indice s'applique surtout au climat qui comporte une saison sèche assez accusée en considérant que celle-ci représente un facteur écologique défavorable à la végétation. Un mois est sec, si le total des précipitations en Millimètres est inférieur ou égal au double de la température en °C. (MARZOUK, 2010).

$$\ll P \leq 2T \gg.$$

P : précipitations moyennes mensuelles.

T : température moyenne mensuelle.

4.3.4 Indice pluviométrique et le climat-gramme d'EMBERGER

En 1932; EMBERGER proposa une formule permettant le calcul de l'indice d'aridité annuel en tenant compte des précipitations et de la température. Le quotient pluviométrique sert à définir le degré l'humidité du climat "les localités sont d'autant plus rapprochées que leurs climats sont plus voisins ", il permet aussi de localiser les stations dans leur contexte bioclimatique. (MARZOUK, 2010). Cette formule s'écrit:

$$Q2 = \frac{1000 P}{(M+m) (M-m)/2} \quad \text{Ou} \quad Q2 = \frac{2000 P}{M2-m2}$$

* M: Présente la moyenne de maxima du mois le plus chaud,

* m: Présente la moyenne des minima du mois le plus froid,

Ces moyennes sont exprimés en degré de Kelvin ($0^{\circ}\text{C} = 273^{\circ}\text{K}$),

* M-m: Amplitude thermique,

* P: Somme des précipitations annuelles en mm,

* (M+m)/2: Température moyenne,

4.3.5 Corrections climatiques (MARZOUK, 2010)

Pour la correction des précipitations, des températures maxima et minima du point haut, pour la zone d'étude on prend les données climatiques de la station météorologique de Maghnia. Le bioclimat de la zone d'étude est du type semi-aride, donc la pluviométrie augmente de 10 à 15mm tous les 100m d'élévation. Les altitudes des stations d'étude varient entre 450 et 1100, et pour une correction plus précise et synthèse bioclimatique locales, nous avons divisé la zone d'étude en quatre classes d'altitudes, qui sont :

- ❖ Classes 1= 500m,
- ❖ Classes 2= 700m,
- ❖ Classes 3= 900m,
- ❖ Casses 4= 1100m.

4.3.5.1 Correction pluviométrique

Exemple : Nous avons pris la station de référence la station de Maghnia qui se trouve à 426 m d'altitude

- Altitude du point haut de la Classes 1 : 500m

- Différence d'altitude : $500 - 426 = 82 \text{ m}$

100m \longrightarrow 15mm

82 m \longrightarrow x mm $x = \frac{82 \times 15}{100} = 12.3$

- Pour mesurer les précipitations du point haut pour l'ancienne période, il faut rajouter à la précipitation de la station de référence les précipitations de x :

$$418 + 12.3 = 430.3 \text{ mm}$$

Calcul de coefficient de correction K:

$$K = \frac{\text{précipitation annuelle des maxima du point haut de la zone d'étude}}{\text{Précipitation annuelle de la station de référence}}$$

$$K = \frac{430.3}{418} = 1.03$$

- Les précipitations du point haut de la zone d'étude sont obtenues en multipliant celle de la station de référence (pour chaque mois) par le coefficient K:

Exemple: Pour le mois de Janvier : $P \times K = 60 \times 1.03 = 61,8 \text{ mm}$.

Tableau 8: Correction des précipitations annuelles des classes des d'altitudes de la zone d'étude durant les trois périodes « 1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 ».

La période	Les précipitations annuelles des points hauts de la zone d'étude par classe (mm)			
	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
1913-1938	430,54	459,8	489,06	518,32
1961-1990	367,438	398,344	425,816	456,722
1991-2020	315,24	346,48	377,72	406,12

* Classes d'altitudes : C1= 500m, C2= 700m, C 3= 900m, C 4= 1100m.

4.3.5.2 Correction des Températures:

Les maxima diminuent de $0,7 \text{ }^\circ\text{C}$ pour 100m d'élévation, et Les minima diminuent de $0,4 \text{ }^\circ\text{C}$ pour 100m d'élévation,

Exemple : Les maxima et les minima du point haut pris la station de référence la station de Maghnia qui se trouve à 426 m d'altitude

➤ Cas des maxima :

Différence d'altitude de la Classes 1 : 500m: $500 - 426 = 82 \text{ m}$

100m \longrightarrow $-0,7^\circ\text{C}$

82 m \longrightarrow x $x = \frac{82 \times (-0.7)}{100} = -0,57$

La moyenne mensuelle et annuelle des maxima du point haut est égale à celle de la station de référence plus x

$26,4 - 0,57 = 25,83^\circ\text{C}$

Calcul du coefficient de correction K :

$$K = \frac{\text{Température annuelle des maxima du point haut de la zone d'étude}}{\text{Température annuelle des maxima de la station de référence}}$$

$$K = \frac{25,83}{26,4} = 0,98$$

Exemple: Pour le mois de Janvier : $T^\circ\text{C} \times K = 9 \times 0,98 = 8,82 \text{ }^\circ\text{C}$

➤ Cas des minima :

Les moyennes annuelles des minima du point haut minimum de chaque classe dans les trois périodes, ont été calculées de la même manière que de la moyenne annuelle des maxima du point haut.

Tableau 9: Correction des températures moyennes annuelles, maximales et minimales durant les trois périodes « 1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 »

Températures	Classes d'altitudes (m)	La période		
		1913-1938	1961-1990	1991-2020
M (°C)	C1	25,83	25,00	25,81
	C2	24,43	23,60	24,42
	C3	23,03	22,20	23,04
	C4	21,63	20,80	21,65
m (°C)	C1	8,64	8,65	9,38
	C2	7,83	7,91	8,57
	C3	7,11	7,07	7,75
	C4	6,30	6,23	6,94
M-m (°C)	C1	17,19	16,35	16,42
	C2	16,60	15,70	15,85
	C3	15,92	15,14	15,29
	C4	15,33	14,57	14,72
T (°C) Annuelle	C1	16,29	16,41	16,83
	C2	15,09	15,25	15,65
	C3	13,97	14,00	14,47
	C4	12,77	12,75	13,29

* Classes d'altitudes : C1= 500m, C2= 700m, C 3= 900m, C 4= 1100m.

5. L'IMPACT DE LA PRESSION ANTHROPIQUE ET LES INCENDIES SUR LES MATORRALS DE LA ZONE D'ÉTUDE

5.1 L'impact de la pression anthropique

Jusqu'au 18ème siècle l'habitant de l'Algérie a utilisé les massifs forestiers comme terrain de parcours. Devant l'abondance des herbages les troupeaux se multipliaient et les besoins en pâturages s'accroissaient. Ainsi le défrichement pris une allure remarquable et les terrains de parcours s'étendaient. En 1941 la région d'Oran comptait 125.000 usagers permanents de la forêt auxquels s'ajoutent les 90.000 temporaires. La population à laquelle on a imposé la vie pastorale était difficilement dissociable de la forêt. Cette relation permanente a eu pendant longtemps, de nos jours et prochainement pour conséquences les phénomènes de défrichement, de pâturage, de droit d'usage, de délits de coupe, d'incendies... (BENBADELI, 1996).

L'appréciation de la charge pastorale possible par formation végétale et la charge réelle constatée permettent d'appréhender la notion de surcharge (déficit pastoral) et de pression conduisant à une dégradation. Ces éléments nécessitent en premier lieu une évaluation des possibilités fourragères offertes. EL HAMROUNI (1978) a établi une relation entre la pluviométrie, la production moyenne en unités fourragères par hectare et la charge pastorale possible dans la pineraie de l'étage semi-aride en Tunisie. AOUADJ *et al.*, (2020) sont parvenus à quantifier ces actions anthropiques au niveau de la zone de Doui Thabet-Ouest Algérien (qui se rapproche de notre région d'étude), ils ont obtenu le résultat suivant : Indice de l'action anthropique est de l'ordre 28 (sans unité), coefficient de surpâturage est de 92.30 % et un déficit fourragère (- 8.952.450 UF).

La région de Tlemcen comme toute l'Algérie, Durant les périodes de sécheresse, les parcours forestiers et l'ébranchage du tapis végétal forestiers constituent la principale source de fourrage pour l'élevage pastoral. La pratique du parcours en forêt se réfère à des concepts traditionnels de l'élevage et sur une utilisation collective des ressources forestières pastorales.

Peu des travaux scientifiques malheureusement sur la quantification des actions anthropiques en Algérien, nous citons deux études seulement : une celle de BENABDELI (1996) et une autre de AOUADJ *et al*, (2020) et AOUADJ (2021).

L'objectif de ce travail est de quantifier l'impact de l'action anthropique et le surpâturage sur les formations forestières de la zone Nord-Ouest Algérien (wilaya de Tlemcen : cas des matorrals de Djebel Felloucene) sur la base des indices et des coefficients élaboré par certains auteurs : MONTAYA (1983) et LE-HOUEROU (1969).

Pour évaluer l'impact des parcours forestiers dans les Matorrals de Djebel Fellaoucène, nos investigations ont porté essentiellement à mesurer d'une part les besoins annuels du cheptel en unités fourragères, potentialités fourragères de production, le déficit fourrager, le coefficient de surpâturage et l'indice de pression anthropique. En effet, cette tâche était indispensable pour cerner les indicateurs de dégradation des parcours et de la forêt et pouvoir présenter des données synthétiques pour l'ensemble de la zone d'étude.

5.1.1 Potentialités pastorales de la forêt : Estimation de la production pastorale

L'évaluation de la production fourragère en UF (unité fourragère) des différentes espèces de la forêt dénombrée a été estimée en se référant aux normes présentées par Le HOUÉROU en 1969 (Tab. 10) :

Tableau 10: Production moyenne en UF des espèces.

Espèces de la forêt	Production en UF (Houérou, 1969)	Moyenne (UF) (Présente étude)
<i>Olea europea L.</i>	40 UF/ha/an	20 UF/ha/an
<i>Pinus halepensis Mill.</i>	25-100 UF/ha/an	50 UF/ha/an
<i>Quercus ilex L.</i>	300 UF/ha/an	150 UF/ha/an
<i>Tetraclinis articulata (Vahl) Masters.</i>	40 UF/ha/an	20 UF/ha/an
<i>Pistacia lentiscus L.,</i>	40 UF/ha/an	20 UF/ha/an

5.1.2 Besoins en UF du cheptel

Pour la détermination des besoins du cheptel en U F, on peut utiliser des normes qui ont été élaborées par Le HOUEROU en 1969 et données par le tableau 11 :

Tableau 11: Besoin du cheptel en UF par type d'animal (LE HOUÉROU, 1969).

Nature du cheptel	Besoin en U F (U F/an et par tête)
Ovins	400
Bovins	1200
Caprins	350

5.1.3 Charge animale : La charge réelle et la charge d'équilibre

On peut déterminer la charge réelle et la charge d'équilibre de la façon suivante (LE HOUÉROU, 1969) :

La charge réelle (Cr) = besoin total du cheptel en UF / par Besoins en U.G.B (U F d'un gros bétail).

On a (HOUÉROU, 1969) :

- 1 bovin représente 1U.G.B
- 3 ovins représentent 1U.G.B
- 4 caprins représentent 1U.G.B

Charge d'équilibre = c'est la production fourragère totale en U F / sur les besoins en U F d'un gros bétail.

5.1.4 Coefficient de surpâturage

On peut déterminer le Coefficient de surpâturage de la façon suivante, Il est exprimé en pour cent de la charge d'équilibre (LE HOUÉROU, 1969) :

$$S = 100 * (1 - Ce / Cr)$$

S : Coefficient de surpâturage.

Ce : Charge d'équilibre.

Cr : Charge réelle

5.1.5 Indice de pression anthropique

La méthode a été adoptée en Espagne par Montoya en 1983, et ce uniquement en déterminant des constantes K pour chaque type de bétail en fonction de son poids et le déplacement dans les forêts de chêne-liège pour évaluer le rayon Buffer ou rayon concentrique du pâturage des animaux. Pour déterminer l'indice de pression, nous nous sommes amenés à inclure en plus de K, le nombre d'habitants par douar et la distance qui les sépare des placettes d'étude. Pour calculer cet indice, nous avons fait la somme de chaque type de bétail en le multipliant par son coefficient correspondant K, le nombre total des habitants et la distance séparant les douars des placettes. Cet indice est calculé pour l'ensemble de chaque série et est donné par l'équation suivante :

$$IPA = [((Nhd + k (\text{Nombre des bovins}) + k (\text{Nombre des ovins}) + k (\text{Nombre des caprins})) / D^2) * Sz] * 1000$$

Avec :

IPA : indice de pression anthropique

Nhd : nombre d'habitants par agglomération : 23131 (RGPH, 2019).

K : coefficient de pression du cheptel (3,7 pour les bovins, 1,7 pour les ovins et 1,9 pour les caprins)

D : distance séparant l'agglomération de la forêt calculée comme suit :

$$\sqrt{(X1 - X2)^2 + (Y1 - Y2)^2}$$

Où : X1 et Y1 sont les coordonnées réelles de la placette (forêt) et X2 et Y2 sont les coordonnées théoriques de la placette.

Donc : D = 0,4 et D² = 0,16

Sz : Surface totale de la zone de pâture en m² simulée à un cercle dont le rayon est la distance du douar à la placette (Rayon = 100 m) avec S_{cercle} = 3,14 * r²

S_{cercle} = 7900 m².

À ce propos, nous avons établi 05 classes d'indice de pression comme le montre le tableau 12.

Tableau 12: Classes d'indice de pression anthropique (MONTROYA, 1983).

Classe d'indice de pression anthropique	Qualificatif de la classe
0-5	Faible
5-10	Moyen
10-15	Fort
15-20	Assez fort
> à 20	Très fort

5.2 Impact des incendies sur les matorrals de la zone d'étude

Dans une même formation forestière, à la suite d'une perturbation donnée (Incendie), le couvert végétal subit des modifications spatio-temporelles où se succèdent différentes formes de végétation correspondant à des stades dynamiques. (IBOUKASSENE, 2008).

La région de Fellaoucène subissent des incendies répétées dans différents matorrals, que leur impact s'est considérablement accru au cours de la dernière décennie, des hectares des matorrals et forêts sont brûlés et risquent de ne pas régénérer avec ces fréquences importantes. (Tab.13).

5.2.1 Sur la végétation

Les incendies affecte la végétation dans sa structure, sa composition et dans sa productivité. Dans la zone d'étude les incendies surviennent périodiquement la végétation. (Tab. 13), la structure devient plus complexe et comprend des arbres, des arbustes hauts, des arbustes bas, des arbrisseaux, et des herbes. Lorsque les feux sont très fréquents (10 ans et moins) la structure devient à nouveau très simple avec seulement des arbustes bas, et des herbes. (Annexe 3).

5.2.2 Sur le sol

On a par ailleurs montré que, les incendies survenus périodiquement dans le massif de Fellaoucène, de sorte que le sol souffre sans aucun doute d'un certain nombre des problèmes mentionnés ci-dessus. Afin de déterminer les effets des incendies sur le sol, nous avons analysé les propriétés chimiques et microbiennes du sol dans lequel le dernier incendie a été enregistré en 2015 (4 ans après le dernier incendie), et l'avons comparé avec un sol qui n'avait pas brûlé depuis plus de 15 ans. Les stations qui n'ont pas été exposées au brûlage sont les stations d'Ouled Chaaban, Ras Al-Taher et Al-Natour, tandis que le reste des stations ont toutes été incendiées en 2015.

Tableau 13: Bilan des incendies durant les 17 dernières années (de 2005 au 2022) par superficies et par commune. « Source : Circonscription des Forêts de Ghazaouet »

Années	Fillaoucene (Ha)	Ain Kebira (Ha)	Ain Fettah (Ha)
2005	0	52,5 à Thuya , chêne vert, Lentisque	37 à Thuya, Olive, Lentisque, Broussaille
2006	0	0	0
2007		460 à Lentisque, Broussailles	0
2008	0	0	0
2009	0	0	0
2010	25 à Pin d'Alep, Thuya, Olive, Lentisque	4,5 à broussailles	15 à broussailles
2011	0	1,5 broussailles	0
2012	6 à Thuya, Broussailles	118 à broussailles	0
2013	2 à broussailles	3,49 à broussailles	5 à broussailles
2014	72 à chêne kermès, Olive, Lentisque, Broussailles	0	6 à broussailles
2015	821 à Pin d'Alep chêne vert et kermès, Lentisque, Broussailles	2 à broussailles	15 à broussailles
2016	0	0	0
2017	0	0	0
2018	0	0	0
2019	0	0	
2020	15 à Thuya, Olive, Lentisque, chêne kermès	0	82 à Thuya+ Olive, Lentisque, chêne kermès, chêne vert
2021		130 à Thuya, Olive, Lentisque, Broussaille	
2022	0	0	0
Total	950,5	771,99	160

CHAPITRE III :

RÉSULTATS ET DISCUSSION

1. RÉSULTATS

1.1 Diagnostique phytocécologique et pédologique

1.1.1 Compositions systématique

L'analyse de la richesse floristique des différents groupements, de leurs caractères biologiques et chronologiques permettrait de mettre en évidence leur originalité floristique, leur état de conservation et, par conséquent, leur valeur patrimoniale (DAHMANI, 1997). La composition floristique reste le meilleur indicateur des conditions écologiques (BONIN *et al.*, 1983).

D'après les relevés floristiques qui ont été effectués, la flore dans la zone d'étude est constituée d'environ 344 espèces, appartenant à 67 familles. La famille des Astéracées est prédominante dans la zone d'étude avec 55 espèces (17%), viennent ensuite la famille des Fabacées avec 36 espèces (11%) et celle des Poacées qui présente 09% où on a enregistré 28 espèces, les Orchidacées (07%) avec 23 espèces d'autre part, on remarque un recouvrement assez important de la famille des Apiacées avec 20 espèces (06%), Lamiacées 05% représentée par 16 espèces respectivement, Brassicacées 04%, Cistacées 3% (fig. 1). Le reste des familles floristiques ont un taux de répartition très faible par rapport aux autres familles, sont parfois mono-génériques et mono-spécifiques, mais écologiquement leur rôle est très important, il s'agit des : Cupressacées, Anacardiacées, Fagacées, Rhamnacées, qui sont les plus dominants dans la zone d'étude.

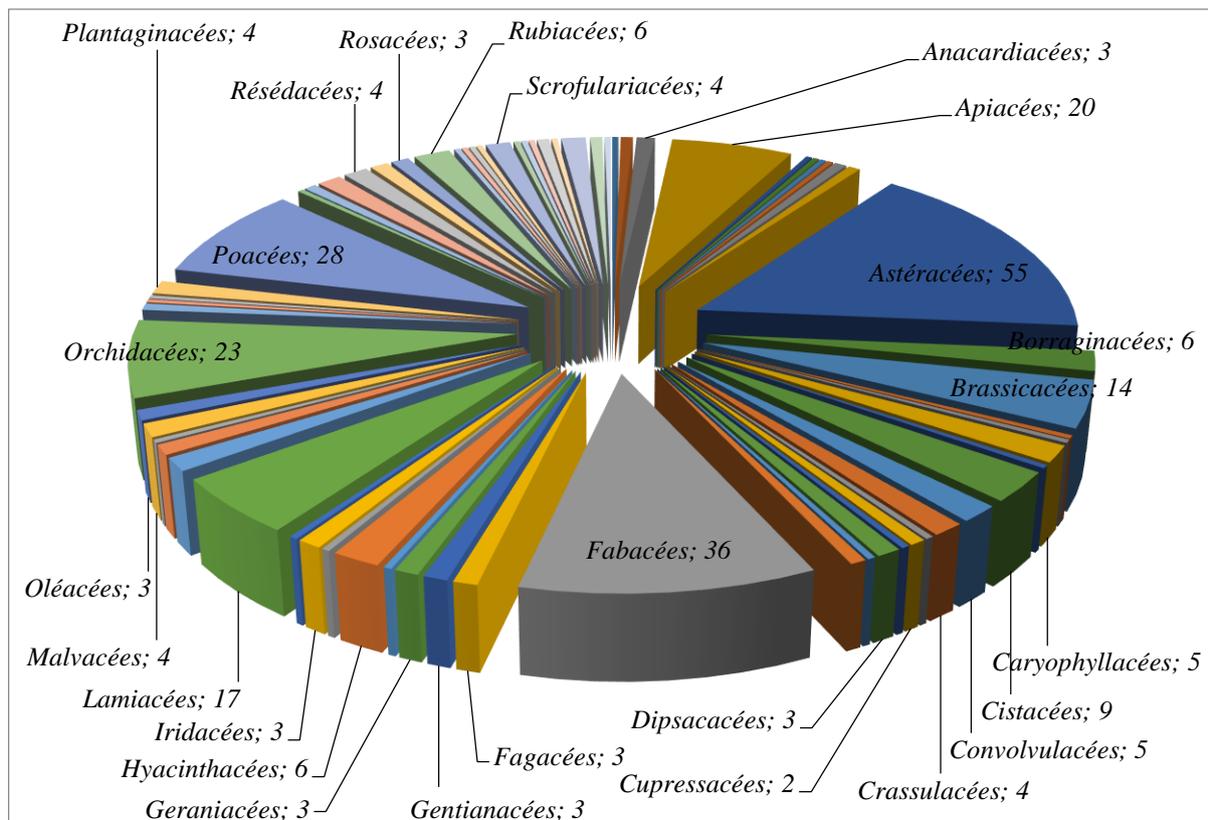


Figure 1: Répartition des familles dans la zone d'étude.

1.1.2 Spectre Biologique

La biodiversité c'est un terme formé à partir de diversité biologique qui comprend trois niveaux de variabilité biologique : complexité de l'écosystème, richesse des espèces et variation génétique (ROBERT-PICHETTE et GILLESPIE, 2000). La proportion des divers types biologiques traduit très souvent le degré d'évolution d'un groupement au sein d'une série de végétation. Les formes biologiques ont été considérées sans distinction des différentes subdivisions relatives à la variation de la taille, de la morphologie et de la disposition des différents organes (BENABADJI et *al.*, 2007). Le spectre biologique selon (GAUSSEN et *al.*, 1982) est le pourcentage des divers types biologiques.

La dominance d'un type biologique, permet de donner le nom de la formation végétale. Celle-ci est donc l'expression physionomique, qui reflète les conditions de milieu. (BABALI, 2014).

La végétation de la zone est constituée d'une formation pré-forestière et des matorrals en mosaïque constitués à base des chênaies, de thuya de barbarie, des cistes, lentisque, Dix, broussailles des fabacées. La répartition biologique établie met en évidence une prédominance des Thérophytes sur les autres formes biologiques avec un taux très élevé de 53% , ce qui montre la forte influence de l'action anthropique sur les milieux. Viennent ensuite les Géophytes (18%) et Chamaephytes (16%). (Fig. 2). Les Géophytes sont bien représentées dans le massif de Fellaoucène, qui d'ailleurs constitue un bon refuge des Orchidacées qui représentaient 39% du pourcentage total des Géophytes. Les Héli-cryptophytes aussi sont bien représentées avec 10%, ceci peut expliquer par la haute altitude et la richesse du sol en matière organique. (BARBERO et *al.*, 1989). Une faible présence de ces Phanérophytes (3%), elles dominant parfois par leur biomasse.

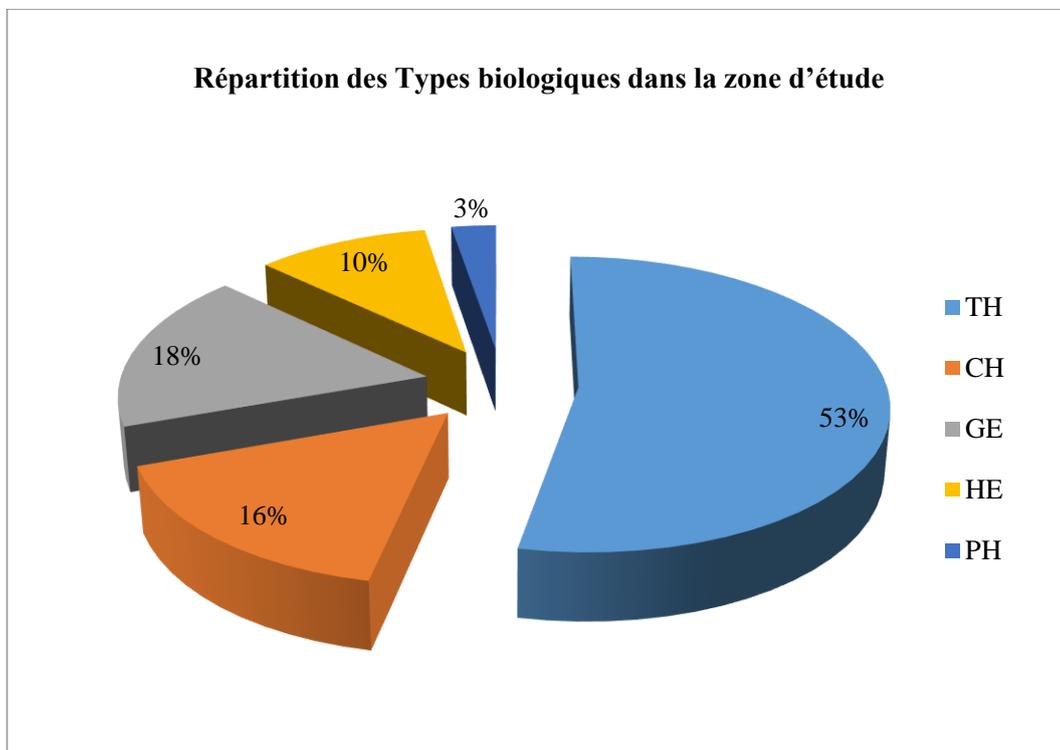


Figure 2: Répartition des Type biologique dans la zone d'étude.

1.1.3 L'endémisme, la flore rare, et menacée

La flore d'Algérie est caractérisée par un taux d'endémisme assez remarquable 12.6% soit 653 espèces sur les 3139 répertoriées, on dénombre 7 espèces arborées à caractère endémique (QUÉZEL et SANTA, 1962). Avec un bilan très précis, recensé environ 3150 espèces en Algérie méditerranéenne. Plus des trois quarts (77,9%) des taxons endémiques stricts d'Algérie ou sub-endémiques sont des plantes plus ou moins rares en Algérie, les endémiques plus ou moins communes représentent moins du quart du total. (VELA et BENHOUGHOU, 2007).

Les Monts des Traras constituent une partie de ce point-chaud régional de biodiversité et forment une entité géographique caractéristique bordant les Monts de Tlemcen, la plus vaste chaîne de montagne du littoral ouest algérien, une région riche en biodiversité végétale combinée à un endémisme élevé (VÉLA et BENHOUGHOU 2007). De ce fait, la région des Monts des Traras a été reconnue comme une des 39 « Zones Importantes pour les Plantes » de l'Algérie du Nord (BENHOUGHOU et *al.*, 2018: 53).

L'échantillonnage de la végétation dans la région de Fellaoucène, effectué à partir de 200 relevés phytoécologiques, nous a permis d'inventorier une partie de la richesse floristique. Les résultats présentés dans le tableau n° 14 sont axés sur l'endémisme, la flore rare et menacée, mais aussi et surtout sur les espèces protégées en Algérie.

L'analyse menée sur le listing des espèces recensées sur les stations d'études d'une part et l'utilisation des catalogues établis par les instances gouvernementales (J.O.R.A, 2012) concernant les espèces à valoriser et/ou menacées d'autre part, nous a permis de dégager les plantes endémiques, rares et protégées. Nous avons pu dégager 11 taxons endémiques, 18 rares et 6 protégés, selon la nouvelle nomenclature de DOBIGNARD et CHATELAIN (2010-2013). (Tab. 14). Dans ce Tableau, les orchidées, sont ignorées, mais nous les avons seulement citées dans un autre tableau (Tab. 15), et présentées dans sous-titre "les Orchidoflores".

1.1.4 Orchidoflores

Après les travaux de MAIRE (1959), QUÉZEL & SANTA (1962), l'orchidoflore algérienne commence de plus en plus à être assez bien connue à travers tout le territoire national, où plusieurs études ont été publiées tel que : BABALI et *al.*, 2013a; REBBAS & VÉLA 2013; HAMEL et *al.*, 2017; MADOUÏ et *al.*, 2017; BOUKEHILI et *al.*, 2018; BABALI et *al.*, 2018a, 2018b; MIARA et *al.*, 2018; BOUTABIA et *al.*, 2019; BABALI et *al.*, 2019...etc.).

Les orchidées sont souvent utilisées comme indicateurs de la santé écologique d'un milieu surtout l'état de santé des écosystèmes forestiers (DEVJLLERS & DEVJLLERS-TERSCHURE, 1994 ; OWEN, 2011 ; MENZEPOH, 2011). La présence d'une population viable d'orchidées dans un site donné signale indirectement la présence de pollinisateurs variés (hyménoptères, lépidoptères, coléoptères...), des champignons associés (*Rhizoctonia*, *Sebacina*, *Tulasnella*...) et leurs caractéristiques d'habitats ouverts et perturbés (SCHATZ et GENIEZ, 2011).

Notre travail permet, d'améliorer, d'actualiser l'inventaire, et d'évoquer l'intérêt patrimonial des orchidées et la santé écologique de la région de Fillaoucène, d'où l'intérêt de prendre en charge ces zones, dans le cadre d'une stratégie de conservation et de restauration de ces habitats.

Il a révélé la présence de 23 espèces/sous- espèces et un hybride appartenant à six genres, dominés par les Ophrys (11 taxons) et les Anacamptis (06 taxons). (Tab. 15).

Le taux de rareté des orchidées recensées est remarquable 59%, ainsi trois taxons sont signalés rares et endémiques (*Anacamptis morio subsp. tlemcenensis*, *Ophrys fusca subsp. maghrebiaca* *Ophrys subfusca subsp. battandieri*). (Tab. 16).

Tableau 14: L'endémisme et la flore rare, et protégée de la zone d'étude. « P. en. A : Protégé en Algérie, R : rares, A.R : assez rares, T.R : très rares, End : endémiques, Alg : Algérie, Mar : Maroc, Tun : Tunisie, Lib : Liban, Can : Canarien ».

Taxon	Rareté	Endémisme	Protégé
<i>Centaurea involucrata</i> Desf.		Alg-Mar	
<i>Daucus carota</i> subsp. <i>carota</i>	R	-	-
<i>Genista tricuspidata</i> Desf.	-	End. Alg.Mar, Tun Lib	-
<i>Genista hirsuta</i> subsp. <i>eriolada</i> (Spach) Raynaud.	A.R	End. Alg. Mar	P. en. A
<i>Rhamus alaternus</i> L.	-	End. Alg.Mar, Tun Lib	-
<i>Juniperus oxycedrus</i> L.	-	-	P. en. A
<i>Nepeta multibracteata</i> Desf.	R	-	-
<i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl) Masters (Vahl) Mast.	-	-	P. en. A
<i>Teucrium pollium</i> L.	-	-	P. en. A
<i>Thymus ciliatus</i> (Desf.) Benth.	A.R	End. Alg.Mar.	-
<i>Lythrum acutangulum</i> Lag.	A.R: O1-2-3, A2	-	-
<i>Phillyrea angustifolia</i> L. subsp. <i>angustifolia</i>	R	-	-
<i>Rhamnus alaternus</i> L.	-	End. Alg.Mar, Tun Lib.	-
<i>Rhaponticum acaule</i> (L.) DC.	-	End. Alg.Mar Tun Lib	-
<i>Sedum acre</i> L.	A.R	-	-
<i>Teucrium fruticans</i> L.	R	-	-
<i>Teucrium pollium</i> L.	-	-	P. en. A
<i>Sanguisorba minor</i> subsp. <i>vestita</i> (Pomel) Maire.	T.R	End. Alg.Mar	-
<i>Centaurea nana</i> Desf.	-	Alg-Mar	
<i>Centaurea acaulis</i> subsp. <i>Balansae</i> (R et R.) M. =	-	End.Alg	-
<i>Adonis aestivalis</i> L. subsp. <i>squarrosa</i> (Steven) Nyman	A.R	End. Alg.Mar, Tun	-
<i>Adonis microcarpa</i> DC.= <i>A. intermedia</i> Webb & Berth.	A.R	Can Mar Alg Tun Lib	-
<i>Arbutus unedo</i> L.	-	End. Alg.Mar Tun	-
<i>Allium paniculatum</i> L = <i>Allium pallens</i> L.	A.R	-	-
<i>Silene coeli-rosa</i> (L.) A. Br.	R: En Oranie	-	-
<i>Silene secundiflora</i> Oth.	Rare	-	-
<i>Hordeum murinum</i> L.	AR : Oran, O3, AS1-2.	-	-
<i>Satureja Calamintha</i> Subsp. <i>Nepeta</i> Correct	A.R	-	-
<i>Vicia angustifolia</i> L. = <i>V. sativa</i> subsp. <i>nigra</i> (L.) Ehrh	R	-	-
<i>Daucus carota</i> subsp. <i>Maximus</i>	R	-	-

Tableau 15: Liste des orchidées recensées dans la région d'étude. (1 : Al-Natour, 2 : Ain El Kebira, 3 : Karkoum Sidi Bou-mediene, 4 : Ouled Chaaban, 5 : Sommet de Fellaoucène: 6 : El Hyadra: 7, Ras Al-Taher, 8 : Ain Manchar).

TAXON	STATIONS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
<i>Anacamptis collina</i>								
<i>Anacamptis coriophora</i> subsp. <i>fragrans</i>								
<i>Anacamptis morio</i> subsp. <i>tlemcenensis</i>								
<i>Anacamptis papilionacea</i> subsp. <i>grandiflora</i>								
<i>Anacamptis pyramidalis</i> subsp. <i>pyramidalis</i>								
<i>Anacamptis</i> × <i>gennarii</i> notho-subsp. <i>rebbasii</i>								
<i>Himantoglossum robertianum</i> (Loisel.) <i>P.Delforge</i> = <i>Orchis robertiana</i> Loisel.								
<i>Neotinea maculata</i> (Desf.) Batt. (Fig.) = <i>Orchis atlantica</i> Willd. = <i>N. Íntacta</i> (Link.) <i>Rchb.</i>								
<i>Ophrys atlantica</i> subsp. <i>atlantica</i>								
<i>Ophrys bombyliflora</i>								
<i>Ophrys fusca</i> subsp. <i>maghrebiaca</i>								
<i>Ophrys lutea</i> subsp. <i>lutea</i>								
<i>Ophrys marmorata</i> subsp. <i>marmorata</i>								
<i>Ophrys omegaifera</i> subsp. <i>hayekii</i>								
<i>Ophrys picta</i> Link = <i>Ophrys scolopax</i> Cav.								
<i>Ophrys speculum</i> Link = <i>O. ciliata</i> Biv.								
<i>Ophrys subfusca</i> subsp. <i>battandieri</i>								
<i>Ophrys tenthredinifera</i> subsp. <i>ficcalhoana</i>								
<i>Ophrys tenthredinifera</i> subsp. <i>tenthredinifera</i>								
<i>Orchis italica</i> Poiret.								
<i>Orchis olbiensis</i> Gren.= <i>Orchis mascula</i> L.								
<i>Orchis papilionacea</i> L.								
<i>Serapias parviflora</i> Parl.								
Nombre de taxons par site	12	10	8	14	14	11	8	9

Valeur patrimoniale des orchidées rencontrées dans la région d'étude.

Tableau 16: Rareté selon QUÉZEL & SANTA (1962) modifiée; endémisme selon DOBIGNARD & CHATELAIN (2010-2013) et CJB (2012). « C : commun; AC : Assez commun; AR : Assez rare; R: rare; P: protégée; LC: préoccupation mineure; Alg-Mar : Algérie - Maroc. »

Taxon	Rareté	JORA 2012	UICN 2019	Endémisme
<i>Anacamptis collina</i>	R	P		
<i>Anacamptis coriophora</i> subsp. <i>fragrans</i>	AR*	P		
<i>Anacamptis morio</i> subsp. <i>tlemcenensis</i>	R*			Alg-Mar
<i>Anacamptis papilionacea</i> subsp. <i>grandiflora</i>	AR	P		
<i>Anacamptis pyramidalis</i> subsp. <i>pyramidalis</i>	AR			
<i>Anacamptis</i> × <i>gennarii</i> notho-subsp. <i>rebbasii</i>	R*			
<i>Himantoglossum robertianum</i> (Loisel.) P.Delforge = <i>Orchis robertiana</i> Loisel.	C			
<i>Neotinea maculata</i> (Desf.) Batt. (Fig.) = <i>Orchis atlantica</i> Willd. = <i>N. Întacta</i> (Link.) Rchb.	R			
<i>Ophrys atlantica</i> subsp. <i>atlantica</i>	AR		LC	
<i>Ophrys bombyliflora</i>	C			
<i>Ophrys fusca</i> subsp. <i>maghrebiaca</i>	R*			Algérie
<i>Ophrys lutea</i> subsp. <i>lutea</i>	C			
<i>Ophrys marmorata</i> subsp. <i>marmorata</i>	AR*			
<i>Ophrys omegaifera</i> subsp. <i>hayekii</i>	R*		LC	
<i>Ophrys picta</i> Link = <i>Ophrys scolopax</i> Cav.	AC			
<i>Ophrys speculum</i> Link = <i>O. ciliata</i> Biv.	AC			
<i>Ophrys subfusca</i> subsp. <i>battandieri</i>	R			Maghreb
<i>Ophrys tenthredinifera</i> subsp. <i>ficelhoana</i>	C			
<i>Ophrys tenthredinifera</i> subsp. <i>tenthredinifera</i>	C			
<i>Orchis italica</i> Poiret.	C*	P		
<i>Orchis olbiensis</i> Gren. = <i>Orchis mascula</i> L.	AR	P		
<i>Orchis papilionacea</i> L.	AR			
<i>Serapias parviflora</i> Parl.	AR*			

1.1.5 La flore médicinale et aromatique dans la zone d'étude

L'Algérie occidentale, comme celui du méditerranéen, se distingue par une biodiversité végétale très importante, notamment dans les matorrals des régions semi-arides. Ce sont en fait des paysages constitués d'une mosaïque pleine des plantes médicinales et aromatiques.

Le tableau suivant représente les plantes médicinales et aromatiques dans la zone d'étude les plus demandées par l'herboristerie, où chaque plante est connue par son nom local, les parties qui en sont utilisées et l'étendue de son importance, selon les noms et les usages des habitants de la région:

Tableau 17: La flore médicinale et aromatique dans la zone d'étude (***) Grand d'Importance, ** moyen d'Importance, * peu d'importance).

Noms scientifiques	Parties utilisées	Importance	Utilisation	Nom local
<i>Ajuga iva ssp pseudo iva (L.) Schreb.</i>	Feuilles et fleurs	**	Antirhumatismale, antiseptique, hypoglycémiant, hypotenseur, tonique, fébrifuge, diurétique, antispasmodique, stomachique.	الشنقورة
<i>Ammoides verticillata (Desf.) Briq.</i>	Feuilles et fleurs	***	Toux, grippe, rhume, appareil génital chez les femmes après accouchement.	نوخة
<i>Arbutus unedo L.</i>	Feuilles et fruits	**	Constipation, favorise la circulation sanguine.	ساسنو
<i>Asparagus officinalis</i>	racine	**	Eczémas	السكوم المر
<i>Asparagus stipularis Forsk.</i>	Tige et racine	***	Aphrodisiaque, Ouvre l'appétit, purifie sanguine, appareil urinaire.	السكوم
<i>Asphodelus microcarpus microcarpus Salzm. et Vivo Salzm. et Vivo</i>	Tubercules	*	Usage externe pour le traitement des otites et en application locale pour les abcès.	برواق
<i>Bunium mauritanicum L.</i>	Tubercules	***	Goitre	تالغودة
<i>Bryonia dioica Jacq.= B. cretica subsp. dioica (Jacq.) Tutin</i>	Les racines	*	Augmenter la sécrétion urinaire. Expectorante, laxative, elle calme les douleurs rhumatismales, favorise les règles et augmente la tension artérielle.	اللواية
<i>Ceratonia siliqua L.</i>	Fruits et Graines	***	Coulons, L'estomac.	الخروب
<i>Chamaerops humilis L.</i>	Racine et fruits	**	antidiabétique.	الدوم، العزف
<i>Cichorium Intybus L.</i>	Feuilles et Les racines	*	Soulager les problèmes gastriques et stomatiques. Anémie et d'insuffisance biliaire.	تلفاف
<i>Cistus monspeliensis L. L.</i>	Feuilles	**	Arrêter les hémorragies, comme cicatrisant, et en tisane en cas de fatigue et de diarrhée. Anti-inflammatoire et contre les maux de tête.	شبوية
<i>Crataegus oxyacantha subsp. monogyna (Jacq.) Rouy et Camus-</i>	Feuilles, fruits et les tiges	***	Système sanguin, Cholestérol, douleur de l'estomac	عين البقرة
<i>Cynoglossum cheirifolium L.</i>	Feuilles et Les racines	*	Les feuilles utilisées contre les brûlures. Racines servaient d'expectorant	ودنين لرنب

			et d'anti-diarrhéique.	
<i>Daphné gnidium L.</i>	Feuilles, tige et fruits	**	diminuer les inflammations et les douleurs abdominales. Teinture pour les cheveux. L'huile de semences est purgative.	اللزاز
<i>Daucus carota subsp. maximus</i>	Tubercules ou Rhizomes	*	Augmente la sécrétion urinaire, est un vermifuge, a des vertus digestives, calme les spasmes de la vessie et les douleurs menstruelles.	سنايرى، الجزر البرهوش
<i>Echinops spinosus L.</i>	Rhizomes et fruits	*	Action réelle sur les fibres musculaires lisses. Le traitement des hémorroïdes.	كشير، قرنبيع المشوك
<i>Echium vulgare L.</i>	Feuilles	*	Usage externe pour le traitement des fractures	الحريشة
<i>Ephedra fragilis Desf.</i>	Feuilles, fruits et les tiges	*	Migraine	لنجبار
<i>Erica arborea L.</i>	Feuilles, fruits et Les racines	**	Elle est astringente, antiseptique et augmente la sécrétion urinaire. Les pipes de bruyère fabriquées à partir des racines.	بوحداد، بووطرطاق
<i>Eryngium tricuspidatum L.</i>	Feuilles	*	purifier le sang en favorisant l'élimination des toxines et en accroissant la sécrétion d'urine.	قوريك
<i>Fedia cornucopiae (L.) Gaertn.</i>	Feuilles	*	Cette plante au goût de noix est parfois utilisée en salade.	تيكوك، تاكوك
<i>Ferula communis L.</i>	Sommités fleuries avant la floraison, Tige et Rhizomes	*	anticoagulantes. Sommités fleuries utilisée en salade	الكلكة، البوبال
<i>Foeniculum vulgare (Mill.) Gaertn</i>	Feuilles et Graines	**	Anti flatulente, expectorante	البسباس
<i>Genista tricuspidata Desf.</i>	Tige	*	Préparation El khoul	القندول، الشريك
<i>Globularia alypum L.</i>	Sommités fleuries, Feuilles, et tige	****	Usage externe pour le traitement des démangeaisons	عوينت لرنب، عينون كحلي
<i>Inula viscosa (L.) Ait.</i>	Feuilles	****	Usage externe pour le traitement des plaies et en application locale pour les abcès	مرسبط
<i>Juniperus oxycedrus L.</i>	Tige et fruits	**	antiseptique et parasiticide	طاقة
<i>Lavandula dentata L.</i>	Feuilles et fleurs	****	Stérilité féminine et maladies de l'utérus, Douleur de l'estomac, diarrhée, les reins, céphalée et Cholestérol, préparations des shampooings.	زير
<i>Lavandula stoechas L.</i>	Feuilles et fleurs	****	Antifongique et antiseptique (pharyngites, angines). Elle calmerait les douleurs causées par les gingivites et préviendrait les caries dentaires.	حلحال، تيمرزة
<i>Lavandula multifida L.</i>	Feuilles et fleurs	****	Préparation des pains traditionnels grippe, rhume,	زيرت الرقيقة

<i>Linum suffruticosum L.</i>	Feuilles et fleurs	*	Laxatif, nutritif pour le cerveau,	الكتان
<i>Linum strictum L.</i>	Feuilles et fleurs	*	Laxatif, antioxydant, nutritif pour le cerveau,	الكتان
<i>Lonicera implexa L.</i>	Feuilles et fleurs	*	Augmenter la sécrétion urinaire, en agissant sur le rein. Activer la circulation sanguine et stimuler les fonctions digestives.	سلطان الغابية، شحنة العتروس
<i>Malva silvestris L.</i>	Feuilles et tige	***	Douleur du colon	خبيز
<i>Marrubium vulgaare</i>	Feuilles	**	Plaie, Fièvre, Infection, migraine Rhumatisme.	مريوة
<i>Mentha pulegium L.</i>	Feuilles	***	Grippe, appareil génital, Douleur de l'estomac, appareil urinaire.	فلايو
<i>Myrtus communis L.</i>	Feuilles, fruits et fleurs	***	La grippe, rhume, sinusite et Fièvre, antiseptique et digestif, préparations des shampooings désinfecte la gorge, compresse ou en lavage, les plaies infectées. Elle est recommandée contre les bronchites, les problèmes de prostate, les hémorroïdes.	الرحان
<i>Nerium oleander L.</i>	Les fruits, les rameaux, les feuilles et les fleurs	*	Antidiabétique, diurétique et cardiotonique. Utilisé contre les verrues. Employés contre les maladies de l'utérus et les hémorroïdes. Elle peut être utilisée comme insecticide.	الدفلة
<i>Olea europaea L.</i>	Feuilles et fruits	***	Diabète, Cholestérol, la gencive, des aphtes et les mauvaises haleines, la toux, le rhume, les aphtes	زبوج، قرجيط، زيتون
<i>Ophrys tenthredinifera subsp. tenthredinifer</i>	Tubercules	*	La fabrication du salep qui est une boisson nutritive. Traitement des irritations du canal gastro-intestinal. Préparation des pains traditionnels	الحي
<i>Paronychia argentea (Pourr.) Lamk.</i>	Feuilles, fruits et fleurs	***	la circulation de l'urine. Elle est utilisée aussi dans le traitement de la tuberculose. Fièvre et migraine	فتاة الحجر
<i>Phillyrea latifolia L.</i>	Feuilles et fruits	**	Douleur de l'estomac	الکطم
<i>Pistacia lentiscus L.</i>	Feuilles, les tiges, Les racines et fruits	***	Astringent, cicatrisant, diurétique, antitussif. Rhumatisme, douleurs du tube digestif, la Fièvre, l'asthme. Son huile sert pour les massages contre les maux de dos, les varices et les jambes lourdes.	الضرو، الطرو
<i>Pistacia Terebinthus L.</i>	Feuilles et fruits	**	Antalgique, anti inflammatoire, antispasmodique.	البطم
<i>Quercus coccifera L. = Q. pseudo-coccifera Desf.= Q. mesto Boiss.</i>	Les racines et fruits	***	Astringent et anti-diarrhéique.	الكروش
<i>Quercus ilex L.</i>	Les racines et fruits	***	Côlon, contre les hémorragies	البلوط

			et les hémorroïdes.	
<i>Raphanus raphanistrum L.</i>	Feuilles, et fleurs	**	Appareil génital	الجرجير
<i>Reseda alba L.</i>	Feuilles, et fleurs	*	il est diurétique et accentue la transpiration.	كعالت الكيش
<i>Reseda lutea L. subsp. lutea = R. nainii Maire = R. ramosissima Willd.</i>	Feuilles, et fleurs	*	il est cicatrisant, diurétique et sudorifique. Ses feuilles sont comestibles en salade et ont un goût poivré.	/
<i>Rhamnus LisoidesL.</i>	Feuilles	***	Rhumatisme, lactaire, Ictère appareil génital.	مليس
<i>Rhamus alaternus L.</i>	Feuilles, fruit et tige	**	Rhumatisme, lactaire, contre les maux de gorge, purgatif.	مليس، القصد
<i>Rosa canina L.</i>	Pétales et fruit	*	Douleur de l'estomac	علايق، الزايوق
<i>Ruta chalepensis L. = R. bracteosa DC. = R. chalepensis var. intermedia Rouy</i>	Feuilles, fruit et tige	*	Infections, appareil génital, toux, rhumes, grippe, Diabète	الفجل
<i>Ruscus hypophyllum L.</i>	Rhizomes et fruits	*	contre les jambes lourdes, les varices, les hémorroïdes et pour les soins de la peau. Les jeunes pousses peuvent être consommées comme l'asperge.	أس الباري
<i>Sanguisorba minor Seop.</i>	Feuilles, fruit et tige	*	La Petite pimprenelle a un arrière-goût de concombre, elle est consommée dans les salades ou utilisée pour relever les sauces, les soupes ou les œufs.	المسكية
<i>Satureja Calamintha Subsp. Nepeta Correct</i>	Feuilles	**	Toux, grippe, Préparations des tisanes	نابطة
<i>Scolymus hispanicus L.</i>	Feuilles, et tige	***	Douleur du colon	العسلوج، القرنية
<i>Tetraclinis articulata (Vahl) Masters (Vahl)</i>	Feuilles, fruits et tige	***	Toux, grippe, Antirhumatismale, application locale pour les abcès	عر عار
<i>Teucrium polium ssp. Capitatum</i>	Feuilles et fleurs	**	Toux, grippe, Préparations des tisanes	خياطة
<i>Thapsia garganicca L.</i>	Racine et fleurs	*	Anti-inflammatoire, antiseptique, diurétique, vermifuge.	النافع، الكلحة
<i>Thymus ciliatus (Desf.) Benth.</i>	Feuilles, Tiges et fleurs	***	grippe, Préparations des tisanes, domaine culinaire	الزعيترة
<i>Umbilicus rupestris (Salisb.) Dandy = Cotyledon rupestris Salisb. humid</i>	Feuilles	*	la sécrétion urinaire. Ses feuilles sont consommées crues en salade.	وذنين الشيباني، وذاذ الشيخ
<i>Withania fruticans L.</i>	fruits	**	Préparation des crémé au lait	تيغيغت
<i>Zizyphus lotus.</i>	Feuilles et fruits	***	Rhumatisme, Diabète, Douleur de l'estomac	السدرة

1.1.6 Caractérisation écologique

1.1.6.1 Indices Eco-biologique

A. Richesse spécifique (S) :

$$S = sp\ 1 + sp\ 2 + \dots + spn,$$

Tableau 18: Résultat des Richesses spécifiques de chaque station et de la zone d'étude.

Stations	Al-Natour	Ain El Kebira	Karkoum Sidi Bou-mediene	Ouled Chaaban	Sommet de Fellaoucène	El Hyadra	Ras Al-Taher	Ain Manchar	La zone D'étude
S	198	192	180	192	182	200	232	222	344

B. Indice de Shannon –Wiener (H') :

Selon (BLONDEL, 1979 ; FRONTIER, 1983 ; RAMADE, 2003) : $H' = - \sum pi \log_2 pi$

L'indice de diversité spécifique (Indice de Shannon-Wiener) est élevé lorsque la richesse taxonomique est importante et la répartition des individus entre taxons est équilibrée dans chaque station. Pour la zone d'étude, elle présente une valeur d'Indice de Shannon-Wiener égale 3,66, donc notre zone elle est diversifiée.

Tableau 19: Résultat d'Indice de Shannon –Wiener de chaque station et de la zone d'étude.

Stations	Al-Natour	Ain El Kebira	Karkoum Sidi Bou-mediene	Ouled Chaaban	Sommet de Fellaoucène	El Hyadra	Ras Al-Taher	Ain Manchar	La zone D'étude
H'	3,72	3,64	3,71	3,64	3,74	3,56	3,75	3,53	3,66

C. Indice d'équitabilité de Piélu (E):

L'équitabilité de PIÉLOU J'(1966) accompagne l'indice de Shannon, appelé également indice d'équi-répartition (BLONDEL, 1979) ou de régularité (FRONTIER, 1983). Cet indice permet d'estimer la répartition des espèces au sein des relevés en évaluant la proportion des espèces dominantes et dominées, elle est de 1 lorsque toutes les espèces ont une même abondance.

D'après RAMADE (2003) : $E = \frac{H'}{H'_{\max}}$ / avec : $H' = - \sum pi \log_2 pi$ et $H'_{\max} = \log_2 S$

L'équitabilité varie entre 0 et 1, elle tend vers 0 quand la quasi-totalité des effectifs est concentrée sur une espèce ; Pour notre zone d'étude, et dans toutes les stations, Equitabilité présente une valeur entre 0.65 et 0.72, donc les espèces ont une même abondance.

Tableau 20: Résultat d'équitabilité de Piélu de chaque station et de la zone d'étude.

Stations	Al-Natour	Ain El Kebira	Karkoum Sidi Bou-mediene	Ouled Chaaban	Sommet de Fellaoucène	El Hyadra	Ras Al-Taher	Ain Manchar	La zone D'étude
H' max	5,29	5,26	5,19	5,26	5,20	5,30	5,45	5,40	5,84
E	0,70	0,69	0,71	0,69	0,72	0,67	0,69	0,65	0,63

D. Indice de perturbation (LOISEL & GOMILA, 1993) :

$$IP = \frac{\text{Nombre de Chaméphyte} + \text{Nombre de Thérophyte}}{\text{Nombre Total des Espèces}}$$

En général et à travers l'Indice de perturbation de la zone d'étude IP = 69%, on constate que les formations végétales du massif sont très perturbées.

Tableau 21: Résultat d'Indice de perturbation (LOISEL et GOMILA, 1993) de chaque station et de la zone d'étude.

Stations	Al-Natour	Ain El Kebira	Karkoum Sidi Bou-mediene	Ouled Chaaban	Sommet de Fellaoucène	El Hyadra	Ras Al-Taher	Ain Manchar	La zone D'étude
IP	0,60	0,59	0,59	0,61	0,62	0,59	0,61	0,6	0,69

1.1.6.2 Traitement floristique par l'A.F.C.**❖ Station Al-Natour :**

Tableau 22: Valeurs propres et pourcentages d'inertie pour les trois premiers axes de l'A.F.C (station d'Al-Natour).

Axes	1	2	3	Total
Variance (Valeur propre)	3,76	2,13	1,98	7,87
% var (Pourcentages d'inertie)	13,4	7,6	7,1	28,1

➤ Interprétation de l'Axe 1 :

- Valeur propre : 3,76
- Taux d'inertie : 13,4%

Tableau 23: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'axe 1.

Côté positif de l'axe 1		Côté négatif de l'axe 1	
Taxon	valeurs (+)	Taxon	valeurs (-)
<i>Bromus ramosus</i> Huds	2,08	<i>Centaurea melitensis</i> L.	1,87
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	1,82	<i>Lygeum spartum</i> L.	1,81
<i>Tetraclinis articulata</i> (Vahl) Masters (Vahl.) Masters.	1,82	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	1,68
<i>Urginea maritima</i> (L.) Baker.	1,81	<i>Daphné gnidium</i> L.	1,89

➤ Interprétation de l'Axe 2 :

- Valeur propre : 2,1339
- Taux d'inertie : 7,6%

Tableau 24: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 2.

Côté positif de l'axe 2		Côté négatif de l'axe 2	
Taxon	valeurs (+)	Taxon	valeurs (-)
<i>Fumana thymifolia</i> (L.) Verlot	2,42	<i>Centaurea monticola</i> Boiss.	3,15
<i>Oryzopsis miliacea</i> (L.)Asch. Graeb	2,28	<i>Campanula dichotoma</i> L.	2,56
<i>Scandix pecten-veneris</i> L.	2,57	<i>Ophrys lutea</i> subsp. <i>Lutea</i>	2,25
		<i>Rhaponticum acaule</i> (L.) DC.	2,32

- Interprétation de l'Axe 3 :
- Valeur propre : 1,9817
- Taux d'inertie : 7,1%

Tableau 25: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 3.

Côté positif de l'axe 3		Côté négatif de l'axe 3	
Taxon	valeurs (+)	Taxon	valeurs (-)
<i>Convolvulus althaeoides L.</i>	1,75	<i>Carthamus coerulus L.</i>	1,96
<i>Dactylis glomerata L.</i>	1,68	<i>Echinops spinopsus L.</i>	2,39
<i>Helianthemum ledifolium (L.) Mill.</i>	1,65	<i>Malva sylvestris L.</i>	2,06
		<i>Ulex parviflorus Pourr. Pourret.</i>	2,36

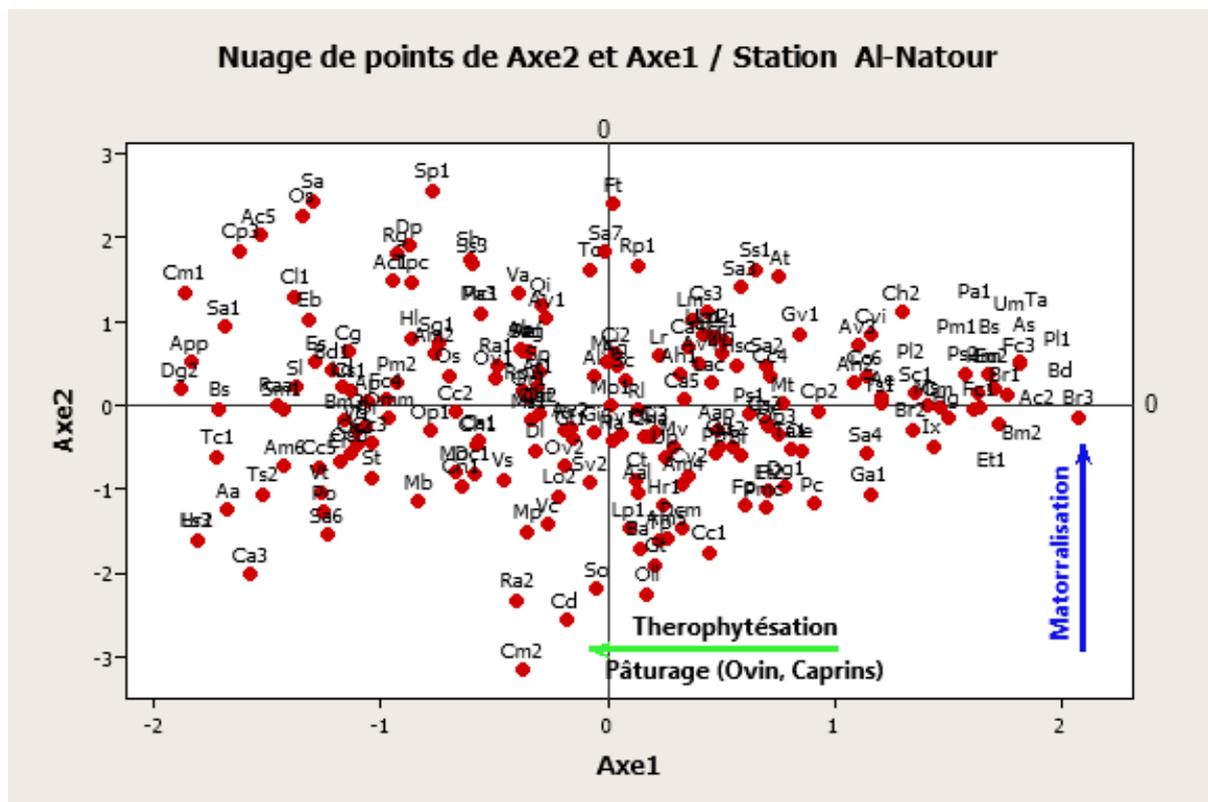


Figure 3: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C.) des espèces de la station Al-Natour: Axe1/ Axe2.

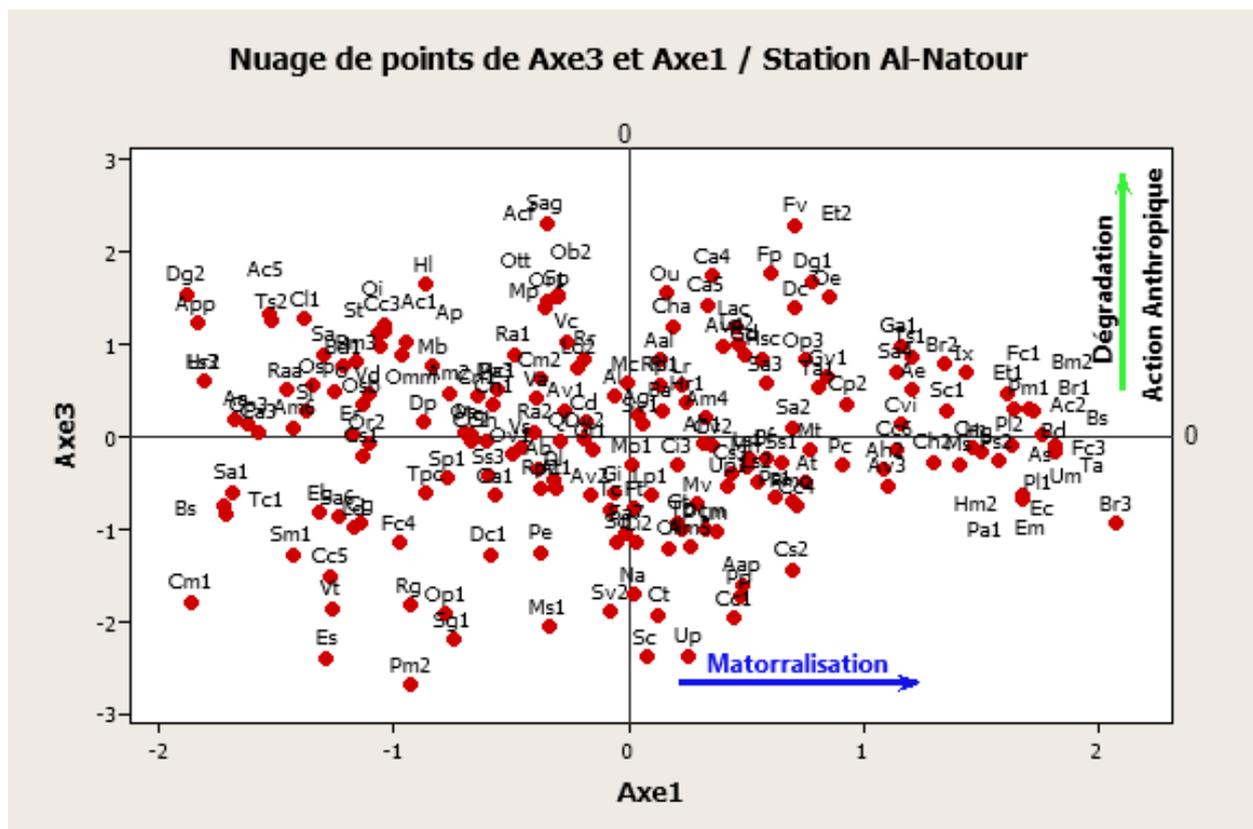


Figure 4: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Al-Natour: Axe1/Axe3.

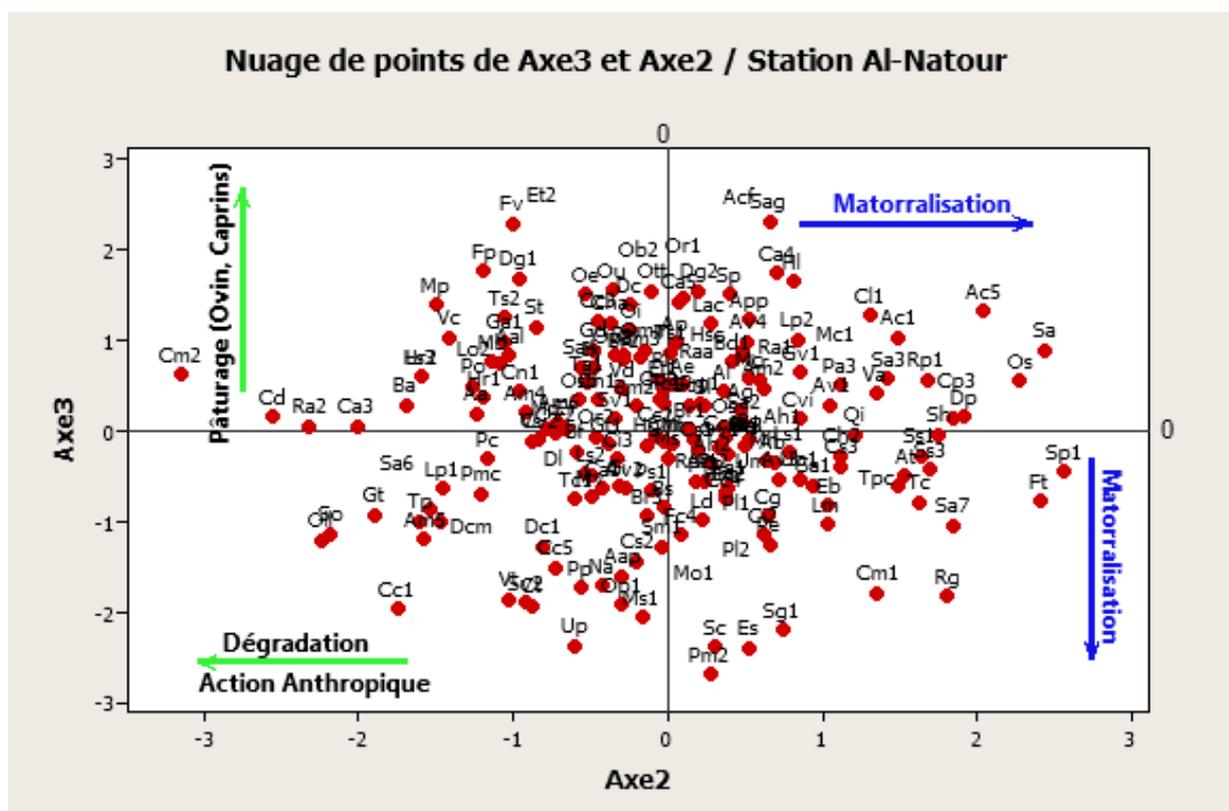


Figure 5: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Al-Natour: Axe2/Axe3.

❖ Station Ain El Kebira :

Tableau 26: Valeurs propres et pourcentages d'inertie pour les trois premiers axes de l'A.F.C (station d'Ain El Kebira).

Axes	1	2	3	Total
Variance (Valeur propre)	3,38	1,99	1,96	7,34
% var (Pourcentages d'inertie)	13,5%	8%	7,9%	29,3%

➤ Interprétation de l'Axe 1 :

- Valeur propre : 3,3806
- Taux d'inertie : 13,5%

Tableau 27: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 1.

Côté positif de l'axe 1		Côté négatif de l'axe 1	
Taxon	valeurs (+)	Taxon	valeurs (-)
<i>Bromus ramosus</i> Huds	1,81	<i>Anacamptis morio</i> subsp.	2,24
<i>Teucrium pseudo-Chamaepitys</i> L.	1,69	<i>tlemcenensis</i>	2,24
<i>Ulex parviflorus</i> Pourr. Pourret.	1,70	<i>Anthyllis tetraphylla</i> L.	1,80
<i>Festuca caerulea</i> L.	1,82	<i>Daphné gnidium</i> L.	1,97
		<i>Stachys ocymastrum</i> (L.) Briq.	

➤ Interprétation de l'Axe 2 :

- Valeur propre : 1,9908
- Taux d'inertie : 8%

Tableau 28: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres l'Axe 2.

Côté positif de l'axe 2		Côté négatif de l'axe 2	
Taxon	valeurs (+)	Taxon	valeurs (-)
<i>Calendula arvensis</i> L.	2,24	<i>Ajuga iva</i> ssp <i>pseudo Iva</i> (L.) Schreb.	1,73
<i>Centaurea sulphurea</i> Willd.	2,13	<i>Calycotome villosa</i> (Poiret) Link	1,81
<i>Phillyrea angustifolia</i> L.	1,91	ssp. <i>intermedia</i> (Salzm.) M.	
		<i>Centaurea pullata</i> L.	2,38

➤ Interprétation de l'Axe 3 :

- Valeur propre : 1,9648
- Taux d'inertie : 7,9%

Tableau 29: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 3.

Côté positif de l'axe 3		Côté négatif de l'axe 3	
Taxon	valeurs (+)	Taxon	valeurs (-)
<i>Calycotome villosa</i> (Poiret) Link ssp.	2,06	<i>Helianthemum racemosum</i> (L.) Pau	2,20
<i>intermedia</i> (Salzm.) M.	2,23	<i>Salvia argentea</i> L.	2,21
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	2,15	<i>Scandix pectenvenensis</i> L.	2,30
<i>Teucrium polium</i> ssp. <i>capitatum</i> (L.)	2,07	<i>Sinapis arvensis</i> L.	2,10
Briq.		<i>Trifolium angustifolium</i> L.	2,21

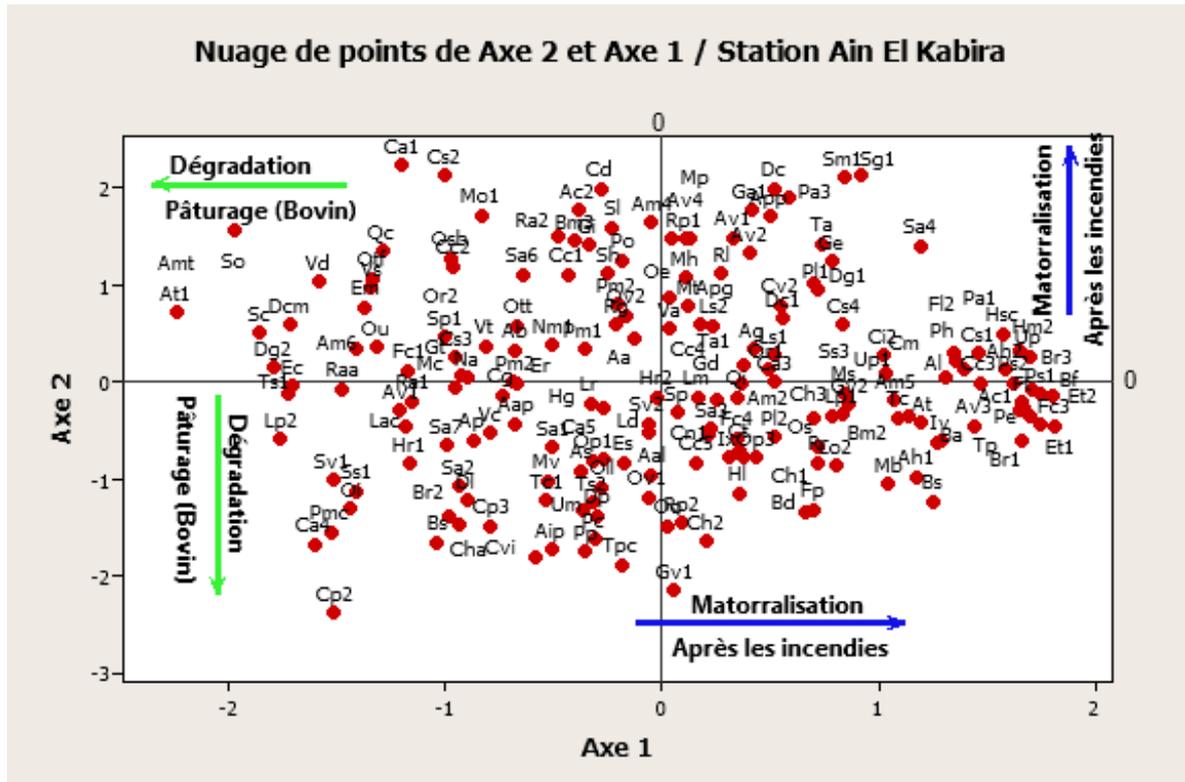


Figure 6: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Ain El Kebira : Axe1/Axe2.

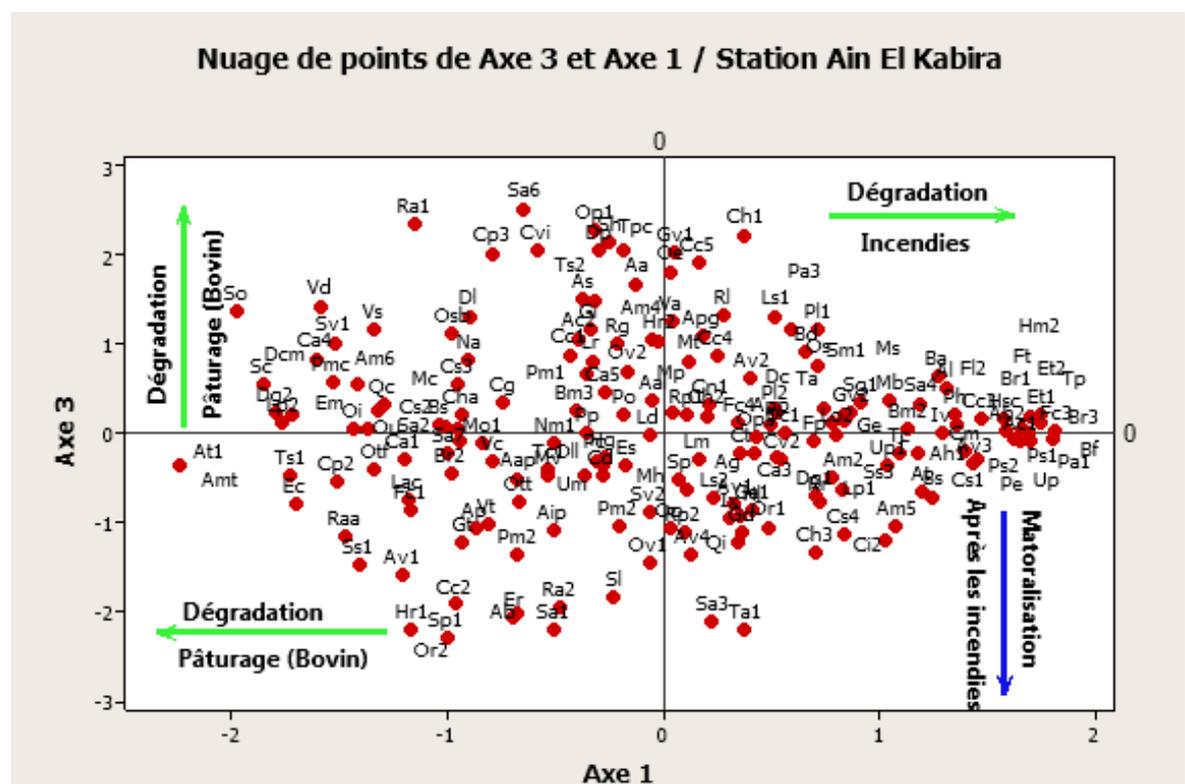


Figure 7: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Ain El Kebira : Axe1/Axe3.

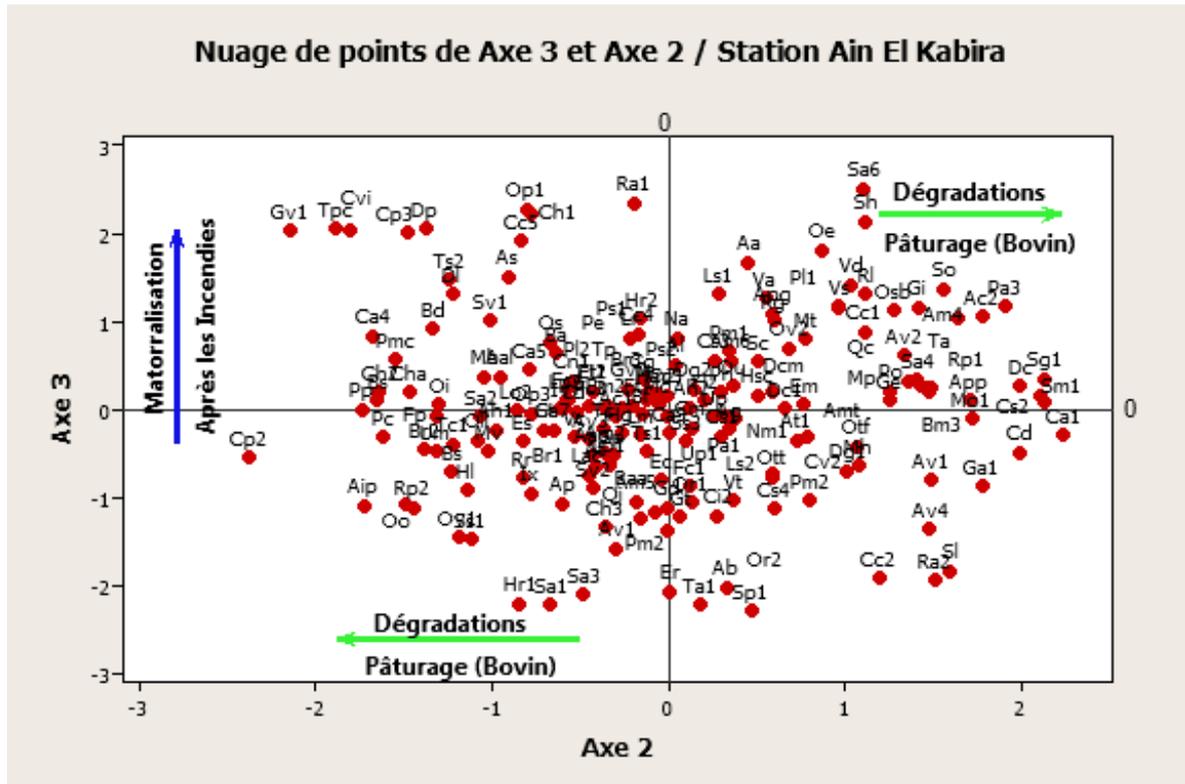


Figure 8: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Ain El Kebira : Axe2/Axe3.

❖ **Station Karkoum Sidi Boumediene :**

Tableau 30: Valeurs propres et pourcentages d'inertie pour les trois premiers axes de l'A.F.C (station de Karkoum Sidi Boumediene).

Axes	1	2	3	Total
Variance (Valeur propre)	3,48	2,21	1,88	7,57
% var (Pourcentages d'inertie)	13,4%	8,5%	7,2%	29,1%

➤ **Interprétation de l'Axe 1 :**

- Valeur propre : 3,4794
- Taux d'inertie : 13,4%

Tableau 31: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 1.

Côté positif de l'axe 1		Côté négatif de l'axe 1	
Taxon	valeurs (+)	Taxon	valeurs (-)
<i>Avena sterilis</i> L.	1,95	<i>Ampelodesma mauritanicum</i> (Poiret)	1,80
<i>Brachypodium distachyum</i> (L.) P.B.	1,95	<i>Dur. et Sch.</i> (Poiret) <i>Dur. et Sch.</i>	
<i>Brachypodium ramosum</i> (L.) R. et S.	1,95	<i>Asparagus acutifolius</i> L.	1,77
<i>Festuca caerulescens</i> L.	1,95	<i>Coronilla scorpioides</i> Koch.	1,85
<i>Filago pyramidata</i> L.	1,88	<i>eriolada</i> F. et M.	
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	1,95	<i>Valerianella coronata</i> (L.) DC.	1,90
<i>Urginea maritima</i> (L.) Baker.	1,95		

- Interprétation de l'Axe 2 :
 - Valeur propre : 2,2119
 - Taux d'inertie : 8,5%

Tableau 32: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 2.

Côté positif de l'axe 2		Côté négatif de l'axe 2	
Taxon	valeurs (+)	Taxon	valeurs (-)
<i>Gladiolus italicus</i> Mill.	2,00	<i>Centaurea sulphurea</i> Willd.	2,17
<i>Orobanche ramosa</i> L	2,25	<i>Genista erioclada</i> Spach. Subsp. atlantica (Spach.) M.	2,40

- Interprétation de l'Axe 3 :
 - Valeur propre : 1,8844
 - Taux d'inertie : 7,2%

Tableau 33: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 3.

Côté positif de l'axe 3		Côté négatif de l'axe 3	
Taxon	valeurs (+)	Taxon	valeurs (-)
<i>Calendula suffruticosa</i> Vahl.	2,50	<i>Genista erioclada</i> Spach. Spach. Subsp. erioclada F. et M.	2,11
<i>Cistus ladanifer</i> L.	2,10	<i>Helianthemum ledifolium</i> (L.) Mill.	2,24
<i>Reseda phyteuma</i> L.	2,07	<i>Trifolium scabrum</i> L.	2,11
<i>Sanguisorba minor</i> Seop.	2,00		

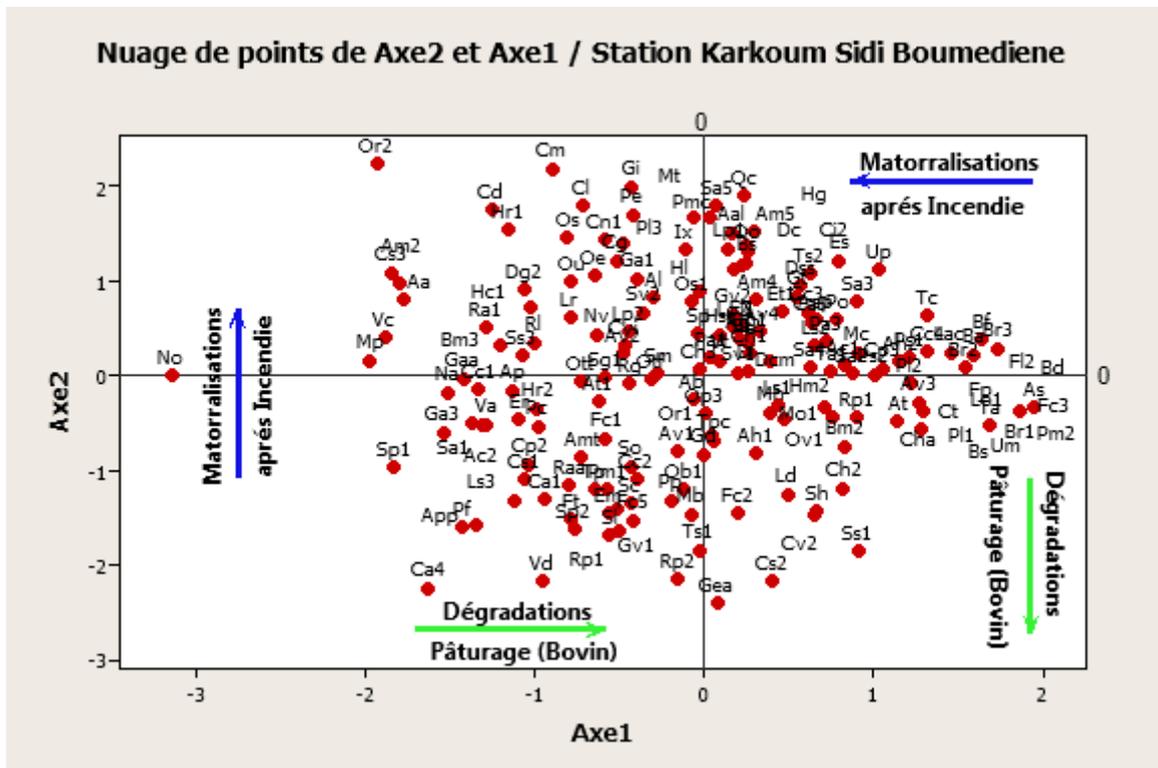


Figure 9: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Karkoum Sidi Boumediene : Axe1/Axe2.

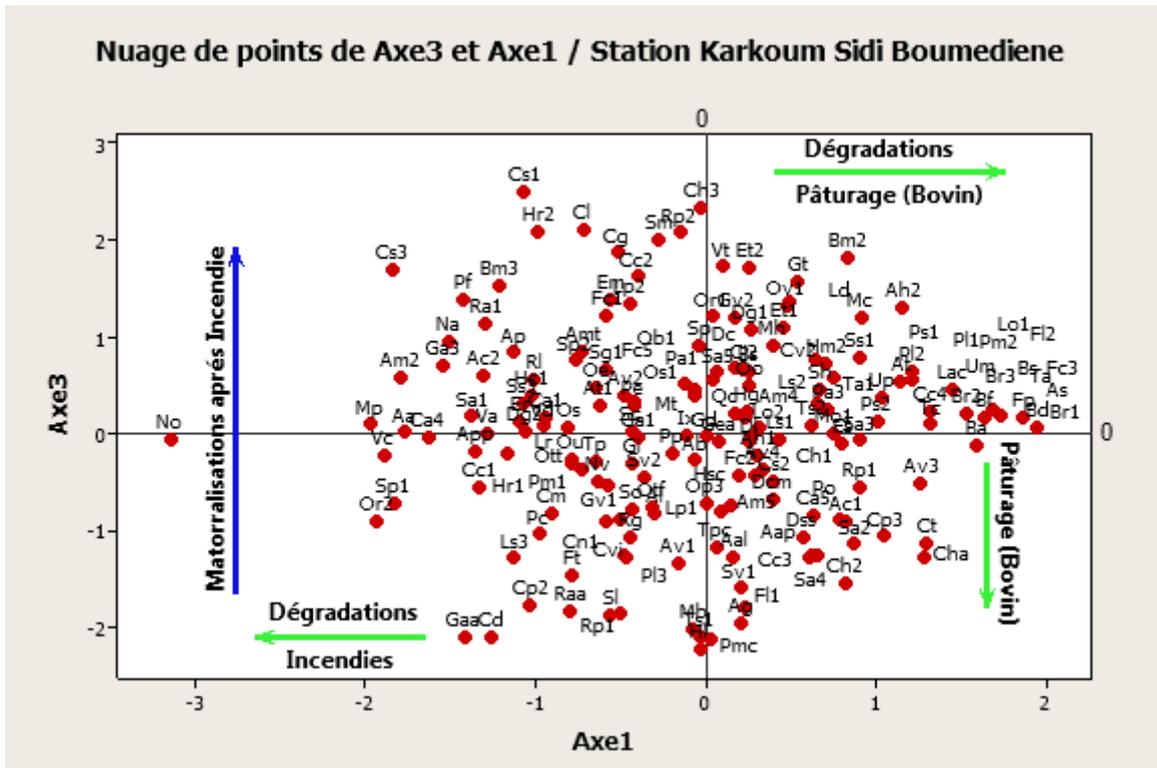


Figure 10: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Karkoum Sidi Boumediene : Axe1/Axe 3.

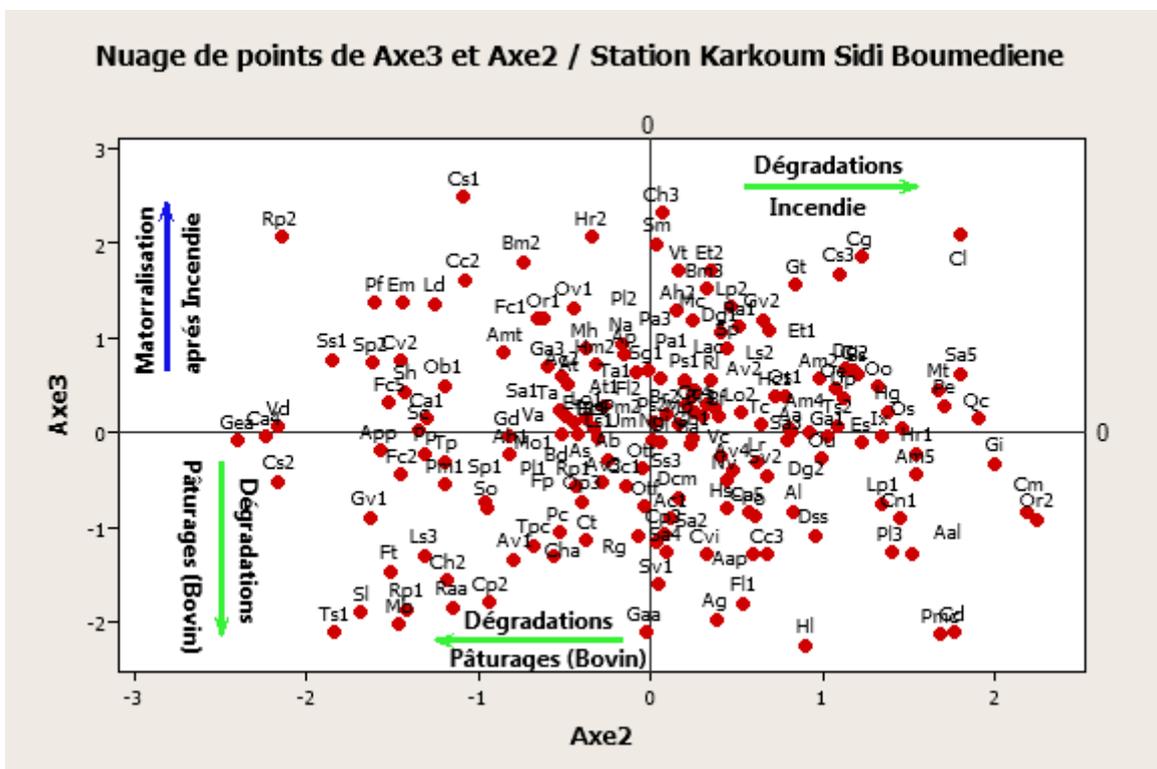


Figure 11: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Karkoum Sidi Boumediene : Axe2/Axe 3.

❖ Station Ouled Chaaban :

Tableau 34: Valeurs propres et pourcentages d'inertie pour les trois premiers axes de l'A.F.C (station d'Ouled Chaaban)

Axes	1	2	3	Total
Variance (Valeur propre)	2,92	2,07	1,74	6,73
% var (Pourcentages d'inertie)	11,2%	8%	6,7%	25,9%

➤ Interprétation de l'Axe 1 :

- Valeur propre : 2,9224
- Taux d'inertie : 11,2%

Tableau 35: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 1.

Côté positif de l'axe 1		Côté négatif de l'axe 1	
Taxon	valeurs (+)	Taxon	valeurs (-)
<i>Cistus monspeliensis L.</i>	1,97	<i>Allium paniculatum L.</i>	1,75
<i>Pistacia lentiscus L.</i>	1,97	<i>Ammoides verticillata (Desf.) Briq.</i>	2,17
<i>Tetraclinis articulata (Vahl) Masters (Vahl.) Masters.</i>	1,97	<i>Atractylis humilis L.</i>	1,70

➤ Interprétation de l'Axe 2 :

- Valeur propre : 2,0733
- Taux d'inertie : 8%

Tableau 36: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 2.

Côté positif de l'axe 2		Côté négatif de l'axe 2	
Taxon	valeurs (+)	Taxon	valeurs (-)
<i>Asphodelus microcarpus microcarpus Salzm. et Vivo Salzm. Carlina gummifera (L.) Less.</i>	1,90	<i>Carlina hispanica Lam.</i>	2,11
	2,13	<i>Salvia argentea L.</i>	2,44
<i>Hedysarum spinosissimum ssp. capitatum (Desf.) Asch. et Gr.</i>	2,23		

➤ Interprétation de l'Axe 3 :

- Valeur propre : 1,7417
- Taux d'inertie : 6,7%

Tableau 37: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 3.

Côté positif de l'axe 3		Côté négatif de l'axe 3	
Taxon	valeurs (+)	Taxon	valeurs (-)
<i>Aspérula hirsuta L.</i>	2,56	<i>Carthamus coeruleus L.</i>	2,02
<i>Catananche caerulea L.</i>	2,05	<i>Centaurium pulchellum (Sw.) Druce</i>	2,14
<i>Quercus ilex L.</i>	2,04	<i>Olea europaea L.</i>	2,52

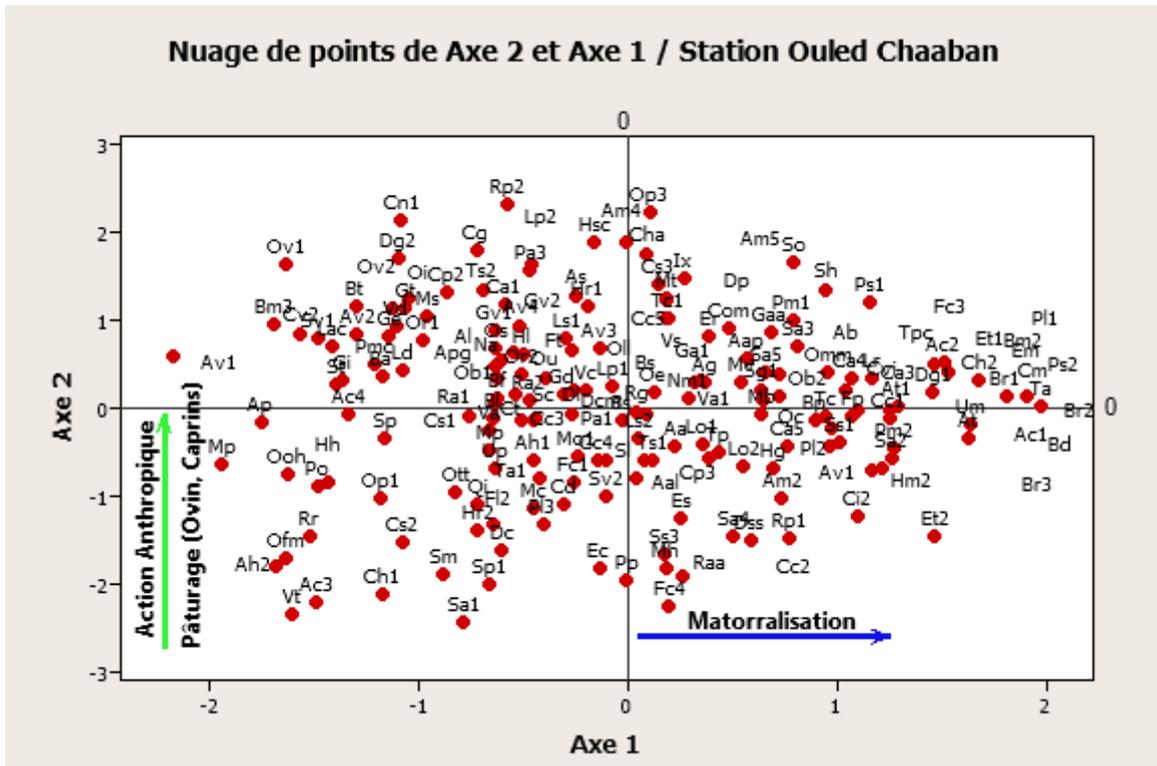


Figure 12: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Ouled Chaaban : Axe1/Axe 2.

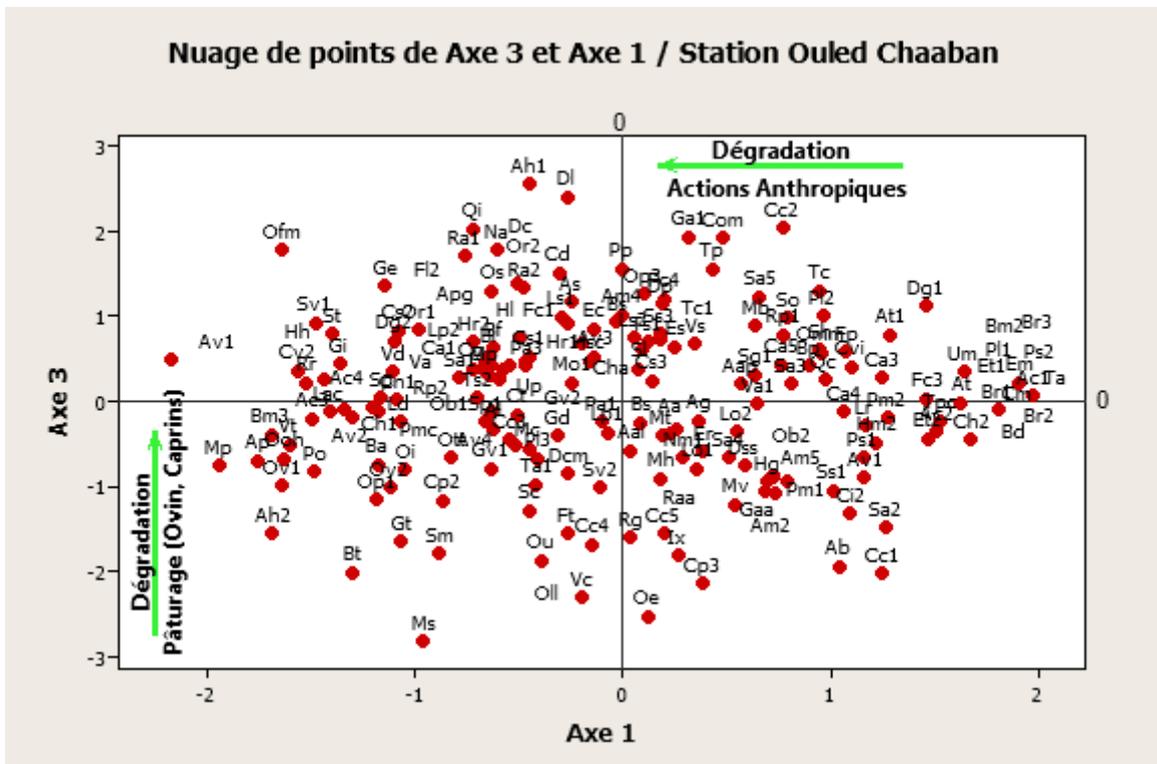


Figure 13: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Ouled Chaaban : Axe1/Axe 3.

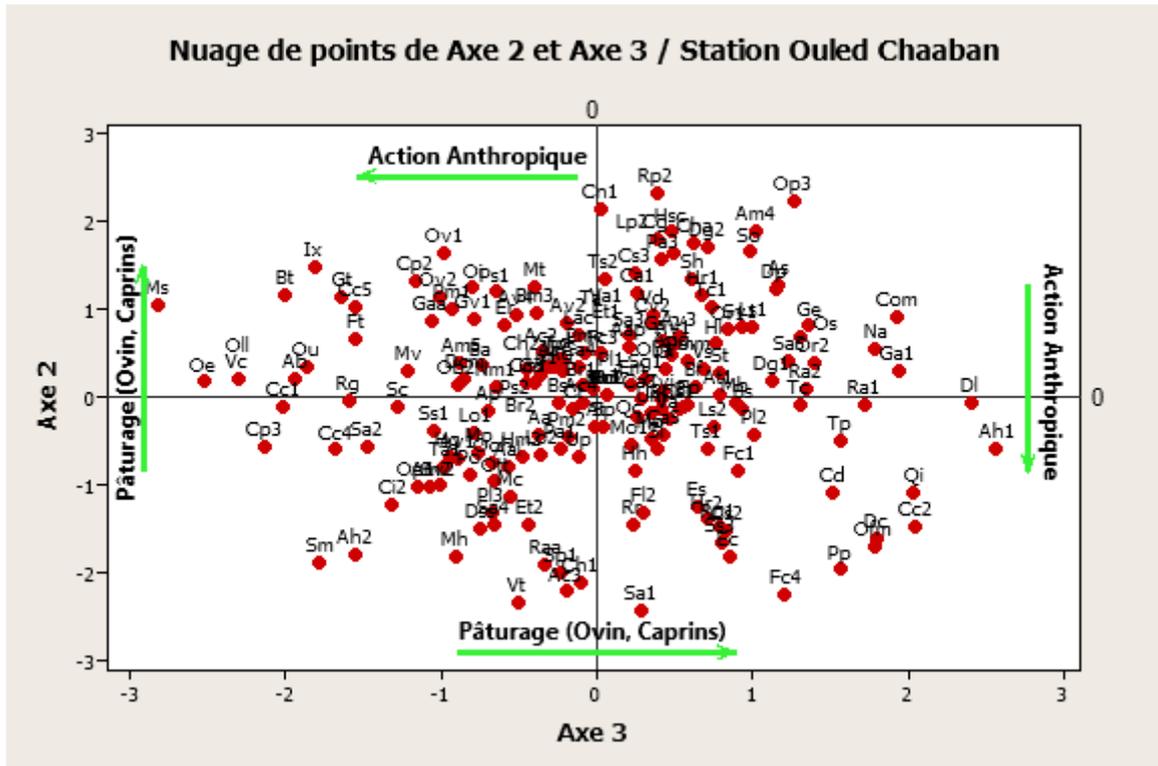


Figure 14: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C.) des espèces de la station Ouled Chaaban : Axe2/Axe 3.

❖ Station Le Sommet de Fellaoucène :

Tableau 38: Valeurs propres et pourcentages d'inertie pour les trois premiers axes de l'A.F.C (station Le sommet de Fellaoucène)

Axes	1	2	3	Total
Variance (Valeur propre)	2,98	2,02	1,79	6,79
% var (Pourcentages d'inertie)	13%	8,8%	7,8%	29,5%

➤ Interprétation de l'Axe 1 :

- Valeur propre : 2,9808
- Taux d'inertie : 13%

Tableau 39: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 1.

Côté positif de l'axe 1		Côté négatif de l'axe 1	
Taxon	valeurs (+)	Taxon	valeurs (-)
<i>Bromus madritensis L.</i>	1,96	<i>Ampelodesma mauritanicum (Poiret)</i>	2,22
<i>Calycotome villosa (Poiret) Link subsp. intermedia (Salzm.) M.</i>	1,96	<i>Dur. et Sch. (Poiret) Dur. et Sch.</i>	
<i>Chamaerops humilis L.</i>	1,96	<i>Lonicera implexa L.</i>	2,42

➤ Interprétation de l'Axe 2 :

- Valeur propre : 2,0189
- Taux d'inertie : 8,8%

Tableau 40: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 2.

Côté positif de l'axe 2		Côté négatif de l'axe 2	
Taxon	valeurs (+)	Taxon	valeurs (-)
<i>Atractylis cancellata</i> L.	2,23	<i>Centaurea acaulis</i> subsp. <i>Balansae</i> (R et R.)	2,02
<i>Centaurea nana</i> Desf.	2,16	M.	
<i>Senecio vulgaris</i> L.	2,07	<i>Sanguisorba minor</i> Seop.	1,98

➤ Interprétation de l'Axe 3 :

- Valeur propre : 1,7908
- Taux d'inertie : 7,8%

Tableau 41: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 3.

Côté positif de l'axe 3		Côté négatif de l'axe 3	
Taxon	valeurs (+)	Taxon	valeurs (-)
<i>Centaurea sulphurea</i> Willd.	2,96	<i>Cynoglossum cheirifolium</i> L.	2,18
<i>Nepeta multibracteata</i> Desf.	2,26	<i>Daphné gnidium</i> L.	2,24

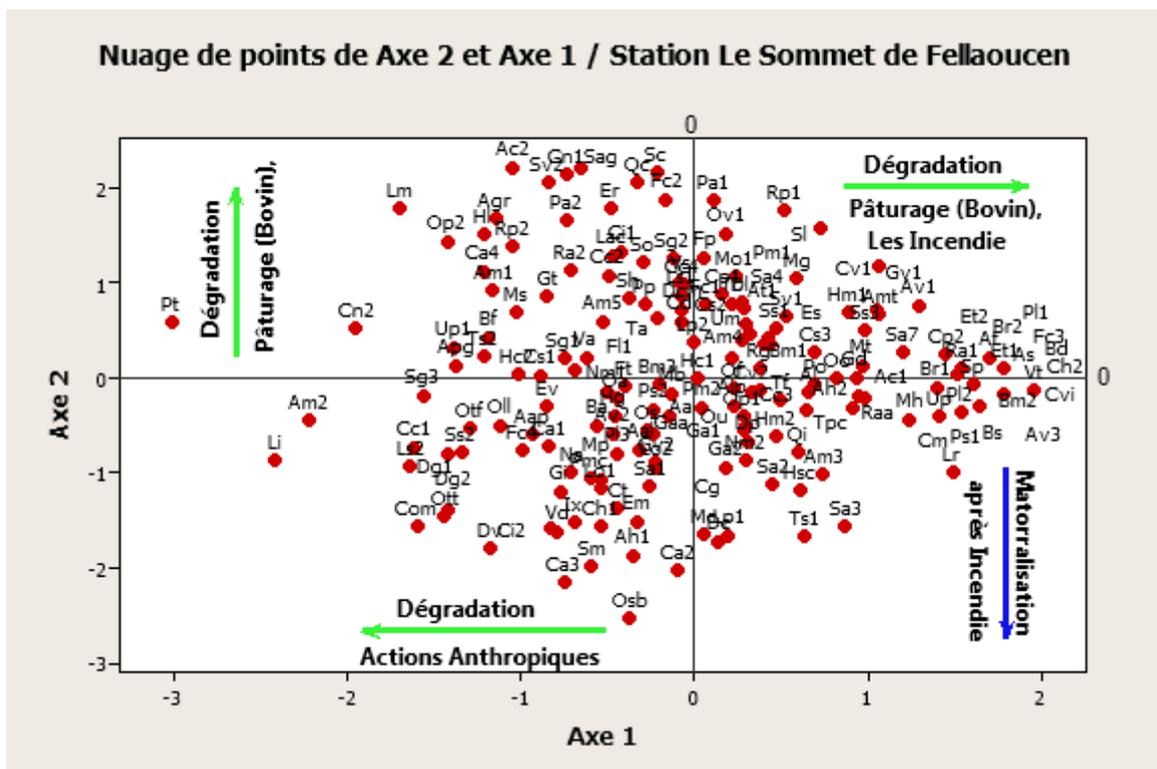


Figure 15: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C.) des espèces de la station du sommet de Fellaoucène: Axe1/Axe 2.

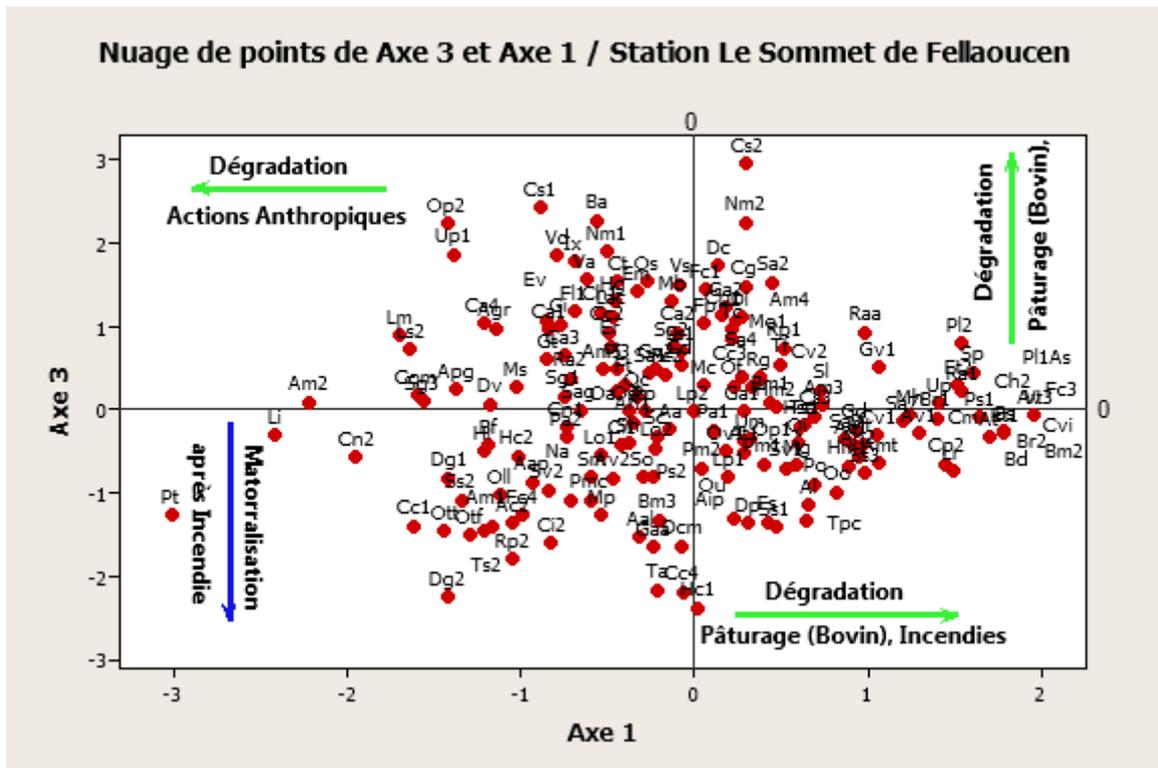


Figure 16: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station du sommet de Fellaoucène: Axe1/Axe 3.

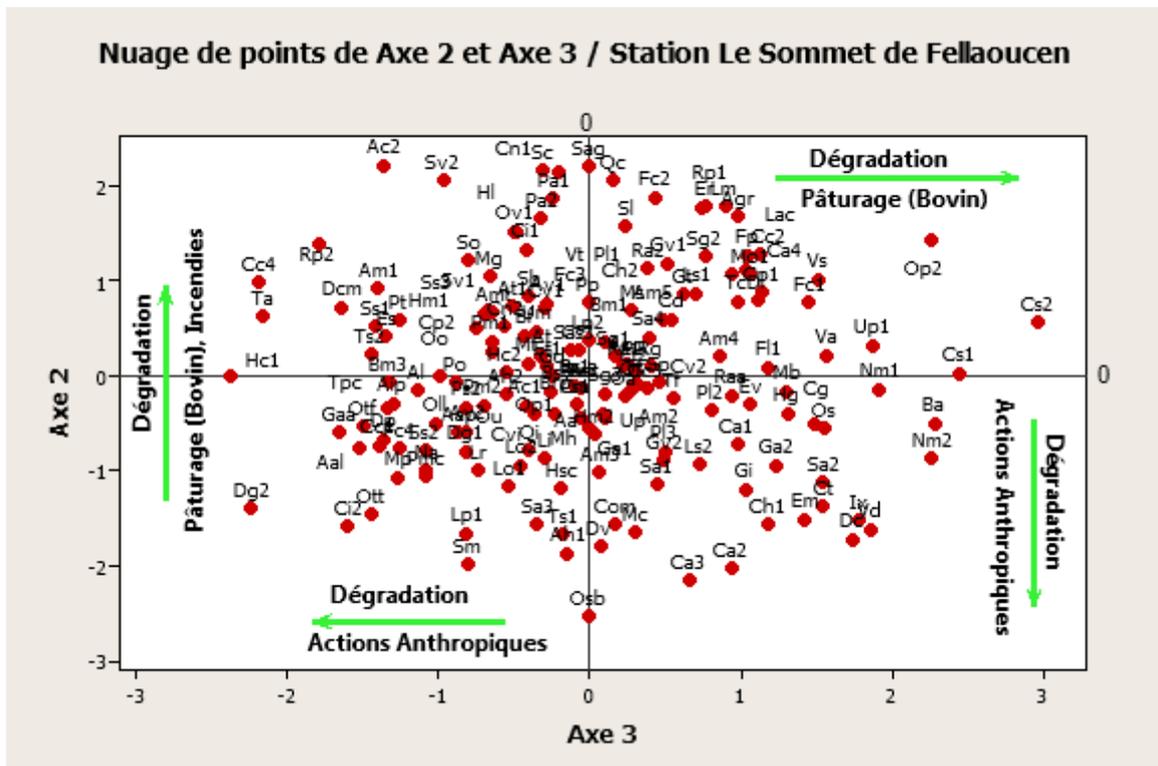


Figure 17: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station du sommet de Fellaoucène: Axe2/Axe 3.

❖ Station El Hyadra :

Tableau 42: Valeurs propres et pourcentages d'inertie pour les trois premiers axes de l'A.F.C (station d'El Hyadra).

Axes	1	2	3	Total
Variance (Valeur propre)	4,17	1,81	1,61	7,60
% var (Pourcentages d'inertie)	17,%	7,6%	6,7%	31,7%

➤ Interprétation de l'Axe 1 :

- Valeur propre : 4,1718
- Taux d'inertie : 17,%4

Tableau 43: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 1.

Côté positif de l'axe 1		Côté négatif de l'axe 1	
Taxon	valeurs (+)	Taxon	valeurs (-)
<i>Calycotome villosa (Poiret) Link ssp. Intermedia (Salzm.) M.</i>	1,57	<i>Arbutus unedo L.</i>	3,74
<i>Daphné gnidium L.</i>	1,57	<i>Chamaerops humilis L.</i>	2,96
		<i>Genista tricuspidata Desf.</i>	2,47
		<i>Pistacia Terebinthus L.</i>	2,78

❖ Interprétation de l'Axe 2 :

- Valeur propre : 1,8151
- Taux d'inertie : 7,6%

Tableau 44: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 2.

Côté positif de l'axe 2		Côté négatif de l'axe 2	
Taxon	valeurs (+)	Taxon	valeurs (-)
<i>Echinops spinosus L.</i>	2,14	<i>Anthyllis tetraphylla L.</i>	2,90
<i>Erodium moschatum (Burm.) L'Her.</i>	2,01	<i>Eryngium tricuspidatum L.</i>	2,81
<i>Genista erioclada Spach. Spach. subsp. atlantica (Spach.) M.</i>	1,95		

❖ Interprétation de l'Axe 3 :

- Valeur propre : 1,6159
- Taux d'inertie : 6,7%

Tableau 45: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 3.

Côté positif de l'axe 3		Côté négatif de l'axe 3	
Taxon	valeurs (+)	Taxon	valeurs (-)
<i>Clandanthus arabicus (L.) Casso.</i>	2,15	<i>Daucus carota L. (sensu lato)</i>	2,07
<i>Echinopsspinosus L.</i>	2,14	<i>Genista erioclada Spach. Spach. subsp. atlantica (Spach.) M.</i>	2,15
<i>Pulicaria odora (L.) Rchb.</i>	2,13	<i>Rubia peregrina L.</i>	2,02
<i>Pinus halepensis Mill. Mill</i>	2,40		

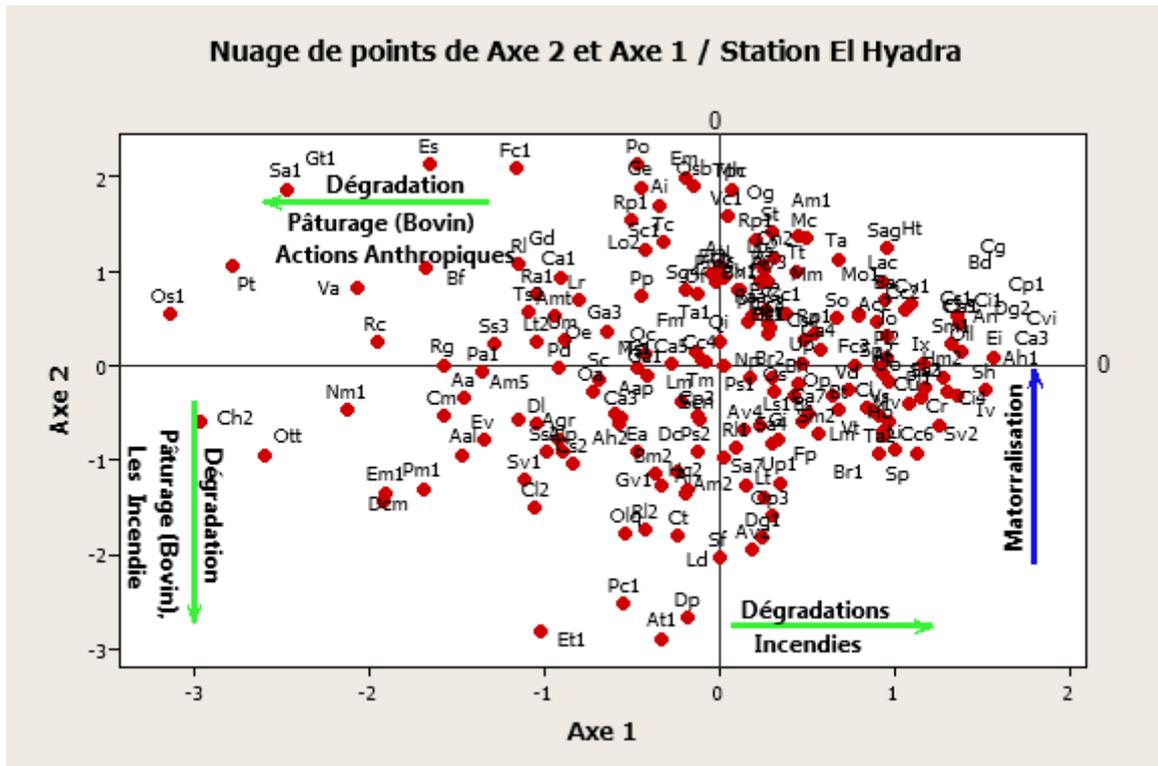


Figure 18: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station El Hydra: Axe1/Axe 2.

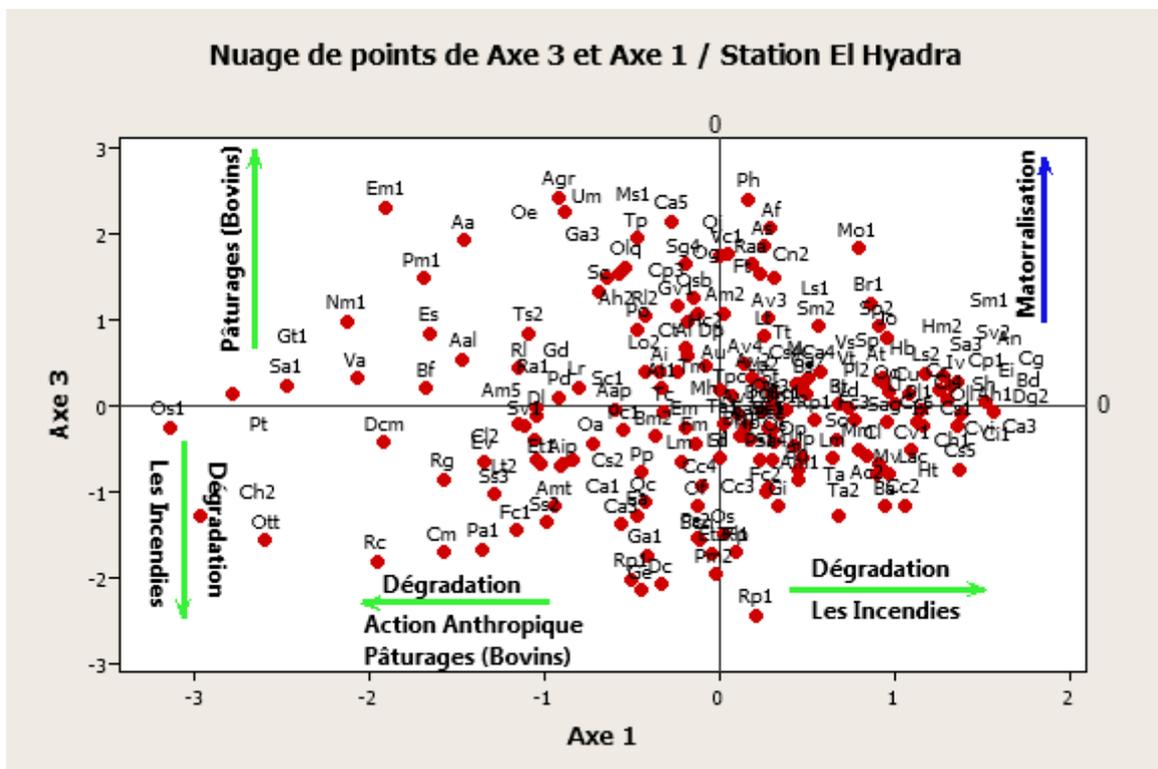


Figure 19: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station El Hydra: Axe1/Axe 3.

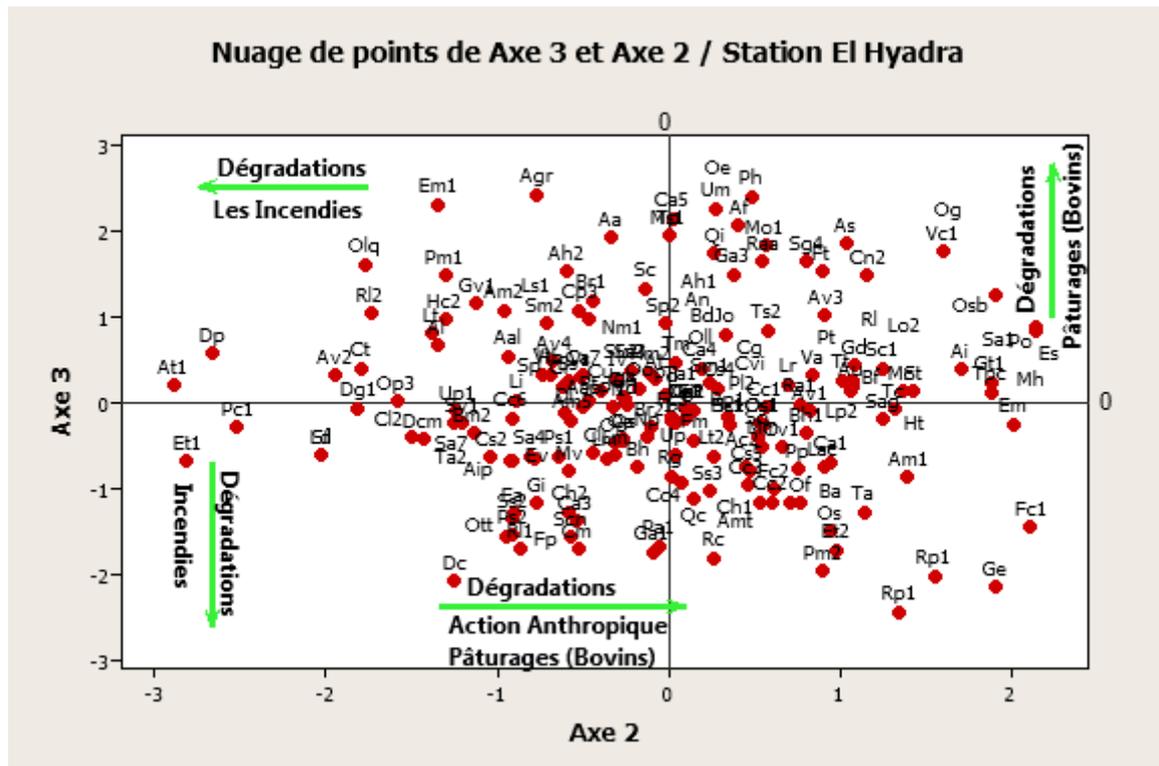


Figure 20: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station El Hydra: Axe2/Axe 3.

❖ Station Ras Al-Taher :

Tableau 46: Valeurs propres et pourcentages d'inertie pour les trois premiers axes de l'A.F.C (Station de Ras Al-Taher).

Axes	1	2	3	Total
Variance (Valeur propre)	3,9708	1,7527	1,6485	7,3719
% var (Pourcentages d'inertie)	16,5%	7,3%	6,9%	30,7%

➤ Interprétation de l'Axe 1 :

- Valeur propre : 3,9708
- Taux d'inertie : 16,5%

Tableau 47: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 1.

Côté positif de l'axe 1		Côté négatif de l'axe 1	
Taxon	valeurs (+)	Taxon	valeurs (-)
<i>Calycotome villosa</i> (Poiret) Link subsp.	1,64	<i>Ephedra fragilis</i> Desf.	2,40
<i>Intermedia</i> (Salzm.) M.	1,64	<i>Pistacia atlantica</i> Desf. Desf.	2,96
<i>Chamaerops humilis</i> L.	1,64	<i>Withania frutescens</i> (L.) Pauquy	2,73
<i>Pistacia lentiscus</i> L.	1,64	<i>Ziziphus lotus</i> (L.) Lam.	2,87

➤ Interprétation de l'Axe 2 :

- Valeur propre : 1,7527
- Taux d'inertie : 7,3%

Tableau 48: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 2.

Côté positif de l'axe 2		Côté négatif de l'axe 2	
Taxon	valeurs (+)	Taxon	valeurs (-)
<i>Anthyllis vulneraria L.</i>	2,72	<i>Linum decumbens Desf.</i>	2,08
<i>Asparagus stipularis Forsk.</i>	2,40	<i>Ononis viscosa L.</i>	2,48
<i>Prasium majus L.</i>	2,37	<i>Pallenis spinosa (L.) Casso.</i>	2,05
<i>Thapsia garganica L.</i>	2,43		

➤ Interprétation de l'Axe 3 :

- Valeur propre : 1,6485
- Taux d'inertie : 6,9%

Tableau 49: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 3.

Côté positif de l'axe 3		Côté négatif de l'axe 3	
Taxon	valeurs (+)	Taxon	valeurs (-)
<i>Centaurea calcitrapa L.</i>	1,93	<i>Cistus villosus L.</i>	2,64
<i>Convolvulus valentinus Cav.</i>	2,92	<i>Medicago truncatula Gaertn.</i>	2,85
<i>Pancremium foetidum Pomel</i>	2,04	<i>Phillyrea angustifolia L.</i>	2,61
		<i>Rubia peregrina L.</i>	2,40

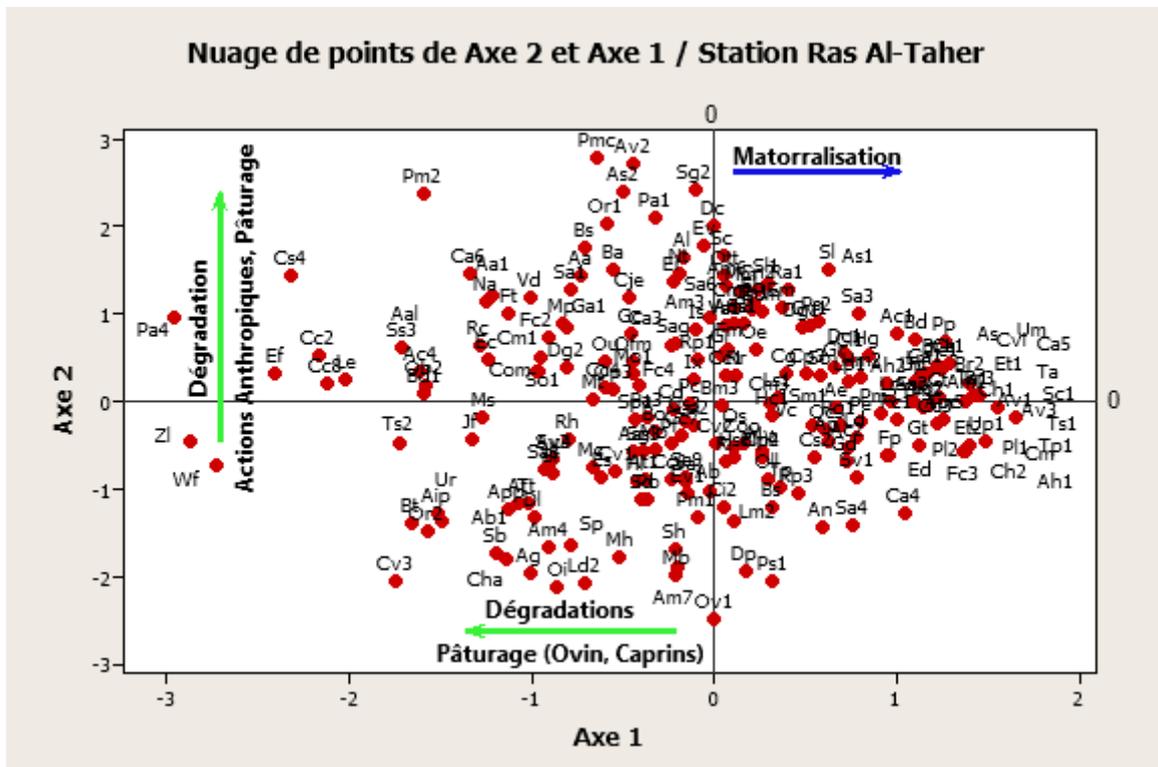


Figure 21: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Ras Al-Taher: Axe1/Axe 2.

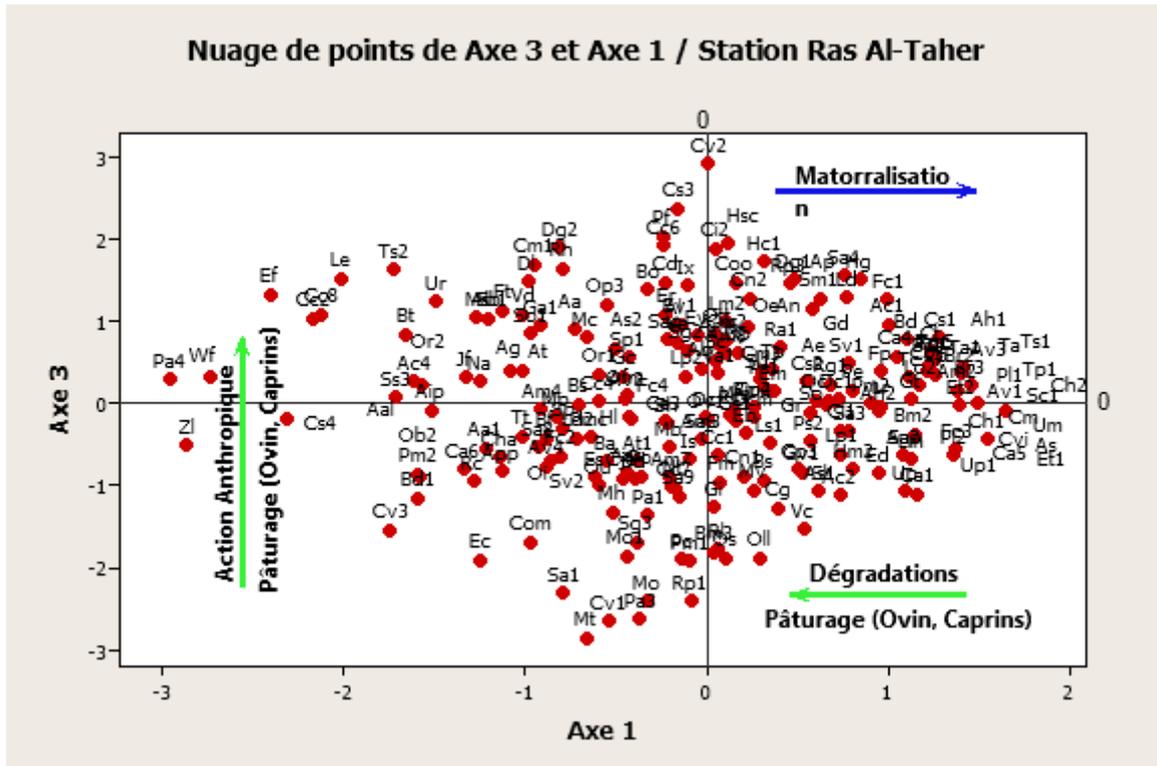


Figure 22: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C.) des espèces de la station Ras Al-Taher: Axe1/Axe 3.

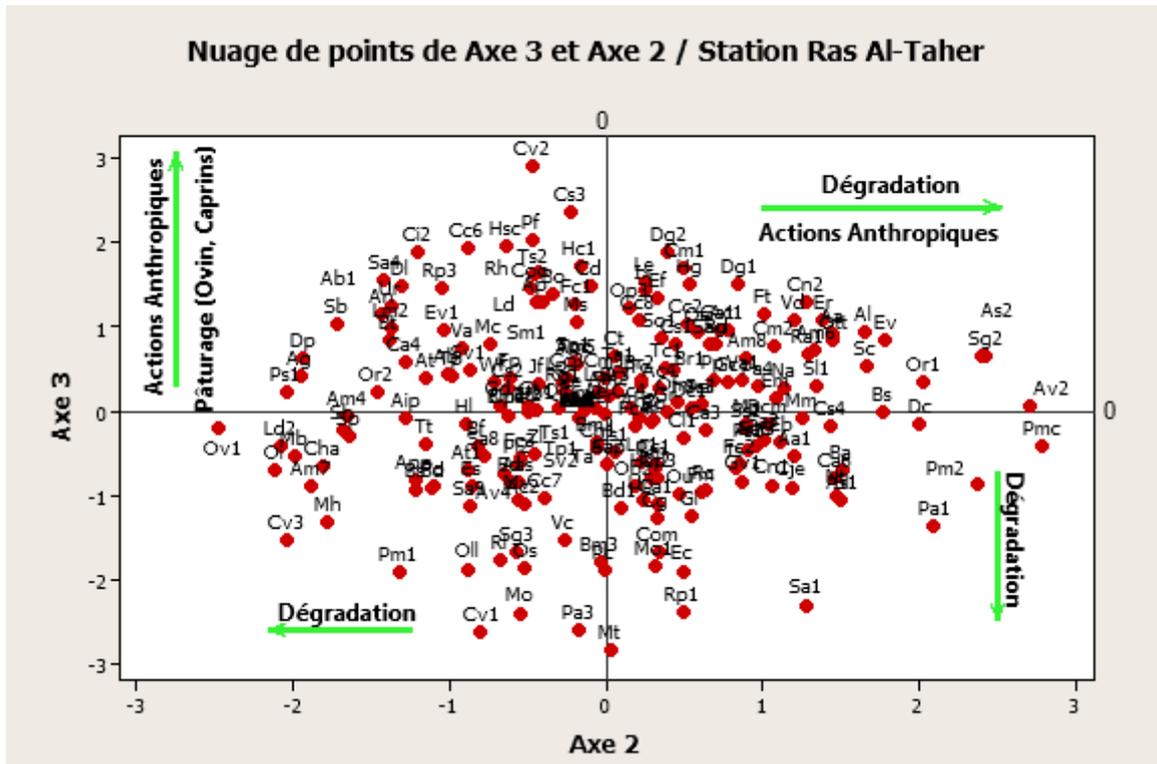


Figure 23: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C.) des espèces de la station Ras Al-Taher: Axe2/Axe 3.

❖ Station Ain Menchar :

Tableau 50: Valeurs propres et pourcentages d'inertie pour les trois premiers axes de l'A.F.C (Station de Ain Menchar).

Axes	1	2	3	Total
Variance (Valeur propre)	4,2241	1,7282	1,6389	7,5913
% var (Pourcentages d'inertie)	17,6%	7,2%	6,8%	31,6%

➤ Interprétation de l'Axe 1 :

- Valeur propre : 4,2241
- Taux d'inertie : 17,6%

Tableau 51: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 1.

Côté positif de l'axe 1		Côté négatif de l'axe 1	
Taxon	valeurs (+)	Taxon	valeurs (-)
<i>Aegilops triuncialis L.</i>	1,60	<i>Ceratonia siliqua L.</i>	3,30
<i>Aegilops geniculata Roth</i>	1,60	<i>Juncus maritimus Lam.</i>	3,11
<i>Ampelodesma mauritanicum (Poiret) Dur. et Sch. (Poiret) Dur. et Sch.</i>	1,60	<i>Oryzopsis miliacea (L.)Asch. Graeb</i>	2,97
		<i>Trifolium stellatum L.</i>	2,78

➤ Interprétation de l'Axe 2 :

- Valeur propre : 1,7282
- Taux d'inertie : 7,2%

Tableau 52: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 2.

Côté positif de l'axe 2		Côté négatif de l'axe 2	
Taxon	valeurs (+)	Taxon	valeurs (-)
<i>Echinops spinopsus L.</i>	2,33	<i>Convolvulus valentinusCav.</i>	2,45
<i>Sonchus asper (L.) Vill.</i>	2,20	<i>Ononis viscosa L.</i>	2,16
<i>Silene secundiflora Otth.</i>	2,85	<i>Rhamnus lycioides L.</i>	2,26

➤ Interprétation de l'Axe 3 :

- Valeur propre : 1,6389
- Taux d'inertie : 6,8%

Tableau 53: Les espèces ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 3.

Côté positif de l'axe 3		Côté négatif de l'axe 3	
Taxon	valeurs (+)	Taxon	valeurs (-)
<i>Ophrys speculum Link</i>	2,32	<i>Gladiolus talicus Mill</i>	2,11
<i>Polygala monspeliaca L</i>	2,24	<i>Serapias parviflora Parl.</i>	2,09
<i>Tragopogon picroides L.</i>	2,35	<i>Tetraclinis articulata (Vahl) Masters</i>	2,09
<i>Urospermum picroides (L.) F. W. Schmidt</i>	2,35	<i>(Vahl.) Masters.</i>	

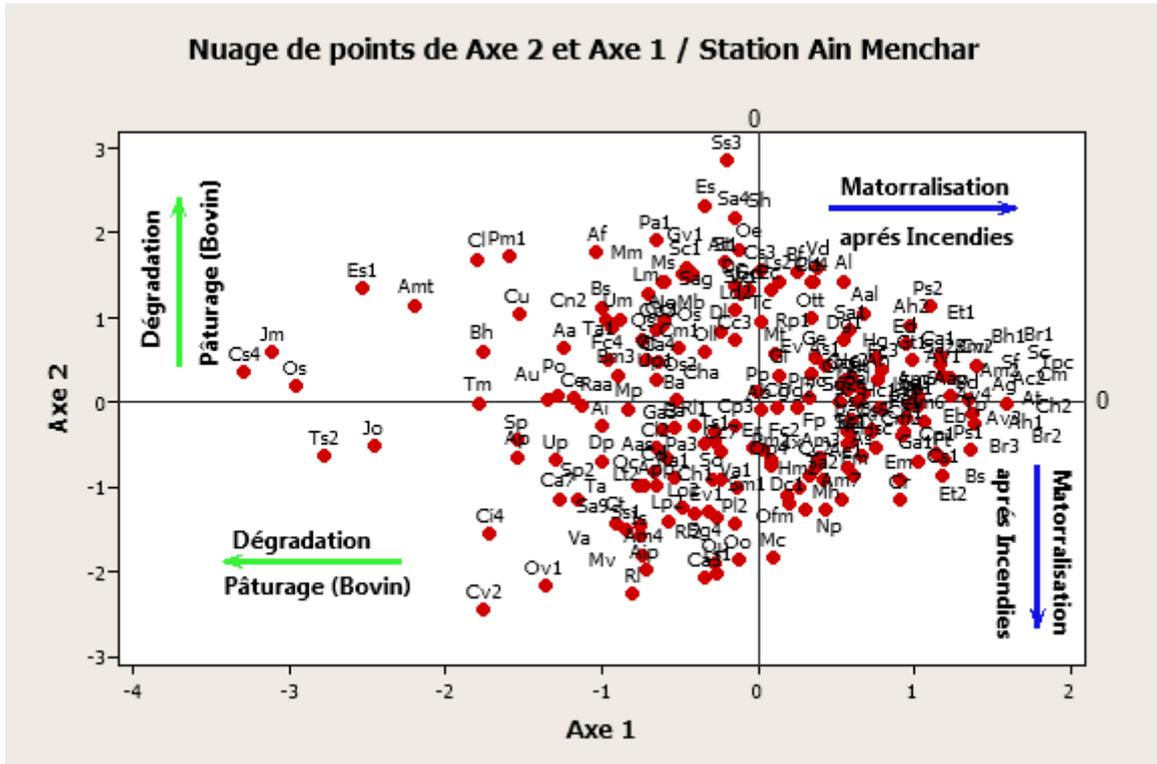


Figure 24: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Ain Menchar: Axe1/Axe 2.

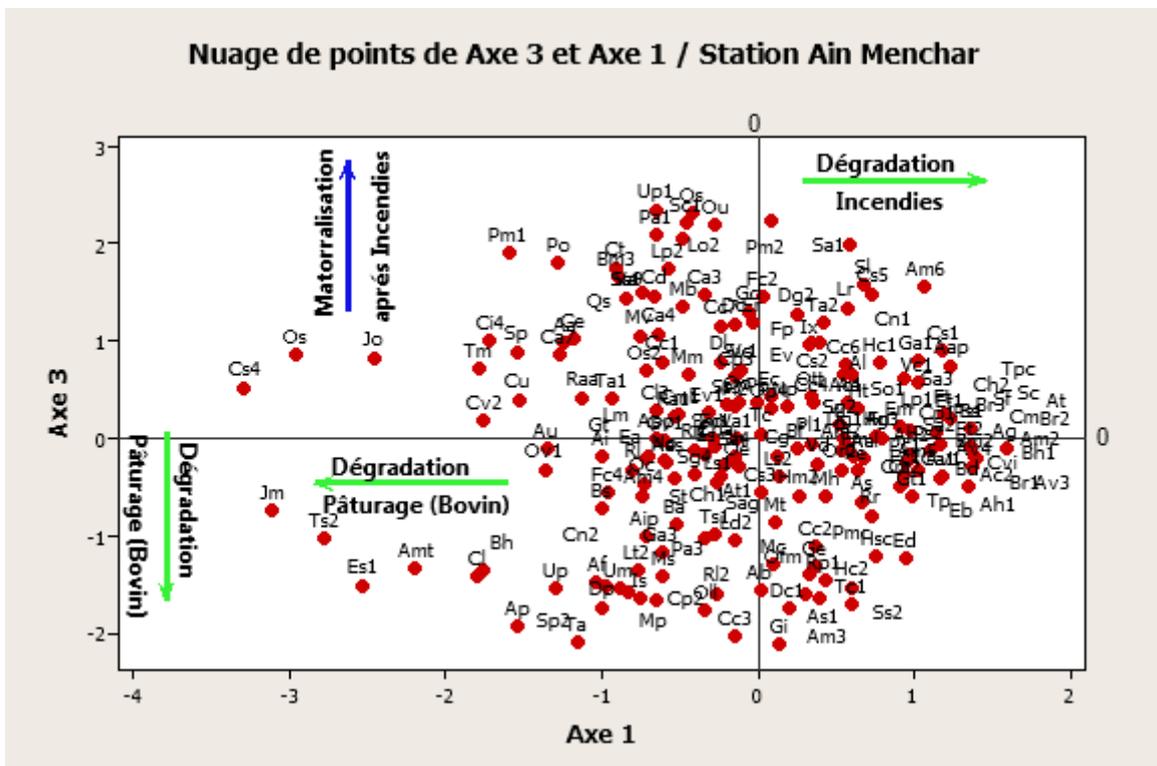


Figure 25: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C) des espèces de la station Ain Menchar: Axe1/Axe 3.

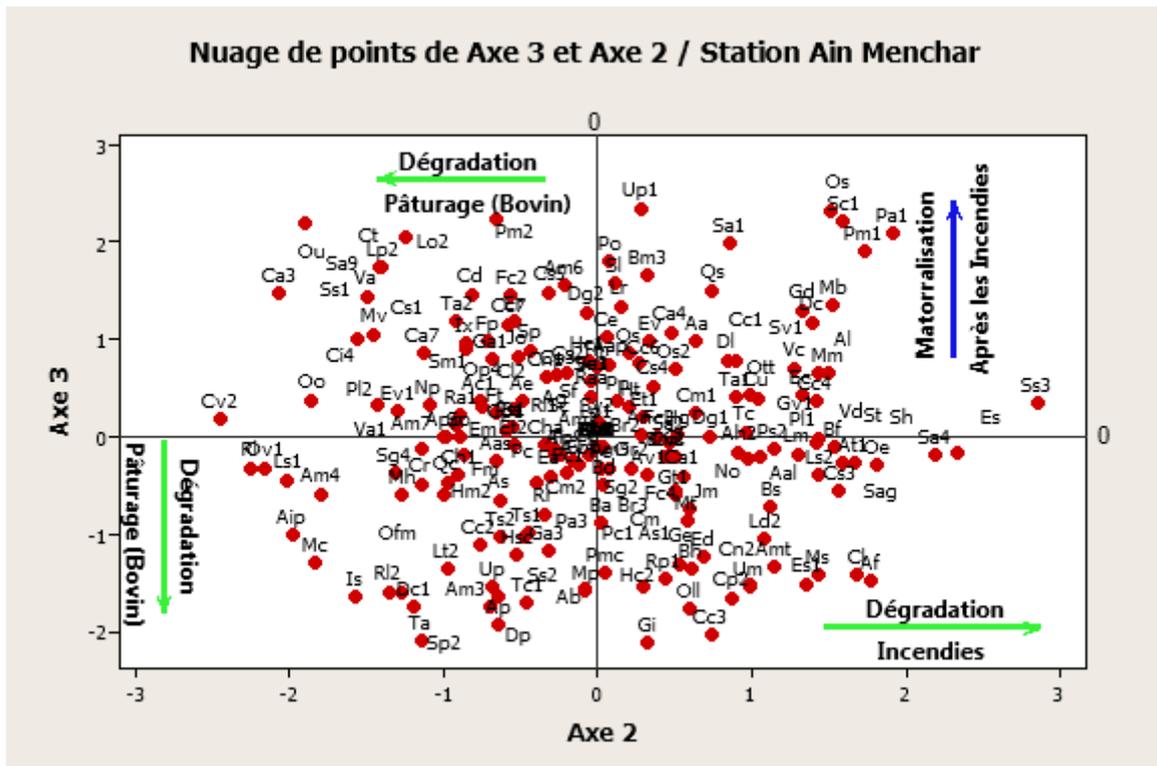


Figure 26: Ordination de l'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C.) des espèces de la station Ain Menchar: Axe2/Axe3.

1.1.7 Analyses chimiques des sols

Les paramètres chimiques des sols sont consignés dans le tableau 54. D'après les résultats obtenus, l'humidité est plus élevée dans les échantillons du versant nord en particulier dans les stations d'Ouled Chaaban, sommet djebel Fellaoucène et El Hyadra.

Les stations d'Ouled Chaaban, Ras Al-Taher et Al-Natour, ont un substrat calcaire, où le taux de CaCO_3 est très élevé dans les échantillons de la station Ouled Chaaban et Ras Al-Taher, plus de 25%, et il est faible dans les échantillons de la station Al-Natour. Dans les autres stations de la zone d'étude, il s'agit d'un substrat siliceux, notamment le sommet de djebel Felloucène et la station de Karkoum Sidi Boumediene, où le taux de CaCO_3 n'a pas dépassé 1%.

Les concentrations en carbone organique (C), et le taux en matière organique (MO), sont plus élevés, où le taux de cette dernière varie entre 5,30 % et 17,47%, Là où le taux le plus élevé dans le sommet de djebel Fellaoucène, et le plus bas dans les échantillons de la station de Karkoum Sidi Boumediene. Le pH, est alcalin pour tous les échantillons de la zone d'étude, ces valeurs sont comprises entre (7,49 à 7.79). En se basant sur l'échelle de salure, les échantillons sont classés dans la catégorie non salée, la conductivité est élevée légèrement dans la station de El Hydra.

Tableau 54: Les résultats d'analyse des propriétés chimiques des sols.

STATION	Moyennes des propriétés chimiques des sols					
	H(%)	MO (%)	pH	CON (ms)	%C	%CaCO ₃
Al-Natour.	11,25	8,95	7,76	0,19	5,19	7,56
Ain El Kebira	14,78	9,07	7,67	0,16	5,26	1,26
Karkoum S.B	9,63	5,30	7,57	0,14	3,08	0,61
Ouled Chaaban	18,70	12,23	7,79	0,20	7,09	78,43
S.Fellaoucène	22,83	17,47	7,49	0,23	10,13	0,63
El Hyadra	23,24	7,40	7,59	0,27	4,30	2,93
Ras Al-Taher	14,997	10,453	7,774	0,195	6,077	37,499
Ain Menchar	11,69	7,02	7,61	0,15	4,08	1,00

1.1.8 Analyses microbiologiques des sols

D'après les résultats d'analyses microbiologiques consignés dans le tableau 55, la respiration basale et la biomasse microbienne sont plus élevées dans les stations de Karkoum S.B, Ain Manchar et Ain El Kebira par rapport aux autres stations. Le quotient métabolique est varié entre 4.5 et 4.91 $\mu\text{g C-CO}_2/\text{h/g}$ dans la zone d'étude.

Tableau 55: Les résultats des propriétés microbiennes des sols de la zone d'étude.

STATION	Analyses microbiologiques des sols		
	Respiration Basal ($\mu\text{g C-CO}_2/\text{h/g}$)	Biomasse Bactérienne ($\mu\text{g C}_{\text{mic}}/\text{g}$)	qCO ₂ ($\mu\text{g C-CO}_2/\text{h/g}$)
Al-Natour	0,14	0,03	4,64
Ain El Kebira	0,38	0,08	4,91
Karkoum S.B	0,43	0,09	4,85
Ouled Chaaban	0,13	0,03	4,64
S.Fellaoucène	0,14	0,03	4,50
El Hyadra	0,14	0,03	4,56
Ras Al-Taher	0,136	0,029	4,641
Ain Manchar	0,42	0,09	4,86

1.1.9 Discrimination par l'ACP les propriétés chimiques et microbiennes dans la zone d'étude

L'analyse en composantes principales (ACP) est un outil extrêmement puissant de compression et de synthèse de l'information. Selon notre A.C.P des propriétés chimiques et microbiennes des sols de la zone d'étude l'Axe 1 montre une valeur propre : 9,01 avec un taux d'inertie : 90.2 %.

Tableau 56: Les variables ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 1.

Côté positif de l'axe 1		Côté négatif de l'axe 1	
Variable	Valeurs (+)	Variable	Valeurs (-)
Humidité	4,48	Respiration Basale	3,53
Matière Organique	2,82	Biomasse Microbienne	3,49
		Conductivité	3,61

Au niveau de cet axe nous avons défini un gradient d'humidité et matière organique (MO) pour le côté positif, et un gradient de respiration basale, de biomasse Bactérienne et de Conductivité pour les sols les plus sècs «versant sud », qui va du côté positif au côté négatif de l'axe. Globalement, les sols sous individus de cette zone sont influencés respectivement par le versant, l'humidité et/ou la sécheresse, matière organique et l'alcalinité. Selon l'Axe 2 la valeur propre est 0,94 avec un taux d'inertie de 9,5%.

Tableau 57: Les variables ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'Axe 2.

Côté positif de l'axe 2		Côté négatif de l'axe 2	
Variable	Valeurs (+)	Variable	Valeurs (-)
%CaCo ₃	2,53	Humidité	0,69
		Matière Organique	0,61

L'axe 2 se caractérise surtout par un gradient de CaCo₃ Côté positif de, et de matière organique, de pH (alcalinité) de respiration basale, de biomasse microbienne et de conductivité pour tous les échantillons en allant du côté négatif vers le côté positif.

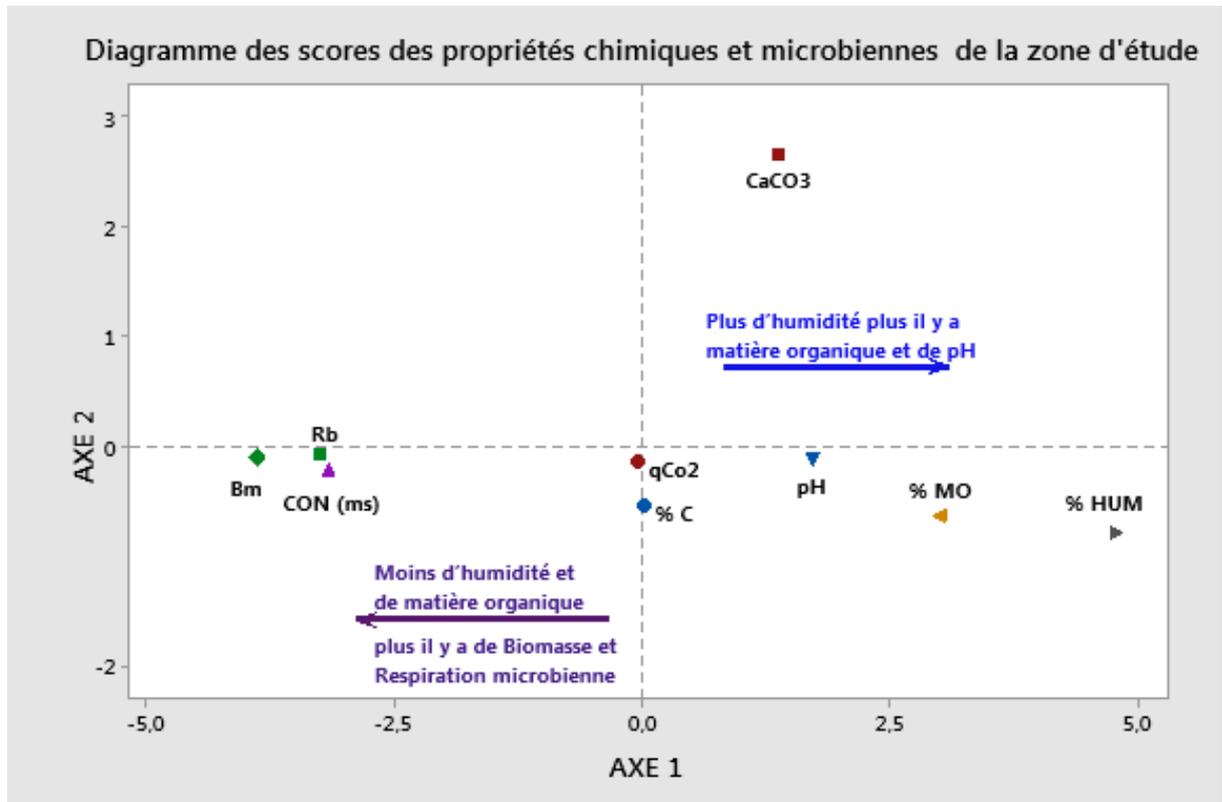


Figure 27: A.C.P des propriétés chimiques et microbiennes des sols de la zone d'étude « HUM : humidité, MO : matière organique, pH : potentiel hydrogène, CON : conductivité, C : carbone organique, CaCo₃ : calcaire total, Bm: biomasse microbienne, Rb: respiration b »

1.1.10 Discrimination par l'ACP les propriétés chimiques et microbiennes de chaque station

L'axe 1 présente une valeur propre de 4,18 avec un taux d'inertie : 46.5 %.

Tableau 58: Les variables ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de L'Axe 1. « NB : Ech.4f : station 4, échantillon f ; Ech.5j : station 5, échantillon j ; ...etc. »

Côté positif de l'axe 1		Côté négatif de l'axe 1	
Échantillons	Valeurs (+)	Échantillons	Valeurs (-)
Ech.4f	3,93	Ech.2a	3,37
Ech.5a	3,51	Ech.3b	4,10
Ech.5f	3,57	Ech.3g	3,47
Ech.5j	3,60	Ech.8a	3,46

Le côté positif de l'axe 1 se caractérise par les échantillons des stations de: sommet de djebel Fellaoucène, El Hyadra et Ouled Chaaban, ces sols sont plus humides et riches en carbone et en matière organique, on a aussi une certaine influence de l'alcalinité, en particulier la station de Ouled Chaaban. Le côté négatif se caractérise par les échantillons des stations de : Ain El Kebira, Karkoum S.B et Ain Menchar, ces sols sont plus sècs, de plus le taux de la masse microbiennes et de respiration basale était élevé par rapport aux autres échantillons. (fig. 28). L'axe 2 présente une valeur propre de 1,58 avec un taux d'inertie : 17.6 %.

Tableau 59: Les variables ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de l'axe 2. « NB : Ech.4f : station 4, échantillon f ; Ech.5j : station 5, échantillon j ; ...etc. »

Côté positif de l'axe 2		Côté négatif de l'axe 2	
Échantillons	Valeurs (+)	Échantillons	Valeurs (-)
Ech.1c	2,30	Ech.5f	2,28
Ech.4f	3,08	Ech.5i	3,07
Ech.6d	2,25	Ech.5j	2,77

Le côté positif de l'axe 2, représente tous les échantillons des stations: Al-Natour, Ouled Chaaban, et Ras Al-Tahar, ces sols d'un substrat calcaire et de pH plus alcaline, alors que le côté négatif de l'axe comprend des sols de substrat siliceux ou de faible en calcaire.

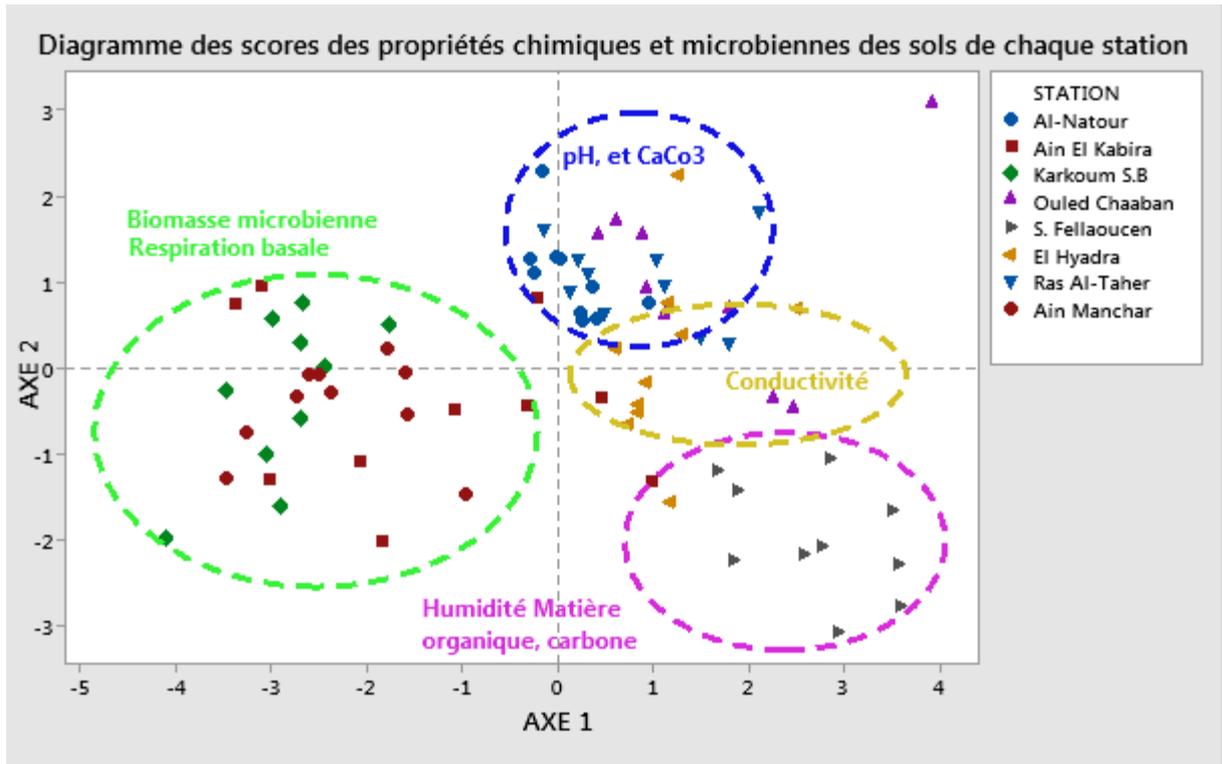


Figure 28: Analyse en composant principal (ACP) des propriétés chimiques et microbiennes des sols de chaque station.

1.1.11 Analyse des principaux facteurs de la corrélation entre les propriétés chimiques et microbiennes des sols

Les résultats de l'analyse statistique ont révélé plusieurs corrélations entre différents échantillons de sol, où chaque corrélation est soumise à plusieurs facteurs climatiques et anthropiques qui la distinguent de l'autre. Les échantillons des stations de: Ouled Chaaban, S. Fellaoucène, El Hyadra et certains échantillons des stations de: Al-Natour et Ras Al-Tahar sont répartis du côté positif par rapport à l'axe 1, et l'un des facteurs le plus important contrôlant cette corrélation est l'exposition au nord où le climat est plus humide et les pressions anthropiques, en particulier le pâturage, l'exploitation forestière, l'ouverture des pistes et les incendies, et vers le côté négatif du même axe, on trouve des échantillons de la station de : Ain El Kebira, Karkoum S.B, Ain Menchar, et quelques échantillons de la station de : Al-Natour et Ras Al-Tahar. L'un des facteurs le plus important qui caractérise cette corrélation est l'exposition au sud où le climat est plus sec, le substrat siliceux ou de faible calcaire, et ces stations ont presque la même altitude. L'intensité des incendies, le pâturage des bovins a joué un rôle majeur dans la réalisation de la corrélation entre ces sols. (Fig. 29).

En ce qui concerne l'Axe 2, les sols des stations de : Ouled Chaaban, Al-Natour, Ras Al-Tahar, et quelques échantillons de la station El Hyadra, sont répartis du côté positif de l'axe, là où le substrat est calcaire, l'altitude basse et la pression anthropique, notamment le pâturage des ovins et caprins et les terres agricoles abandonnées, sont parmi les facteurs les plus importants contrôlant la corrélation entre ces sols, tandis que les sols des stations de : Ain El Kebira, Karkoum S.B, Ain Menchar, S. Fellaoucène et certains échantillons de la station El Hyadra, sont distribués à côté négatif du l'axe, où le substrat siliceux, les incendies et le pâturage des bovins, ont joué un rôle important dans la réalisation de la corrélation entre ces

sols, et plus on va vers le négatif, plus l'altitude est élevée et donc plus l'humidité du climat est élevée, ce qui entraîne une augmentation d'humidité, de matière organique et de carbone organique dans ces sols. (Fig. 29).

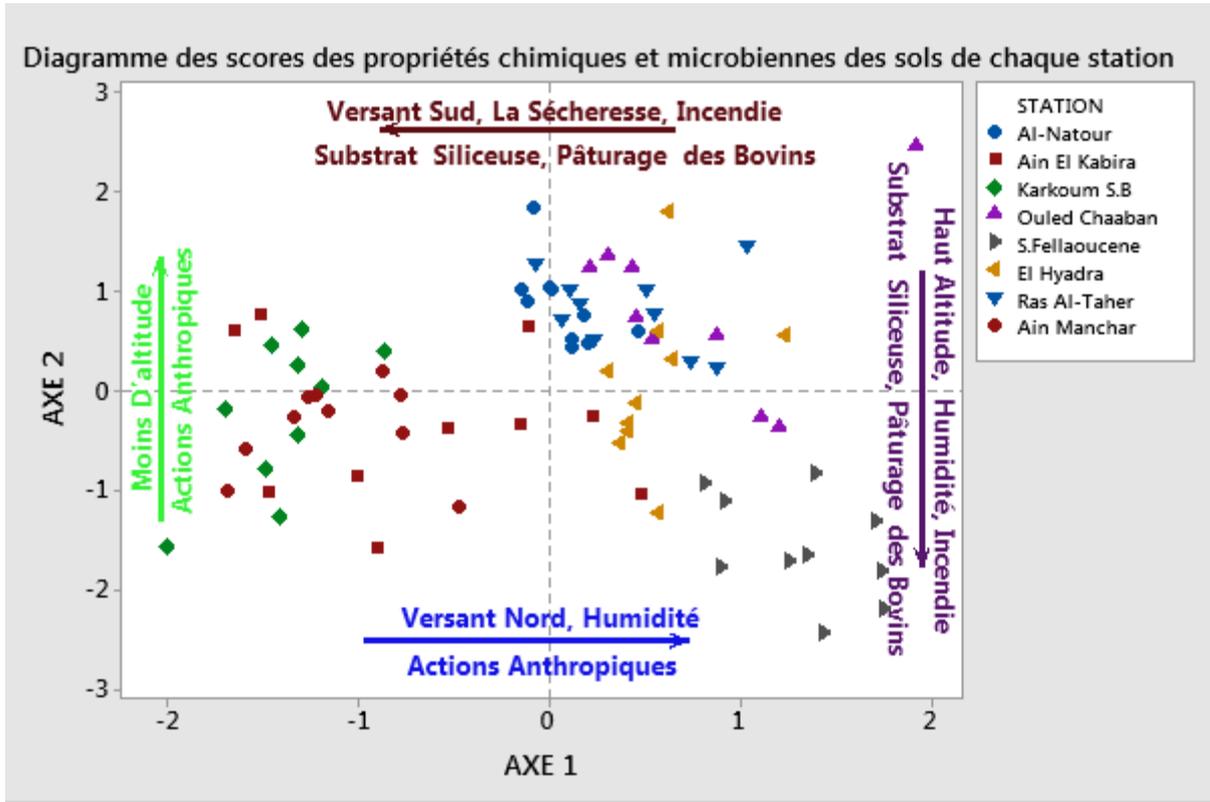


Figure 29: Les principaux facteurs de la corrélation entre les propriétés chimiques et microbiennes des sols.

1.2 Environnement Bioclimatique

1.2.1 Facteurs climatiques

1.2.1.1 Le régime pluviométrique annuelle

L'analyse des données climatiques la nouvelle période (1991 – 2020), met en évidence l'irrégularité de la répartition annuelle des précipitations au niveau de la zone d'étude. Le tableau ci-après, donne un aperçu sur ces oscillations des précipitations. (Fig. 30)

Cette précipitation se distingue par son hétérogénéité et ses fluctuations selon les années. Après la période sèche (été) les pluies d'automne sont soudaines et violentes surtout en altitude. Les précipitations moyennes annuelles de la zone d'étude oscillent entre 300 mm et 550 mm. Il y a lieu de signaler des périodes de sécheresse où les précipitations ne sont que de 157 mm aussi il y a lieu de signaler des périodes humides où pluviométrie dépassé 650 mm.

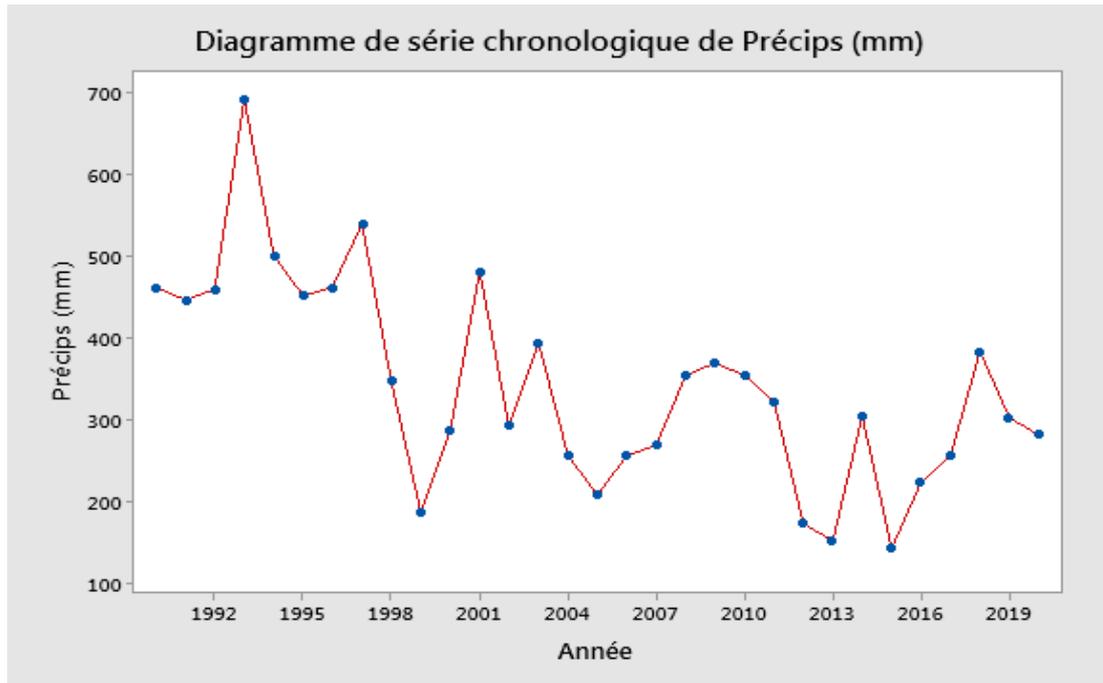


Figure 30: Courbe représentant les variations pluriannuelles de pluies (1991 – 2020).

1.2.1.2 Le régime mensuel :

La figure 31, met en évidence l'irrégularité de la répartition des précipitations dans la moyenne et nouvelle période où nous avons remarqué des baisses et des hausses soudaines des précipitations, que ce soit en période humide ou en période sèche, alors que l'ancienne période elle plus régulière où les précipitations atteint de 60 mm pendant la période humide puis a commencé à diminuer progressivement et régulièrement jusqu'à la période sèche puis remontée progressive et régulière jusqu'à 58 mm en septembre.

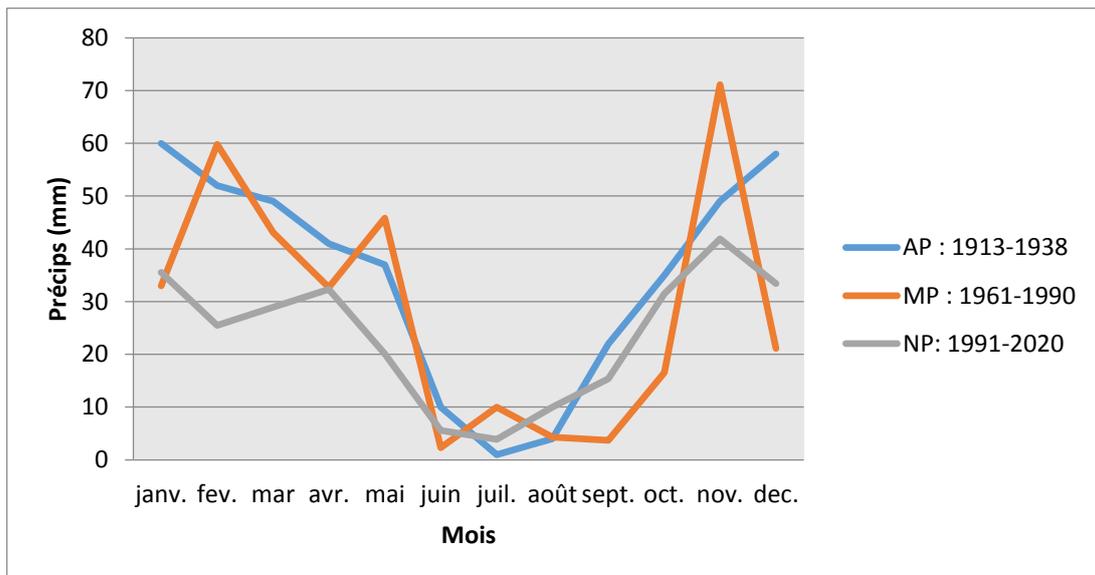


Figure 31 : Moyennes des précipitations mensuelles des trois périodes « Station Maghnia : 1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 ».

1.2.1.3 Régimes saisonniers

Le régime saisonnier des trois périodes met en évidence l'irrégularité de la répartition des précipitations dans saisons. (Fig.32). On constate un régime saisonnier de type HPAE pendant l'ancienne période et de type HAPE durant la nouvelle période, alors que la moyenne période, nous remarquons un régime saisonnier de type PHAE accompagnée d'une tranche pluviométrique saisonnière particulièrement en printemps ensuite au Hiver. (Fig. 32)

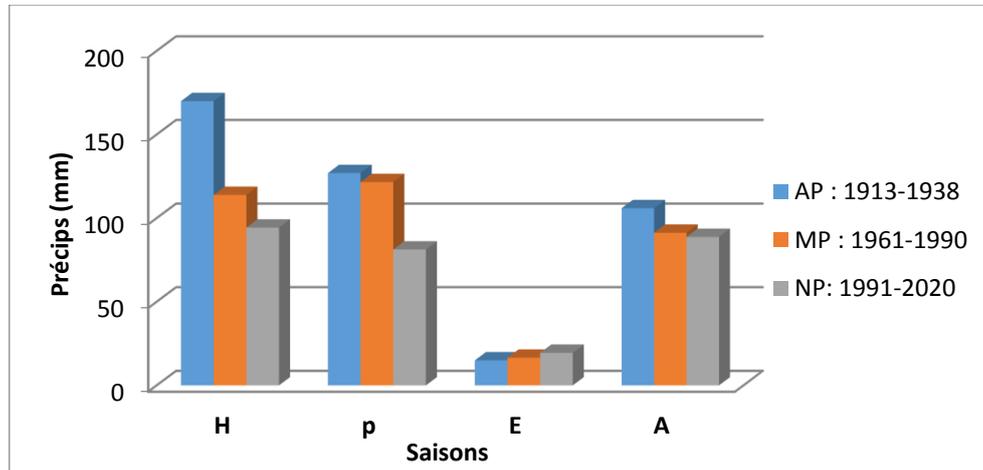


Figure 32: Variations saisonnières des précipitations des trois périodes « Station Maghnia : 1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 ».

1.2.1.4 Les températures moyennes mensuelles et annuelles :

Le régime thermique de la région est caractérisé par des températures très élevées en été et basses en hiver. Les moyennes mensuelles des températures confirment que Janvier est le mois le plus froid pour les trois périodes, et le mois le plus la température la plus élevée est dans le mois de Aout. Dans la nouvelle période, on a enregistré les températures moyennes mensuelles les plus élevées par rapport la moyenne et l'ancienne période, particulièrement les saisons d'Été et Automne. (Fig. 33).

La température moyenne annuelle elle s'augmente de 16,81 °C du l'ancienne période jusqu'au 18,15 °C du la nouvelle période. (Fig. 34)

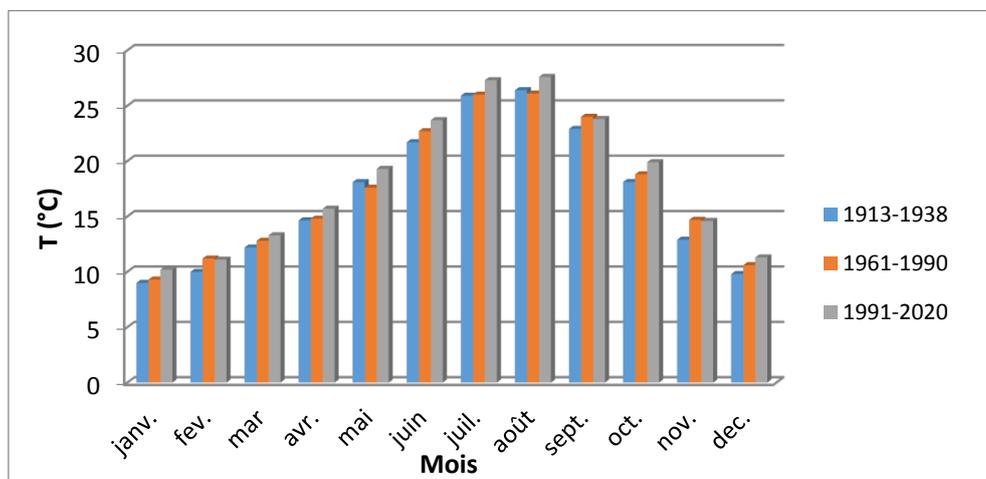


Figure 33: Variation des moyennes mensuelles des températures durant les trois périodes « 1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 ».

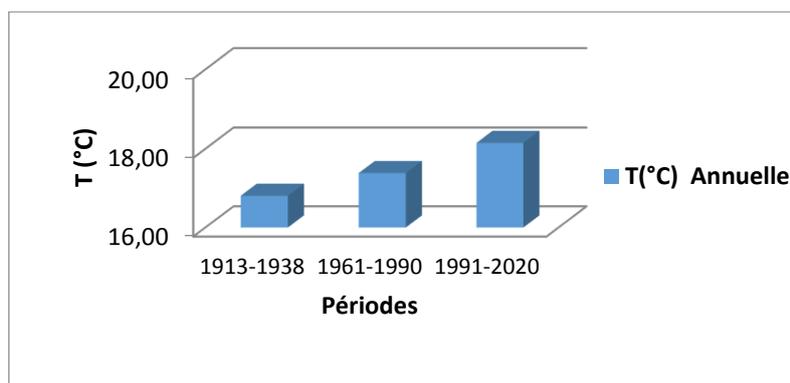


Figure 34: Variation des moyennes annuelles des températures durant les trois périodes « 1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 ».

1.2.1.5 Amplitude thermique (M-m) :

Les températures minimales et maximales des trois périodes présentent une distribution mensuelle selon un régime saisonnier régulier, aussi le mois le plus froid est celui de Janvier qui varie entre 9 et 10,2°C et le mois d'Août est le plus chaud, où Les maxima varient entre 26.1 et 27.6 °C. D'une manière générale, le massif se caractérise par un climat littoral. (Tab. 60)

Tableau 60: les maxima, les minima, amplitude thermique et type du climat des trois périodes « 1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 ».

Périodes	M (°C)	m (°C)	Amplitude thermique (M-m) (°C)	Types de climat
1913-1938	26,4	9	17,4	Climat littoral
1961-1990	26,1	9,3	16,8	Climat littoral
1991-2020	27,6	10,2	17,4	Climat littoral

1.2.2 Synthèse bioclimatique

1.2.2.1 Indice xérothermique d'EMBERGER

D'après le Tableau 61, on constate que le climat de notre zone est méditerranéen. «S<5».

Tableau 61: Indice xérothermique d'EMBERGER des trois périodes «1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 »

La période	Classes d'altitudes (m)	PE (mm)	M (°C)	S
1913-1938	C1 _{AP}	15,45	25,83	0,60
	C2 _{AP}	16,5	24,43	0,68
	C3 _{AP}	17,55	23,03	0,76
	C4 _{AP}	18,6	21,63	0,86
1961-1990	C1 _{MP}	17,762	25,00	0,71
	C2 _{MP}	19,256	23,60	0,82
	C3 _{MP}	20,584	22,20	0,93
	C4 _{MP}	22,078	20,80	1,06
1991-2020	C1 _{NP}	21,645	25,81	0,84
	C2 _{NP}	23,79	24,42	0,97
	C3 _{NP}	25,935	23,04	1,13
	C4 _{NP}	27,885	21,65	1,29

* Classes d'altitudes : C1= 500m, C2= 700m, C 3= 900m, C 4= 1100m.

1.2.2.2 Indice de DE-MARTONNE

Nous remarquons que le climat en altitude de plus de 900 m ont subi une diminution de sont indice pendant la nouvelle période (changement d'un climat humide vers un climat semi-aride) (Fig.35), les autres classes restent dans le climat semi-aride avec une forte diminution de sont indice. (Tab. 62)

Tableau 62: Indice de DE-MARTONNE des trois périodes et les types de climat de la zone d'étude «1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 ».

La période	Classes d'altitudes (m)	Indice de De- Martonne	Type de climat
1913-1938	C1 _{AP}	16,38	Semi-aride. Écoulement temporaire
	C2 _{AP}	18,33	Semi-aride. Écoulement temporaire
	C3 _{AP}	20,41	Humide. Drainage extérieure
	C4 _{AP}	22,77	Humide. Drainage extérieure
1961-1990	C1 _{MP}	13,91	Semi-aride. Écoulement temporaire
	C2 _{MP}	15,78	Semi-aride. Écoulement temporaire
	C3 _{MP}	17,74	Semi-aride. Écoulement temporaire
	C4 _{MP}	20,07	Humide. Drainage extérieure
1991-2020	C1 _{NP}	11,75	Semi-aride. Écoulement temporaire
	C2 _{NP}	13,51	Semi-aride. Écoulement temporaire
	C3 _{NP}	15,43	Semi-aride. Écoulement temporaire
	C4 _{NP}	17,44	Semi-aride. Écoulement temporaire

* Classes d'altitudes : C1= 500m, C2= 700m, C 3= 900m, C 4= 1100m.

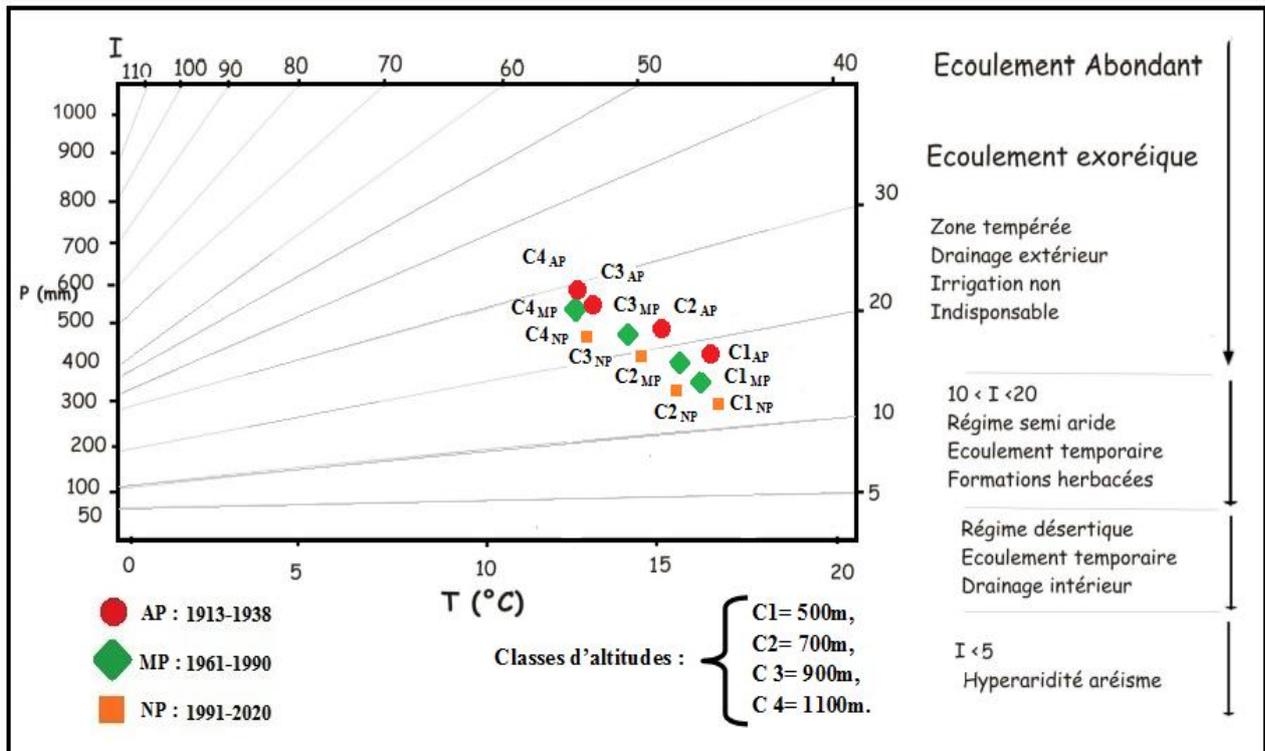


Figure 35: Indice d'aridité de DE-MARTONNE de chaque classe d'altitude dans les trois périodes «1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 ».

1.2.2.3 Diagramme ombro-thermique (BAGNOULS et GAUSSEN ; 1953):

Ce diagramme climatique montre ainsi la durée de la période défavorable à la croissance des végétaux et présente une signification écologique précise (LABAT, 1985). Il est en soi une information synthétique pertinente pour beaucoup d'usages (RICHARD, 1997).

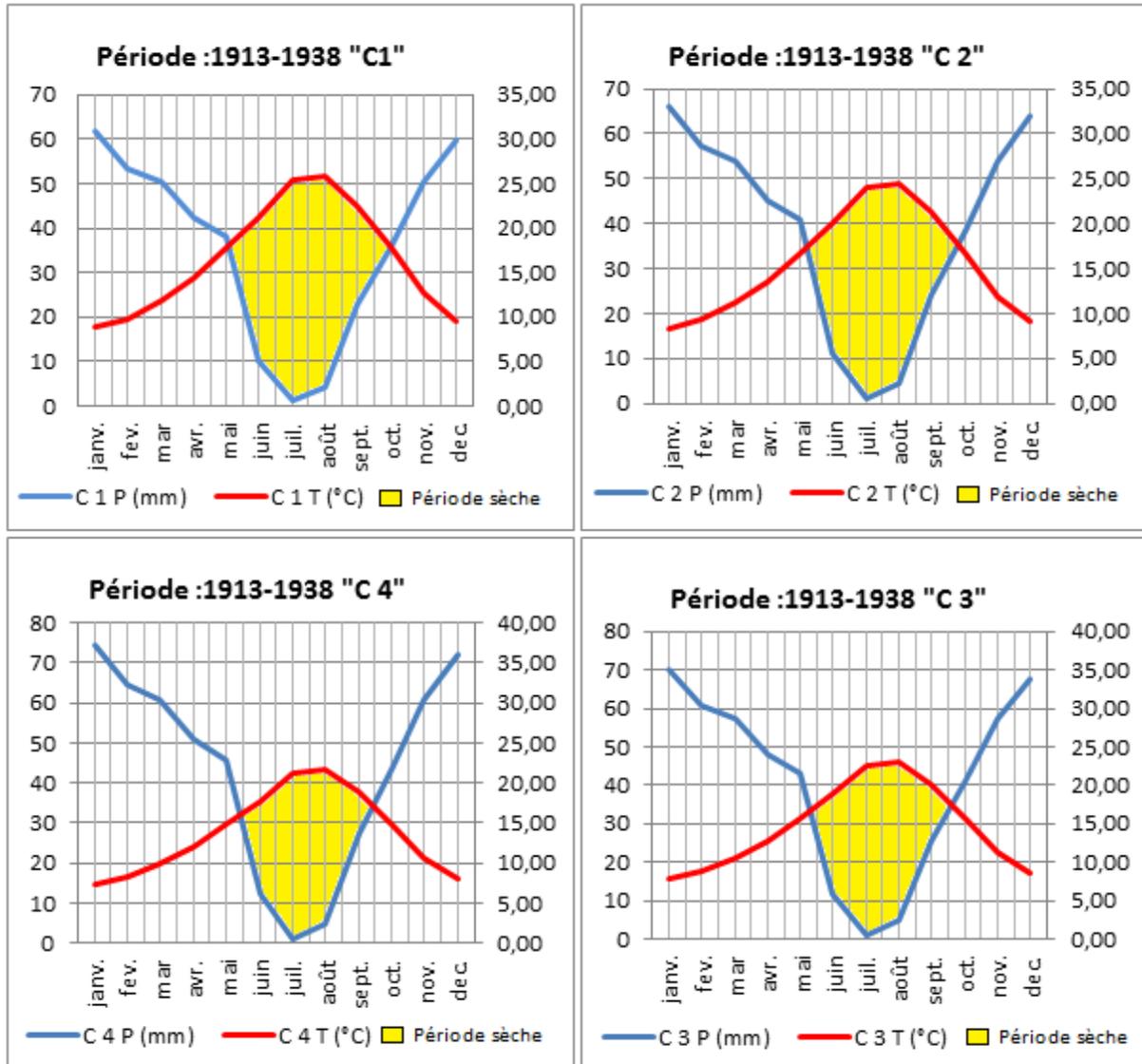


Figure 36: Diagrammes Ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN « 1918-1930 ».

Pour l'ancienne période (1918-1930) la saison sèche dans les classes d'altitudes 1et 2 « C1=500m et C2= 700m) s'étend de mai jusqu'à octobre, soit 6 mois de sécheresse, et de la mi-mai jusqu'à de la mi-septembre, soit 4 mois de sécheresse pour les classes d'altitudes 3et 4 « 900m et 1100m d'altitude).

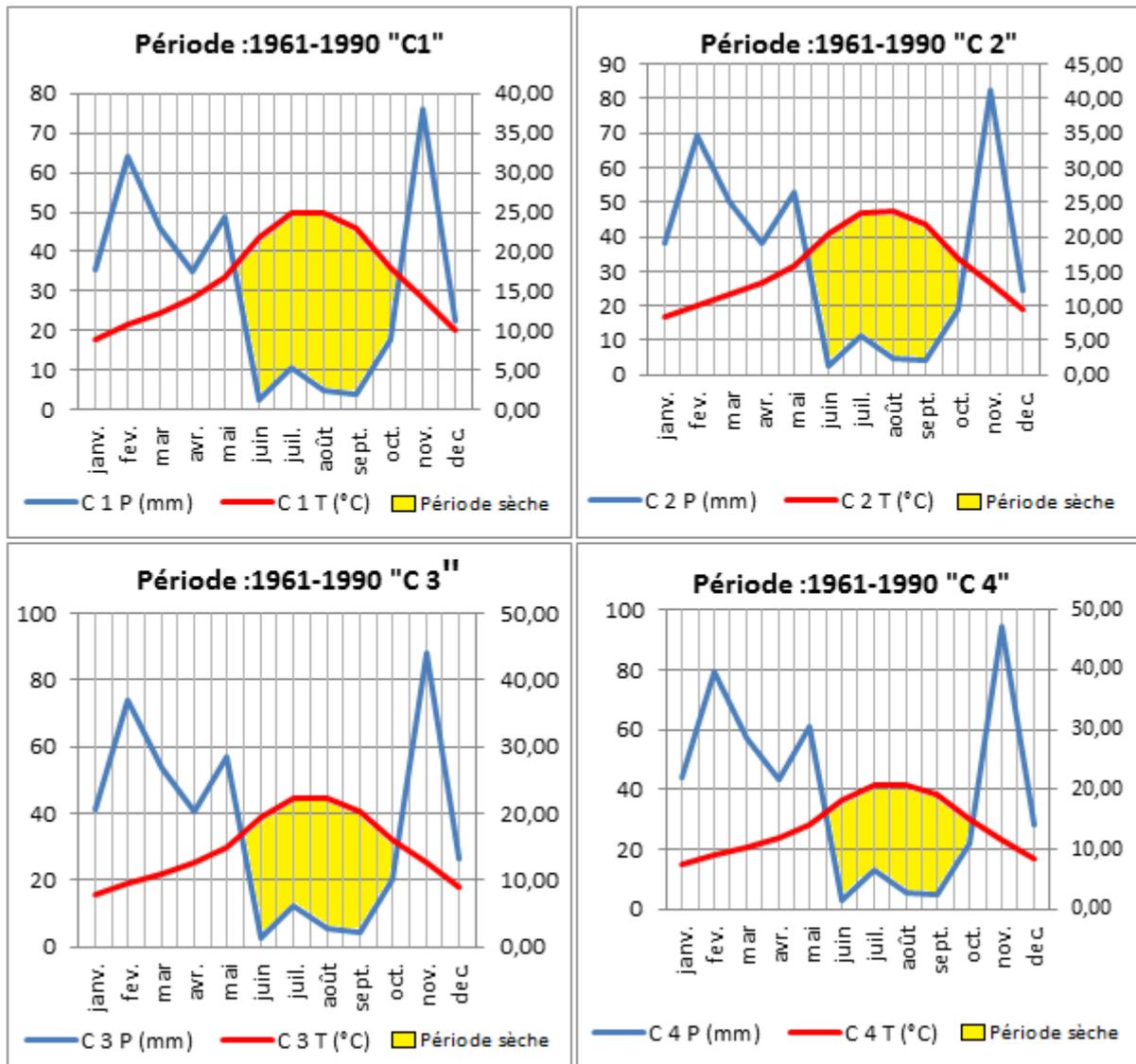


Figure 37: Diagrammes Ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN « 1961-1990 ».

Pour la période moyenne (1961-1990) la saison sèche dans toutes les classes d'altitudes s'étend de la mi-mai jusqu'à le mois d'octobre, soit 5,5 de sécheresse.

Pour la nouvelle période (1991-2020) la saison sèche dans les classes d'altitudes 1et 2 « C1=500m et C2= 700m) s'étend de mi-avril jusqu'à octobre soit 6,5 mois de sécheresse, et de mai jusqu'à la mi-septembre, soit 5,5 mois de sécheresse pour les classes d'altitudes 3et 4 « 900m et 1100m d'altitude).

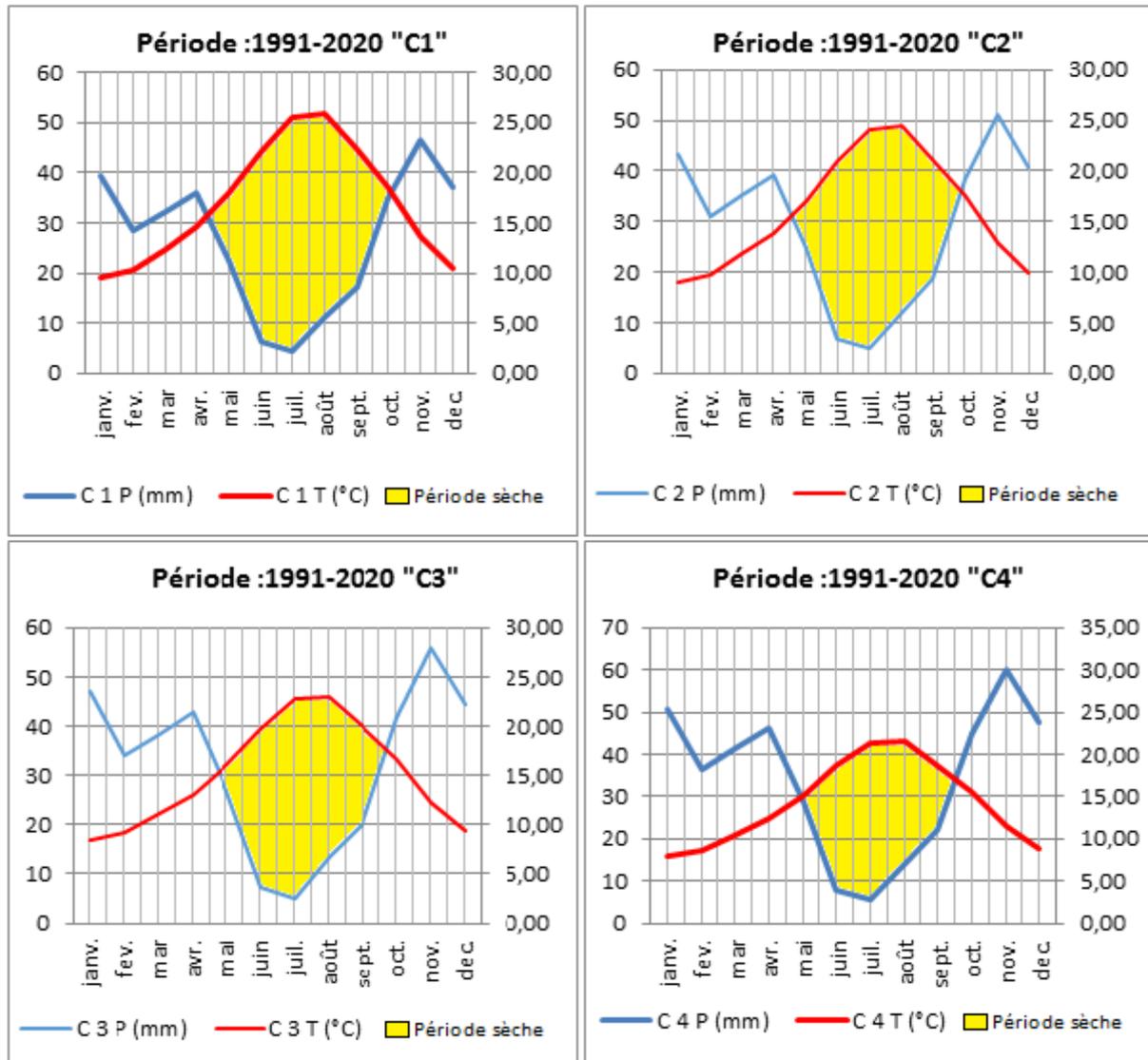


Figure 38: Diagrammes Ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN « 1990-2020 »

1.2.2.4 Indice pluviométrique et le climagramme d'EMBERGER

Tableau 63: Valeurs de Q2 d'EMBERGER «1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 »

Période	Classes d'altitudes (m)	M (°C)	m (°C)	Q2	Étages bioclimatiques
1913-1938	C1 _{AP}	25,83	8,64	86,27	Subhumide inférieur à hiver chaud
	C2 _{AP}	24,43	7,83	95,77	Subhumide inférieur à hiver chaud
	C3 _{AP}	23,03	7,11	106,61	Subhumide moyenne à hiver tempéré
	C4 _{AP}	21,63	6,30	117,79	Subhumide moyenne à hiver tempéré
1961-1990	C1 _{MP}	25,00	8,65	77,48	Semi-aride supérieur à hiver chaud
	C2 _{MP}	23,60	7,91	87,83	Subhumide inférieur à hiver chaud
	C3 _{MP}	22,20	7,07	97,76	Subhumide moyenne à hiver chaud
	C4 _{MP}	20,80	6,23	109,33	Subhumide moyenne à hiver tempéré
1991-2020	C1 _{NP}	25,81	9,38	66,02	Semi-aride supérieur à hiver chaud
	C2 _{NP}	24,42	8,57	75,45	Semi-aride supérieur à hiver chaud
	C3 _{NP}	23,04	7,75	85,64	Subhumide inférieur à hiver chaud
	C4 _{NP}	21,65	6,94	96,00	Subhumide moyenne à hiver tempéré

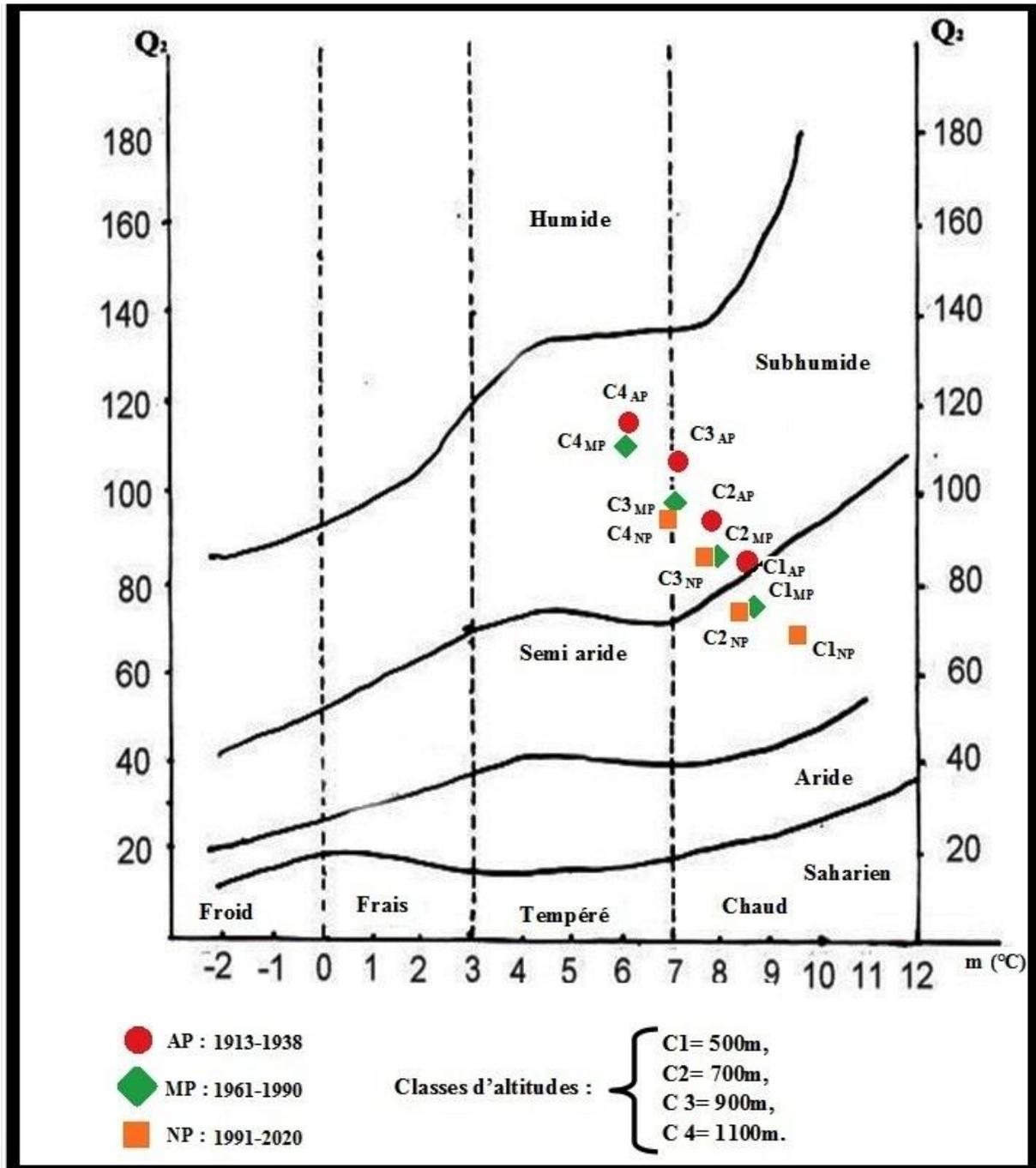


Figure 39: Position de la zone d'étude sur le climatogramme d'EMBERGER durant les trois périodes «1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 » et en fonction des classes d'altitudes dans (C1= 500m, C2= 700m, C 3= 900m, C 4= 1100m.).

1.3 L'impact de la pression anthropique sur les matorrals de la zone d'étude

1.3.1 Évolution des effectifs

En terme d'effectif, le cheptel est largement dominé par les ovins au niveau de la zone d'étude. En effet, le nombre moyen d'ovins enregistrés dans la zone d'étude est 16864 contre 1553 caprins et seulement 675 bovins (Tableau 64). Le nombre moyen d'U.P.B dans la zone d'étude est de l'ordre de 21000 U.P.B

Tableau 64: Évolution des effectifs des cheptels entre 2009 et 2019. (D.S.A, 2019)

Nature du cheptel	2019
Ovins	16864
Bovins	675
Caprins	1553

1.3.2 Besoin fourrager des animaux dans la zone

Les besoins annuels du cheptel s'élèvent à 8952450 unités fourragères. Le potentiel fourrager disponible dans les parcours forestiers de la zone d'étude, s'évalue globalement à 6 824 000 unités fourragères par hectare et par an. En effet, les tableaux 65 et 66 ci-dessous présentent le potentiel existant et les écarts en question.

Tableau 65: Évaluation des besoins annuels du cheptel en unités fourragères.

	Cheptel	Effectif	U F/an et par tête	Besoins fourragers UF/an
Zone d'étude	Ovins	16864	400	6745600
	Bovins	675	1200	810000
	Caprins	1553	350	543550
	Total	19092	/	8099150

Tableau 66: Évaluation du potentiel fourrager offert par la forêt dans la zone. (Sourc : Circonscription des Forêts de Ghazaouet).

	Essences	Superficie ouverte au parcours (Ha) (CF, 2019)	Potentiel en UF/ha/an (Moyen)	Potentiel fourragers UF/an
Zone d'étude	<i>Olea europea L.</i>	428	20 UF/ha/an	8 560
	<i>Pinus halepensis Mill.</i>	8	50 UF/ha/an	400
	<i>Quercus ilex L.</i>	547	150 UF/ha/an	82 050
	<i>Tetraclinis articulata (Vahl) Masters</i>	1041	20 UF/ha/an	20 820
	<i>Pistacia lentiscus L.,</i>	1248	20 UF/ha/an	24 960
	Total	5631	/	136 790

1.3.3 Bilan fourrager, coefficient de surpâturage et Indice de pression anthropique

Les résultats du bilan fourrager, coefficient de surpâturage et Indice de pression anthropique de la zone d'étude sont mentionnés dans le tableau 67 :

Tableau 67: Bilan fourrager, coefficient de surpâturage et Indice de pression anthropique de la zone d'étude.

Indicateurs	Zone d'étude
Besoins fourragers (UF/An)	8099150
Potentiel forestier en UF	136 790
Déficit fourrager UF	- 7 962 360
Charge réelle: Cr (U.G.B/Ha)	7460.37
Charge d'équilibre : Ce (U.G.B/Ha)	574.99
Coefficient de surpâturage (S)	91 %
Indice de pression anthropique	26 (sans unité)

1.4 L'impact des incendies sur les sols des matorrals de la zone d'étude

Les résultats ont montré que le sol de la zone d'étude est généralement hétérogène, Cependant, il a également montré qu'il n'y a aucune différence significative dans les propriétés chimiques entre les sols récemment brûlés et les sols qui n'ont pas été brûlés depuis 15 ans. En outre, il y a une restructuration de la teneur en eau, matière organique et de pH après le récent incendie, notamment dans les stations exposées au nord, (fig.40), et de restructuration de la biomasse bactérienne et de la respiration basale en particulier dans les sols du versant sud. (Fig. 41).

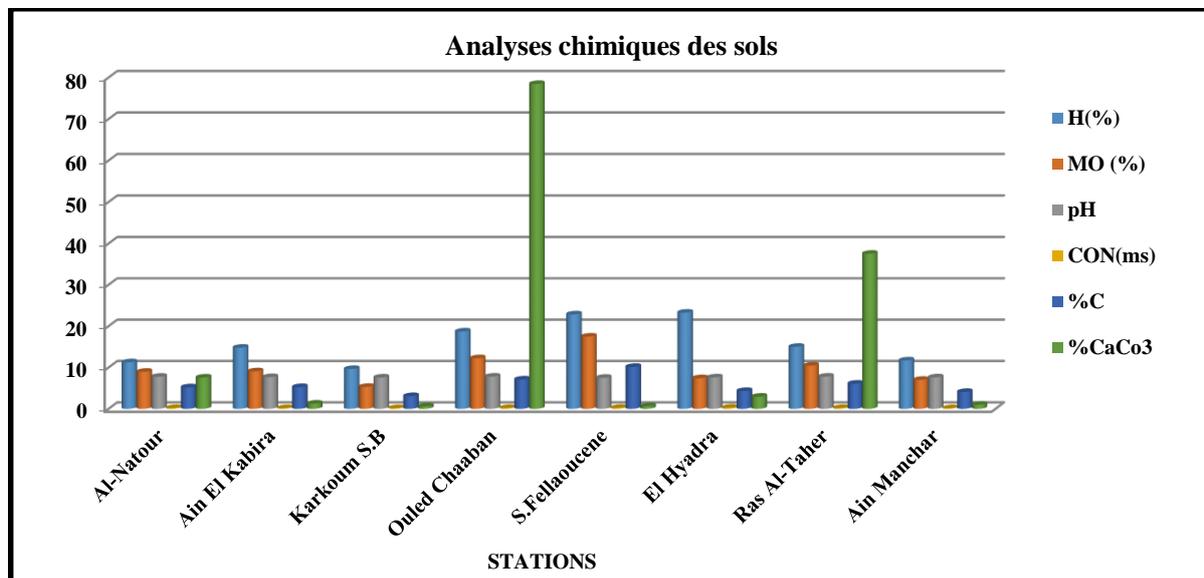


Figure 40: les histogrammes des résultats des propriétés chimiques des sols de la zone d'étude. « H: humidité, MO: matière organique, pH: potentiel hydrogène, CON: conductivité, C: carbone organique, CaCo3: calcaire total ».

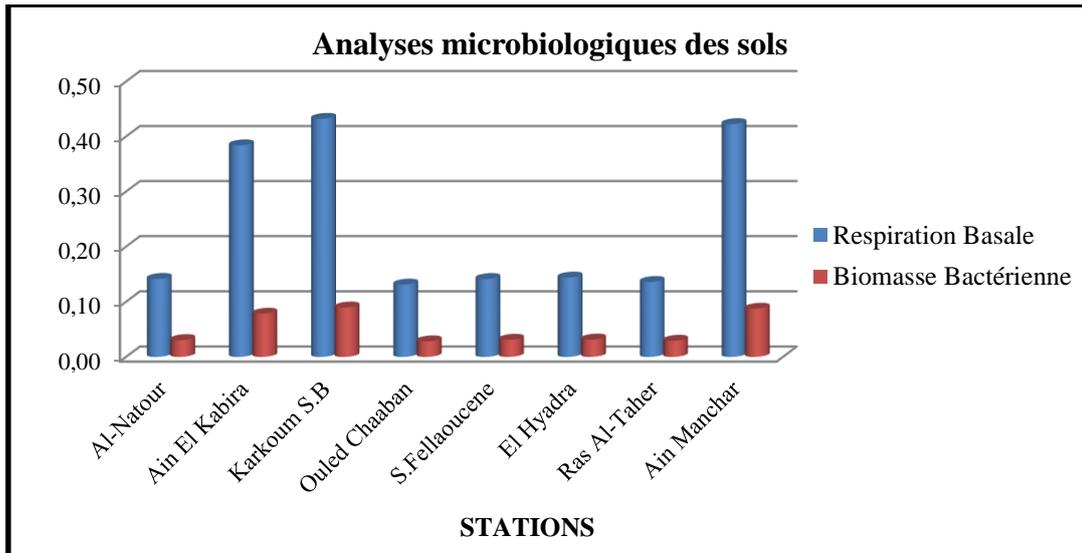


Figure 41: les histogrammes des résultats des propriétés microbiennes des sols de la zone d'étude.

2. DISCUSSION

2.1 Diagnostique phytoécologique et pédologique

2.1.1 Compositions systématiques

La végétation de la zone d'étude offre un paysage botanique captivant et très diversifié. La zone d'étude compte plus de 340 espèces, appartenant à 67 familles.

La comparaison des familles montre l'importance des Astéracées, des Fabacées, des Poacées, et les Orchidacées, il est probable que les raisons de leur propagation est de sauvegarder leur capacité à résister à différents facteurs climatiques tels que la sécheresse et les facteurs anthropiques. Ces familles comprennent un grand nombre d'espèces avec des épines et/ou des substrats toxiques ou feuilles velues grossières, ce qui les rendent résistantes à des facteurs climatiques cruels aussi et ne sont pas utilisées par le bétail. BOUAZZA, (1990) souligne que les animaux choisissent les espèces et, par conséquent, imposent à la biomasse consommable offerte une action sélective importante.

D'autres taxons poussent d'une manière expansionniste après le feu comme les *divers cistes*: *Cistus monspeliensis* L. L., *Cistus ladanifer* L., *Cistus villosus* L. L., *Cistus salvifolius* L. ; et des taxons caractérisés par leur forte régénération par les rejets de souche tels que le *Tetraclinis articulata* (Vahl) Masters (Vahl.) Masters., le *Quercus ilex* L. L., *Quercus coccifera* L. L., *Olea europaea* L. L., *Pistacia lentiscus* L. L., *Phillyrea angustifolia* L. L., *Rhamus alaternus* L...etc., qui peuvent participer à la constitution de paysages de matorral (QUEZEL et MEDAIL, 2003-a-c), élevés à Thuya et Les matorrals moyen (Oleo-lentisque), Les matorrals bas épais buissonnants.

2.1.2 Spectre Biologique

Les paysages pré-forestiers dégradés, caractérisés par un matorral dont la hauteur moyenne entre 1m et 1.80m, et un taux de recouvrement de la végétation de moins de 60%. Le spectre biologique de nos relevés, montre que le taux des thérophytes est très élevé (53%), ce qui confirme une forte pression anthropique et climatique. Ce phénomène est lié aux surpâturages fréquents (BABALI, 2014). BARBERO et al., (1990) souligne que la thérophytie comme étant

une forme de résistance à la sécheresse, aussi QUÉZEL, (2000) indiquée qu'une forte température des milieux arides la thérophytisation stade de dégradation ultime. Les Géophytes (18%) occupent la seconde position, ce qui s'explique par les rigueurs climatiques des zones d'étude et l'instabilité structurale du sol qui favorise le développement des espèces à cycle de vie court, plus ou moins exigeant quant aux besoins hydriques et trophiques comme le souligne STAMBOULI-MEZIANE (2010). Ces résultats contredisent les travaux de DANIN et ORSHAN, (1990), qui a également trouvé des proportions de géophytes plus élevées dans la région méditerranéenne que dans le domaine steppique ; ce qui est notre cas, avec la régression forestière vers la thérophytisation. Malgré l'importance des thérophytes et les Géophytes, les Chamaephytes gardent une place particulièrement importante avec un taux de (16%). Ce type biologique semble être mieux adapté à la sécheresse estivale plus que les Phanérophytes ; elles sont plus xérophiles, et généralement, elles produisent beaucoup de graines. (DANIN et ORSHAN, 1990, BOUAZZA et BENABADJI, 2002), leur taux est un signe de perturbation et de dégradation de l'écosystème (DANIN et ORSHAN, 1990), et peut être le signe d'un stade progressif si les arbustes sont plus hauts et la formation plus dense. En suit les Hémicryptophytes qui sont moins représentées 10%, elles se trouvent généralement dans les habitats humides tels que les falaises, haute altitude et riche en matière organique, comme le souligne BARBERO et *al.*, (1989). Les Phanérophytes occupent la dernière place et annonce une dynamique régressive (GRIME, 1977 ; DAGET, 1980 ; DAHMANI, 1997 ; MEDDOUR, 2010). Malgré la faible présence de ces Phanérophytes (3%); elles dominent par leur biomasse. (BABALI, 2014).

Pour l'ensemble des zones d'étude, la répartition des types biologiques suit le schéma suivant : Th> Ge>Ch> He >Ph. L'analyse des formes d'adaptation des plantes permet une meilleure appréciation des conditions écologiques dans lesquelles elles vivent, et les types biologiques, par leur répartition, traduisent fidèlement les conditions écologiques d'une région. (BELHACINI, 2011).

2.1.3 L'endémisme et la flore rare, et menacée

Un taux de rareté de 19 taxons, représentant 5.52 % de la flore totale de la zone d'étude et 1.04 % de l'Algérie (1818 taxons rares) est assez important pour une zone située en étage semi-aride (VELA et BENHOUHOU, 2007). Ce taux est constitué de 01 espèce très rare (RR), 08 espèces rares (R) et 10 espèces assez rares (AR).

L'ensemble des endémiques constitue un faible pourcentage avec 3.78 %, mais il montre l'importance de la phytodiversité de cette région, et la mise en défense afin de sauvegarder ces espèces fragiles envoies d'extinction. (BABALI, 2014).

Les taxons protégés en Algérie est de 06 soit 1.74 % de la flore totale de la forêt de la zone d'étude et 1.32 % de l'Algérie (454 taxons protégés). Actuellement l'Algérie est en phase d'élaboration d'une nouvelle Stratégie et des Plans d'Actions Nationaux (SPAN) relative à la biodiversité. L'élaboration de la présente étude rentre dans le cadre du SPAN, sa finalité étant de proposer des recommandations susceptibles d'enrichir et d'orienter cette stratégie nationale. La contrainte majeure qui a ralenti l'application de la 1ère Stratégie et du Plan d'Action National (2000) pour la conservation et la protection de la diversité biologique en Algérie, fut l'insuffisance de synergie et de coordination des actions entre les différents départements (MATE, MADR, MPRH, MC, MRE, MICL en particulier) en charge de la mise

en œuvre de cette stratégie (5ème Rapport National de l'Algérie au titre de la CDB, 2014). (PROJET MATE-PNUD-FEM, 2015).

2.1.4 Orchidoflores

D'après les résultats obtenus, il apparaît que la zone d'étude est une zone idéale et favorable au développement des orchidées, où nous avons enregistré 23 orchidées. Le genre *Ophrys* est le plus diversifié dans le bassin méditerranéen (PRIDGEON et al., 2001 ; DELFORGE 2006 ; PEDERSEN et FAURHOLDT 2007). Ces observations contredisent les travaux de BABALI et al., (2018a) dans la région de Tlemcen.

Les endémismes légèrement supérieur à 13%, conforme à celui de l'ensemble de la flore vasculaire régionale (MEDAIL et QUEZEL, 1997), car elle inclut trois espèces (*Anacamptis morio subsp. tlemcenensis*, *Ophrys fusca subsp. maghrebiaca* et *Ophrys subfusca subsp. battandieri*).

Deux espèces, sont évaluées comme « LC, préoccupation mineure » dans la liste rouge de l'UICN (2019) (Tab.15) : *Ophrys atlantica subsp. Atlantica* et *Ophrys omegaifera subsp. hayekii*. Cinq (05) taxons sont protégés par la loi Algérienne de conservation des espèces végétales spontanées (JORA 2012). Cela ne signifie pas que le reste des orchidées n'y soit réellement menacées d'extinction puisque cette liste, très incomplète, n'a toujours pas été complétée ni révisée selon les nouveaux critères. (BABALI et al., 2019).

Le taux de rareté des orchidées est de 60.87 %. Une hypothèse est que cette rareté est la conséquence d'actions directes et/ou indirectes des dégradations que subissent les habitats correspondants (DE BELAIR et al., 2005; HAMEL et al., 2017).

D'une manière générale, l'orchidoflore de la région d'étude peut être jugée comme assez intéressante (BABALI et al., 2019), si on la compare à celle obtenue dans la région de Tlemcen par BABALI et al., (2018a) qui comptabilise 29 espèces avec 2 hybrides, de celle Tiaret par MIARA et al., (2018) avec 20 espèces, de celle de BABALI et al., (2013a) avec 14 espèces dans la réserve de Moutas ou encore celle de RAYNAUD et al., (1985) qui signale 42 espèces pour le Maroc.

2.1.5 La flore médicinale et aromatique dans la zone d'étude

D'après DERRIDJ et al., (2009), le savoir thérapeutique traditionnel, thésaurisé et transmis de génération en génération chez les populations rurales, est un héritage familial oral, dominant en particulier chez les femmes âgées et illettrées.

Les matorrals de djebel de Fellaoucène est l'une des forêts des montagnes des traras (Algérie occidentale), qui ont été utilisé depuis l'Antiquité comme la principale source d'herbes médicinales et aromatiques. Dans la zone d'étude, les montagnards et les villageois utilisent ces plantes pour se soigner (ex : fumigation de feuilles d'Eucalyptus contre la grippe, Ain Bakra (*Crataegus oxyacantha var.monogyna (Jacq.) Batt.*, contre, Cholestérol, douleur de l'estomac, Système sanguin... etc.). L'analyse floristique montre que 64 taxons médicinales et aromatiques, Il y a d'autres plantes que nous n'avons pas incluses dans le tableau 16, parce qu'elles sont peu utiles ou inconnues de la majorité de la population de la région, telles que : *Salvia argentea L*, *Salvia algeriensis Desf.*, *Salvia verbenaca (L.) Briq.*, *Jasminum fruticans L.*, *Halimium halimiolium (L.) Willk.* *Allium paniculatum L*, *Nepeta multibracteata Desf.*, etc.

Les femmes utilisent beaucoup plus les plantes médicinales et aromatiques que les hommes. AOUADJ (2021), souligne que 30 % des utilisateurs de la médecine traditionnelle

sont des hommes et 70 % sont des femmes, aussi, que les personnes qui appartiennent à la classe d'âge > 40 ans utilisent beaucoup plus les plantes que les autres ; ceci peut être expliqué par le fait que les personnes âgées font confiance à la médecine de nos ancêtres du fait des résultats significatifs obtenus lors de l'application de ces plantes.

2.2 Caractérisation écologique

2.2.1 Indices Eco-biologique

Toutes les stations de la région d'étude se caractérisent par leur Richesse spécifique où le pic de la richesse spécifique a été enregistré à la station Ras Al-Taher avec 232 espèces, et la moins diversifiée est la station de S. de Fellaoucène avec 180 espèces.

Cette variation de la richesse spécifique, est imposée tant par les facteurs climatiques, géographiques, topographiques, géologiques, et les pressions anthropozoogènes quasi permanentes, où ces facteurs étant différents d'une station à l'autre, notamment les pressions anthropiques, qui ont conduit à la prospérité ou au déclin de certaines espèces.

MÉDAIL et DIADEMA, (2006), souligne que les hotspots abritent une richesse élevée en espèces et en endémiques, et ils ont subi d'importantes pertes d'habitats naturels causées par d'intenses impacts anthropiques ; aussi, les fortes hétérogénéités topographiques et climatiques de la région méditerranéenne ont aussi permis à bon nombre d'espèces de trouver un habitat favorable lors des changements climatiques (HEWITT, 1999).

Indice H' de Shannon-Wiener permet de quantifier l'hétérogénéité de la biodiversité d'un milieu et d'observer son évolution au cours du temps (DAGET, 1976 ; BLONDEL, 1979 ; LEGENDRE & LEGENDRE, 1979 ; BARBAULT, 1992). L'indice de Shannon-Wiener H' varie 3.53 et 3.74. L'indice H' rencontré dans les stations de Ain El Kebira et Ouled Chaaban, coïncide d'une part avec la faible richesse spécifique (192 espèces) et d'autre part, par la dominance des Thérophytes et les géophytes. Le faible indice de diversité (H') a été enregistré à la station de Ain Manchar (3.53). Un peuplement moins diversifié avec des espèces dominantes se traduit par des faibles valeurs de cet indice. (AOUADJ, 2021). Pour la zone d'étude, elle présente une valeur supérieure de 3.5 ; donc elle est diversifiée.

L'équitabilité de Pielou (E), exprime la régularité, la répartition équitable des individus au sein des stations d'étude. L'examen de Tableau 19 démontre que les stations de la zone d'étude, ont des valeurs élevées d'équitabilité, estimées de 0,65 à 0.72. Ces valeurs traduisent une bonne répartition des individus au sein des espèces. Les écosystèmes matures n'ayant pas connu des perturbations ont une équitabilité optimale de l'ordre de 0,6 à 0,8 (ODUM, 1976 cité par SONKE, 1998). Cependant, la majorité des espèces présentes dans la zone d'étude sont des espèces xérophytes, les plus résistantes aux mutilations et diverses pressions et se régénérant facilement qui ont les plus forts taux de stabilité selon les évaluations de BENABDELI (1996), et qui exclut cette hypothèse.

Indice de perturbation « IP » dans les huit stations variant entre 59 et 62%, montre que la richesse en Thérophytes et Chamaephytes traduit un degré de perturbation important ; ce qui reflète aussi un milieu plus ouvert. Pour toute la zone étudiée, l'indice de perturbation, étant de l'ordre de 69 %, montre la forte dégradation des formations végétales engendrée par le climat et l'action de l'homme (défrichage, incendies, pâturage...etc.).

Dans ce contexte, BARBERO *et al.*, (1990), soulignent que les perturbations causées par l'homme, et ses troupeaux sont nombreuses et correspondent à deux situations de plus en plus sévères allant de la matorralisation jusqu'à la désertification passant par la steppisation.

2.2.2 Traitement floristique par l'A.F.C.

L'examen factoriels, illustrant les plans de projections 2/1, 3/1 et 2/3 ; permet de constater l'existence de 03 ensembles contrastés aux stations de:

1) Al-Natour, Ouled Chaaban, et Ras Al-Taher : où l'axe 1 dans ces stations exprime 11,02% à 16 % de la variance totale. Il semble exprimer un gradient environnemental progressif vers les matorrals moyens troués, clair et parfois denses, liés au type physiologique des formations végétales, qui se caractérisent par une forte résistance à divers facteurs de dégradation et à fort pouvoir de renouvellement, constituées par *Quercus coccifera L.*, *Pistachia lentiscus L.*, *Olea europaea L.*, *Calicotome intermedia C. Presl.*, *Chamaerops humilis L.*, *Phillyrea angustifolia L.*, *Ulex parviflorus Pourr.*, et les reliques de chêne vert. L'axe 2 qui représente de 7.3 % à 8% de la variance, traduit un gradient régressif vers les formations ligneuses dégradées « matorrals moyens clairs », par le surpâturage (ovins et caprins), et les pressions anthropiques (tourisme, collecte des plantes médicinales, déforestations), composées de chêne vert rabougris, de lentisque et de thuya. Aussi, met en opposition des formations à herbacées non palatables, telles que *Asphodelus microcarpus Salzm. et Viv.*, *Ferula communis L.*, *Urginea maritima (L.) Baker*, *Asparagus acutifolius L.* et des chaméphytes épineux clairs telles que *Calicotome intermedia C. Presl.*, et les divers *Genista*. BELHACINI (2010), souligne que sur le plan qualitatif, les bonnes espèces palatables sont consommées avant d'avoir eu le temps de former des repousses pour les saisons à venir et elles disparaissent totalement en laissant la place à des espèces non palatables.

À ce sujet, BOUAZZA (1990) indique que, les animaux choisissent les espèces et, par conséquent, imposent à la biomasse consommable offerte une action sélective importante. Par rapport aux types biologiques, l'axe 3 s'avère donc opposer d'Hémi-cryptophytes et les thérophytes (*Brachypodium distachyum L.*, *Asperula hirsuta Desf.*, *Eryngium triquetrum Vahl.*, *Foeniculum vulgare (Mill.) Gaertn.*, *Convolvulus valentinus Cav...* etc.), correspond à un facteur structural traduisant le passage des formations arborescentes, aux formations herbacées, et annonçant un stade de dégradation avancé de la végétation. Le troupeau participe à la dégradation du tapis végétal par la consommation des graminées au printemps et en été, et son passage endommage les végétaux aux racines peu profondes. Cette action diminue la diversité de la végétation et des plages nues à sol déstructuré apparaissent par endroit. (BENABADJI *et al.*, 2004).

2) Ain El Kebira, Karkoum Sidi Bou-mediene, et Ain Manchar : dans ces stations, l'axe 1 exprime de 13,4% à 17,6%, et l'axe 2 représente de 7,2% à 8,5%. Ce exprime un gradient régressif des matorrals hauts à thuya de Berbère et les subéraies associée à l'oléo-lentisque, le chêne kermès et chêne vert, due aux incendies, vers des matorrals troués, représentées par *Cistus ladanifer L.*, *Ampelodesma mauritanicum (Poiret) Dur. et Sch.*, *Calycotome villosa subsp. Intermedia (Salzm.) M.*, *Chamaerops humilis L.*, les divers *Genista*, ainsi que cistes de Montpellier et à feuilles de sauge « *Salvia argentea L.*, *Salvia verbenaca (L.) Briq.* », Qui indiquent la nature siliceuse du substrat (DAHMANI, 1997). Également ils opposent de part et

d'autre de l'origine un gradient progressif après les incendies aux un gradient régressif par le surpâturage des bovins ; là où prospèrent des formations herbacées non palatables (*Asphodelus microcarpus* Salzm. et Vivo, *Ferula communis* L., *Ferula lutea* (Poiret) M., *Urginea maritima* (L.) Baker, *Asparagus acutifolius* L.) avec des formations qui se régénèrent rapidement après les incendies et celles qui régénérées et propagée par la fréquence des feux telles que les divers cistes, les divers Genista, Calycotome...etc. Malgré ce retour vers des communautés identiques à celles qui préexistaient, les conditions environnementales qui suivent les incendies amènent quelques modifications entre l'abondance et la dominance relative parmi les espèces (TRABAUD, 1991).

Alors que l'axe 3 qui représente de 6,8% à 7,9%, Ces valeurs correspondent aux un gradient régressif par le surpâturage des bovins après les incendies sur les matorrals cités ci-dessus, traduisant le passage vers des taxons de végétations herbacées annuelles, de stratégie « r » au sens de PIANKA (1970), associé aux herbacées non palatables et les taillis du chêne kermès, *Olea europaea* L., et *Quercus suber* L., L'abondance des thérophytes met en évidence l'évolution régressive de la végétation induite par la fréquence des incendies et le surpâturage, et le phénomène de thérophytisation est lié à l'envahissement des écosystèmes forestiers par des espèces nitrophiles et disséminées essentiellement par le troupeau. (IBOUKASSENE, 2008). Ceci confirme sans nul doute la thérophytisation annoncée par BARBERO et al., (1990) et BARBERO et QUEZEL (1995).

3) Le Sommet de Fellaoucène et El Hyadra : Les résultats de l'A.F.C effectués dans ces stations ont donné la précision avec le maximum de clarté, sur le matorral haut à thuya de Berbère associé à l'oléo-lentisque, le chêne kermès, chêne vert, Arbousier et leurs relations avec les facteurs de dégradation. Les formations végétales de part et d'autre de l'axe n°1, qui représentent de 13% à 17,%, indiquent la présence d'un gradient régressif de ce matorral dû au surpâturage des bovins en particulier et les incendies, représentés par les espèces non appétentes épineuses et/ou toxiques, accessibles au troupeau (BENABADJI et al., 2001), il s'agit de : *Asphodelus microcarpus* Salzm. et Vivo, *Ferula communis* L., *Ferula lutea* (Poiret) M., *Urginea maritima* (L.) Baker., *Asteriscus maritimus* (L.) Less. *Atractylis cancellata* L., *Carlina involucrata* Poiret. *Centaurea nana* Desf., *Centaurea pullata* L., *Centaurea sulphurea* Willd.

D'autre part à un gradient progressif en particulier après les incendies qui a révélé des espèces à envahissant très élevé et à régénération rapide par émission de rejets ou également par la germination de leurs graines favorisés par le feu (pyrodiversité) (RAMADE, 1997) ; tels que *Quercus coccifera* L. *Pistachia lentiscus* L., *Olea europaea* L., *Calicotome intermedia* C. Presl., *Chamaerops humilis* L., *Phillyrea angustifolia* L., *Ulex parviflorus* Pourr., les divers cistes et les divers Genista. La coexistence de ces groupes fonctionnels est très probablement favorisée par des régimes de feux variables et nous renseigne sur l'importance de la biodiversité végétale pouvant s'installer en exploitant toutes les stratégies de survie. (PATE et HOPPER, 1993).

Dans la même formation forestière, et à la suite d'une perturbation anthropique, l'axe 2 représente de 7,6% % à 8,8%, et exprime que le couvert végétal subit des régressions vers le matorral bas clair et ouvert, dominé par *Genista erioclada* Subsp. *Erioclada* F. et M., *Ampelodesma mauritanicum* (Poiret) Dur. et Sch., *Asparagus acutifolius* L, *Daphné gnidium* L., *Chamaerops humilis* L. ; et renferme de nombreuses espèces appétentes situées dans des zones difficilement accessibles au troupeau (BENABADJI et al., 2001), tels que *Alyssum*

montanum L. Bellis annua L. Dactylis glomerata L. Fumana thymifolia (L.) Verlot, Poa annua L. Lagurus ovatus L. Erodium moschatum (Burm.) L'Her., Plantago lanceolata L., Plantago maritima L. var., Chottica (Pomel) Hochr. Ces taxons se développent dans des conditions favorables à leur épanouissement, elles s'installent sur des pentes abruptes, sur des zones bien protégées par des espèces épineuses. (BENABADJI et al., 2001).

Les effets conjugués de la pression anthropique (tourisme, collecte des plantes médicinales, déforestations), du surpâturage des bovins que connaît notre matorral, en particulier dans les matorrals récemment brûlés, ont entraîné la régression de continu vers les matorrals moyens clairs et troués. En effet et de part et d'autre de l'Axe n°3 (6,7% à 7,8%), on observe une disposition à la mise en place des formations dégradées à tendance hétérosécifique et à cortège floristique imbriqué dominé par les espèces plurirégionales, aux multi-stratégies d'adaptation. Ces formations sont réparties en petites touffes souvent constituées des Cistaies, des divers Genista, le doum, l'olivier var oléastre, le Diss, Le lentisque, avec quelque taillis de chêne vert, de Thuya et chêne kermès ; entrecoupé d'espaces envahis par des espèces rudérales peu appétentes, délaissées en général par le bétail. (BENABADJI et al., 2001). il s'agit en particulier de : *Attractylis humilis L., Urginea maritima (L.) Baker., Scolymus hispanicus., Centaurea calcitrapa L., Echinops spinosus L., Galactites duriaei Spach., Pallenis spinosa (L.) Casso...etc.*

BENABADJI et al., (2004) souligne que le principal facteur de dégradation, le pâturage modifie la composition floristique, surtout si la pression anthropique est continue. BENABADJI et al., (2001), BENABADJI et al., (2004), soulignent que ces pâturages permanents et incontrôlés du parcours, modifient la composition floristique des groupements végétaux, surtout si la pression anthropique est continue.

2.3 Analyses chimiques et microbiennes des sols

2.3.1 Discrimination par l'ACP les propriétés chimiques et microbiennes dans la zone d'étude

Il ressort clairement de l'étude des corrélations entre les propriétés chimiques et microbiennes que la matière organique du sol est pratiquement corrélé positivement à la plupart des paramètres chimiques étudiés, à savoir le pH, le taux d'humidité et le CaCO₃, où le pH varie en fonction de la teneur en matière organique du sol, selon McCauley et al., (2009), le pH dépend de la concentration en ions H⁺ provenant de l'oxydation du carbone dans la matière organique, aussi l'augmentation de la teneur en matière organique est due au taux d'humidité de sol mais aussi au recouvrement global par la végétation (ZOUIDI et al., 2019 ; ZOUIDI et al., 2020 ; TANEJA et al., 2021). D'autres côté Monica et al., (2011) ont indiqué que les amendements organiques augmentent de manière significative (35 %) l'humidité du sol dans la capacité au champ; également que la solubilité du carbonate de calcium CaCO₃ est directement affectée par la matière organique, où CaCO₃ interagit avec les ions hydrogène résultant de la minéralisation de la matière organique pour former de l'eau (H₂O), Ca⁺² et dioxyde de carbone (CO₂ ↑), le carbonate de calcium réagit avec deux ions hydrogène pour former de l'eau et du dioxyde de carbone (CO₂). $CaCO_3 + 2H^+ \rightarrow H_2O + Ca^{+2} + CO_2\uparrow$. (MUNROE et al., 2018).

L'étude des corrélations entre les propriétés chimiques et microbiennes montre une très forte corrélation entre la biomasse bactérienne, la respiration basale et la conductivité ; aussi il ressort clairement que ces paramètres sont pratiquement corrélés négativement avec la matière

organique. D'après les résultats précédents, nous avons remarqué que la capacité de la matière organique du sol à retenir l'eau, ce qui affaiblit les échanges gazeux dans le sol, selon DOMMARGUES et MANGENOT (1970), l'aération est d'autant moins bonne que l'humidité est plus élevée; et cela réduit l'activité bactérienne aérobie et donc provoquée une diminution de la biomasse microbienne et la respiration basale, et ceci est cohérent avec les résultats obtenus, où les caractéristiques microbiennes étaient (la masse microbienne et la respiration basale) plus faibles dans les sols plus humides par rapport aux sols moins humides, ce qui entraîne une minéralisation plus lente de la matière organique (minéralisation de l'azote organique du carbone). VALE *et al.*, (2007), dans leurs expérimentations sur la minéralisation de l'azote organique, notent que, sur un sol sec (le correspondant au point de flétrissement), la minéralisation de l'azote reste importante, elle représente 53 % du potentiel (observé lorsque le sol est à la capacité au champ), et la minéralisation estivale peut subsister élevée dans les sols relativement secs car la température élevée compense l'effet desséchant des couches superficielles.

L'augmentation de la biomasse microbienne et de la respiration basale a entraîné une diminution relative de la conductivité électrique, et la raison de cette diminution est due à l'accélération de la décomposition de la matière organique, qui a entraîné une diminution de son taux dans le sol. KOULL et HALILAT (2016), souligné dans son étude sur l'effet de la matière organique sur les propriétés physiques et chimiques d'un sol sableux, que la conductivité électrique augmente avec l'apport de la matière organique, aussi WENDLING *et al.*, (2020), indiqué que, plus un sol est riche en argile et en matière organique, plus sa CEC est importante ; et les sols à haute capacité d'échange cationique (CEC) ont une conductivité plus élevée que les sols à faible CEC (KWEON *et al.*, 2013; RAMOS *et al.*, 2018).

Les flux de CO₂ rapportés à la biomasse microbienne, nommés quotient métabolique (qCO₂). La détermination du quotient métabolique permettant d'évaluer le rendement d'utilisation de carbone organique par la biomasse microbienne du sol et aussi permet une description plus fine d'utilisation des composés organiques du sol par les microorganismes (VINCENT *et al.*, 2019). Ces flux de CO₂ résultant de la minéralisation de la matière organique semblent assez bien corrélés au carbone organique, où nous avons enregistré une augmentation relative de la quantité de substrat rejetée sous forme de CO₂ dans les sols qui ont un faible taux de carbone organique ; on peut donc conclure que plus la quantité de CO₂ est élevée, plus la consommation de carbone organique est importante. Le groupe de travail (BSA, 2009), souligné que plus le qCO₂ est élevé, plus la quantité de substrat rejetée sous forme de CO₂ est grande et plus la proportion du substrat incorporé dans la biomasse microbienne est faible. CHABROULLET (2007), a indiqué que pour une même quantité de matière organique dégradée les microorganismes du sol assimilent globalement plus de carbone organique au dépend de la part de carbone minéralisée (Respiration).

2.3.2 Discrimination par l'ACP des propriétés chimiques et microbiennes de chaque station

Les résultats d'analyse des composants principaux des propriétés chimiques et microbiennes montrent que les sols de la zone d'étude sont généralement hétérogènes, cependant, il a également montré qu'il existe une homogénéité relative entre les prélèvements de certaines stations, où l'on retrouve une corrélation entre les sols des stations de Ouled

Chaaban, Al-Natour, Ras Al-Tahar en fonction de du carbonate de calcium CaCO_3 et de pH. D'après les travaux de GUERIN (2016) et ZOUIDI *et al.*, (2018) notamment sur la zone aride et semi-aride ont indiqué que l'état calcique du sol est en étroite relation avec le pH. Aussi une corrélation en fonction de la biomasse microbienne, respiration basale et le quotient métabolique ($q\text{CO}_2$) entre les sols des stations d'Ain El Kebira, Karkoum S.B, Ain Menchar ; VINCENT *et al.*, (2019), a souligné que la biomasse microbienne reflète la quantité et l'activité des micro-organismes présents dans le sol, ainsi, une biomasse microbienne faible est généralement associée à une faible activité de décomposition. Alors que les échantillons de la station de S. Fellaoucène étaient caractérisés par une corrélation entre eux en termes d'humidité, la matière organique et de carbone organique. Ce résultat confirme ce qui a été mentionné ci-dessus que la capacité de la matière organique du sol à retenir l'eau, aussi la teneur en carbone organique total donne une indication de la teneur en matière organique du sol ; le Carbone organique total représentant $\approx 57\%$ de la matière organique du sol (VINCENT *et al.*, 2019). Quant à la station d'Hydra, certains de ses échantillons sont en corrélation entre eux en termes de conductivité, et d'autres sont en corrélation avec les sols d'autres stations.

2.3.3 Analyse des principaux facteurs de la corrélation entre les propriétés chimiques et microbiennes des sols de la zone d'étude

On parle beaucoup en Algérie occidentale des principaux facteurs (climat, situation géographique, action anthropique, le surpâturage, les incendies) qui contrôlent la dynamique structurale de la végétation, où de plusieurs auteurs ont mené des travaux scientifiques sur les corrélations entre ces facteurs et le tapis végétal, dont les travaux de : BENABDELLI (1983), BOUAZZA *et al.*, (2001), MERZOUK *et al.*, (2009), BELGHERBI *et al.*, (2018), ALLAM *et al.*, (2019), DJEBBOURI *et al.*, (2022), AOUADJ *et al.*, (2023).

Par contre, on parle encore peu de la mesure dans laquelle, et de l'influence des principaux facteurs (climat, situation géographique, action anthropique, Le surpâturage, les incendies) sur la dynamique structurale des sols forestiers et les corrélations entre les propriétés chimiques et microbiennes des sols et ces facteurs. On évoque d'ailleurs plus volontiers à ce sujet les influences des principaux facteurs sur les propriétés chimiques et microbiennes du sol dans la région de Fellaoucène (Algérie occidentale).

Le facteur climatique et géographique a joué un rôle important dans la réalisation de la corrélation entre les différentes propriétés chimiques et microbiennes du sol dans la zone d'étude, où l'air est humide et le moins d'ensoleillement dans les stations du versant nord ou ceux qui sont situés à une altitude élevée, ont entraîné une augmentation du taux d'humidité du sol et une diminution de sa température, et donc une diminution de la masse et de l'activité des bactéries aérobies, et il en a résulté un ralentissement de la minéralisation des matières organiques, ce qui a entraîné son accumulation dans le sol et augmentée le taux de carbone organique et de la conductivité. LEIFELD *et al.*, (2009) et SAENGER *et al.*, (2015) soulignent que la période humide est aussi la période froide et de moindre activité biologique et que par conséquent le déficit en oxygène du sol ne sera en général que relatif et le métabolisme des substrats énergétiques ne sera pas soumis à une activation très prononcée.

Alors que les stations situées sur le versant sud et de moins d'altitude, où l'air est sec ou moins humide, plus d'ensoleillement, la température de sol sont modérées pendant la journée (la saison printanière), a été caractérisées par des sols moins humides, ce qui contribue à

augmenter la masse et l'activité des bactéries aérobies, entraînant une accélération de la minéralisation de la matière organique et à la libération de carbone organique sous forme de second gaz dioxyde de carbone (CO₂), ce qui explique la diminution de ses teneurs dans le sol de ces stations et la diminution de leur conductivité. VALE *et al.*, (2007), indique qu'une augmentation de 2°C de la température moyenne du sol devrait entraîner un supplément déminéralisation de 25 % si le régime hydrique du sol reste inchangé. De plus, les pressions anthropiques ont joué un rôle important dans la dynamique des sols, où la corrélation entre les différentes propriétés chimiques et microbiennes varie en fonction de l'intensité et du type de pression appliquée aux différentes stations.

Le surpâturage des ovins et des caprins, et l'exploitation humaine de la forêt (ouverture de sentiers pour l'extension des pâturages, tourisme, collecte des plantes médicinales, déforestations,...etc.) sont parmi les pressions les plus importantes et les plus sévères sur les stations, de Oulad Shaaban, Al Natour, et Ras Al Taher, qui ont provoqué une dégradation de la végétation et l'augmentation des espaces ouverts, ce qui a rendu le sol plus sensible à l'érosion et au compactage «l'accroissement démesuré du cheptel ovin et avec lui la compaction du sol (LAHMAR et RUELLAN, 2007, ALLAM *et al.*, 2019) », et cela a très probablement contribué à l'homogénéité de sa dynamique en termes de caractéristiques microbiennes (une diminution dans la masse et activité microbienne) ; et certaines propriétés chimiques telles que la conductivité, le pH, et le carbone organique. D'après IGHILHARIZ, (2018), dans la forêt native et non perturbée, la structure des communautés bactériennes des sols nus et des sols rhizo-sphériques sont proches quelle que soit l'espèce végétale, ceci pourrait être expliqué par la difficulté de trouver dans cet écosystème non perturbé, un sol dépourvu de racines, aussi selon LAHMAR et RUELLAN, (2007), dans tout l'ensemble méditerranéen on retrouve les mêmes conditions de milieu et l'utilisation de ces milieux par l'homme a conduit partout aux mêmes formes de dégradation. Donc on peut conclure que propriétés chimiques et microbiennes restent proches, si le sol est soumis aux mêmes facteurs de perturbation et avec la même intensité.

En revanche, parmi les facteurs de dégradation les plus importants qui ont caractérisé la station Ain Kebira, Karkoum Sidi Boumediene et Ain Menshar, on retrouve les incendies (où le dernier incendie de ces stations a été enregistré en 2015) et le surpâturage des bovins. Et en projetant sur les résultats obtenus, il nous apparaît clairement le rôle de ces deux facteurs dans l'homogénéisation du sol de ces stations entre elles et la réalisation de la corrélation entre les différentes propriétés microbiennes et certaines propriétés chimiques, où nous avons enregistré des taux élevés dans biomasse microbienne et respiration basale, et une diminution d'humidité, la matière organique, du carbone et de la conductivité, par rapport aux autres stations. En effet, BORSALI *et al.*, (2012) dans leurs travaux sur reconstitution post-incendie des propriétés physico-chimiques et microbiologiques de sols forestiers algériens, montrent que le pic de biomasse microbienne serait alors la conséquence d'une hyperstimulation de la croissance microbienne au cours des 08 premières années et qui aboutirait à des teneurs en carbone très faibles dans ces sols. De plus, la croissance des végétations herbacées, et la régénération des branches et des feuilles des arbres et arbustes après les feux, incite de nombreux éleveurs à utiliser ces terres comme pâturages pour leur bétail, où il est facile d'observer les troupeaux des bovins et la propagation de leurs déjections dans la totalité de ces stations. Par conséquent, nous suggérons que des apports de matières organiques, notamment par les déjections des animaux

pâturant dans les formations herbacées post-incendies, ont pu stimuler la croissance microbienne et donc favoriser la résilience rapide de la biomasse microbienne ; il est donc possible que les fèces et les urines des animaux aient enrichi les sols récemment incendiés en carbone organique et en azote total, et ainsi stimulé la minéralisation biologique des matières organiques récalcitrantes et des charbons. (BORSALI et al, 2012).L'accélération de la minéralisation des matières organiques du sol après des apports de matières organiques labiles est un processus largement décrit dans la littérature sous le terme de « priming effect » ou « sur-minéralisation » (KUZYAKOV et al., 2000 ; BELL et al., 2003).

D'après les caractéristiques chimiques et microbiennes, le sol dans les stations, de S. Fellaoucène et Al-Hayadra, a une corrélation relative avec les différents sols étudiés, et cela est probablement le résultat de l'exposition à différents facteurs de dégradation, où le dernier incendie de ces deux stations a été enregistré en 2015. En outre, les pressions anthropiques (ouverture de sentiers pour l'extension des pâturages, tourisme, collecte des plantes médicinales, La déforestation,...etc.), et le surpâturage des bovins, est observable à ces deux stations.

Les résultats obtenus indiquent qu'il existe des taux élevés d'humidité, de matière organique, de carbone, de conductivité et une diminution des caractéristiques microbiennes (biomasse microbienne, la respiration basale, qCO_2). Dans le contexte associé à l'incinération de la litière et à la minéralisation de la matière organique du sol, l'érosion des particules fines peut s'accroître (NEARY et al., 2005) et contribuer à une diminution de la capacité de rétention des sols en eau (BOIX FAYOS, 1997), aussi le premier effet visible du feu sur les propriétés chimiques des sols est généralement la perte de matière organique (GUENON et al., 2011 ; ALLAM et al., 2020).

Cependant, l'augmentation du taux d'humidité et de la matière organique mesurée dans les sols exclut ces hypothèses. En outre et malgré une restructuration des teneurs en eau et en matière organique après le dernier feu, soit via des apports conséquents de matière organique fraîche sous la forme par exemple de litières ou de racines (JOHNSON et CURTIS, 2001), soit par des apports en charbons issus de la carbonisation des végétaux lors de l'incendie, ou par les déjections des animaux pâturant dans les formations herbacées post-incendies (BORSALI et al., 2012), les pressions anthropiques et le surpâturage sur les terres brûlées rendent le sol nu ou incapable de reconstituer leur végétation. CLEMENT (2015) a indiqué que le surpâturage a souvent pour conséquence la destruction de la végétation et d'autres problèmes liés à ces processus, comme le tassement du sol, et les racines se développent moins bien dans un sol tassé.

Ainsi que altère la formation et la stabilité des agrégats, ce qui limite les échanges gazeux du sol, la perméabilité et les propriétés capillaires, de sorte que les sols deviennent plus sensibles à l'érosion (hydrique et éolienne), généralement la déforestation et le surpâturage sont cités comme causes de l'érosion des sols (LAHMAR et RUELLAN, 2007 ; ALLAM et al., 2021 ; AOUADJ et al., 2023),et cela pourrait ralentir, voire modifier à long terme, la dynamique du retour des propriétés microbiennes dans ces sols. Selon SIX et al., (2004), la dynamique de l'agrégation, la décomposition et la stabilisation de la matière organique du sol, et l'activité biologique du sol sont liées, et la formation et la stabilité des agrégats dépendent de nombreux facteurs dont les racines, la faune, les micro-organismes, les liants minéraux et des

variables environnementales comme les cycles de gel-dégel ou d'humectation-dessiccation et le feu.

2.4 Synthèse bioclimatique

L'exploitation des données météorologiques met en évidence que les moyennes annuelles des précipitations des trois périodes « 1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 » à travers le Massif de Traras, se caractérisent par des fortes oscillations saisonnières et interannuelles, où l'hétérogénéité du relief joue un rôle déterminant dans la distribution des précipitations dans la zone d'étude. Les précipitations augmentent avec l'altitude quand on a à faire à des perturbations entraînées par un mouvement dynamique. Cette augmentation est différente selon le type de front. Les fronts froids provoquent des chutes importantes mais peu variables en fonction de l'altitude ; aux fronts chauds, au contraire, sont associées des valeurs importantes du gradient. (DOUGUEDROIT et DE SAINTIGNON, 1984). Cela se traduit par une irrégularité spatio-temporelle à prendre en considération dans les perspectives de développement durable des zones de montagne.

Les températures moyennes maximales du mois le plus chaud se situent au mois d'août dans les trois périodes « 1918-1930 ; 1961-1990 ; 1990-2020 ». Les températures moyennes minimales du mois le plus froid se situent en général au mois de janvier. Ces résultats sont cohérents de nombreuses études notamment celles de : SELTZER (1946), BAGNOULS et GAUSSEN, (1953) ; EMBERGER, (1955) ; LE HOUEROU (1995) et BENABADJI et *al.*, (1996)...etc. Tous ces auteurs s'accordent à reconnaître l'intégration du climat algérien au climat méditerranéen, caractérisé par des étés secs et des hivers humides où les grands froids sont exceptionnels ou inconnus. (TASSIN, 2012).

Dans la zone d'étude, le versant nord est caractérisé par des vents marins forts et froids, en particulier dans les hautes altitudes des montagnes de Traras, où ils sont parfois accompagnés de brouillard. Le sirocco aussi, est également l'une des caractéristiques de la région, mais avec des faibles fréquences il apparaît surtout en période l'été à l'automne. Les vents du sud n'ont pas une influence significative sur la végétation de la zone d'étude, mais les vents d'Ouest et les vents de Nord (brise de mer) provoquent des changements physiologiques remarquables. (MEDJAHDI, 2001).

Dans toutes les classes d'altitude de l'ancienne et moyenne période l'indice xérothermique d'EMBERGER « S », est inférieur à 1 (sauf la classe 3 de la moyenne période), Cela signifie que la durée de sécheresse dépasse la saison estivale calendaire, empiétant ainsi sur le Printemps et l'Automne. (ABOURA, 2006). Alors que la durée de la sécheresse n'a pas dépassé la saison estivale dans les classes d'altitude les plus élevées (C3 et C4) de la nouvelle période. Aussi le PE est inférieur à M, cette relativité met en évidence que la saison estivale très critique pour la végétation de la zone d'étude.

À travers aux valeurs d'indices d'aridité obtenus et la valeur des précipitations moyenne Annelle pour l'ancienne période, nous pouvons en conclure que le climat est d'une humidité suffisante (TASSIN, 2012), dans les classes élevées (C3 et C4: $I > 20$). Un changement d'un climat humide vers un climat semi-aride dans ces classes au cours de moyennes et nouvelles périodes. Les classes d'altitude le moins élevé (C1, C2 : $20 > I > 10$) dans les trois périodes, tendance à la sécheresse (TASSIN, 2012), avec une forte diminution de leur indice.

Les diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausson confirment la sécheresse parfois s'étaler sur 6 à 6.5 mois de sécheresse dans les classe d'altitudes 1 et 2 et de 4 à 5.5 mois dans les classes d'altitudes C3 et C4 pour l'ancien et la nouvelle période. Une période de sécheresses assez courtes, qui s'étale sur 5.5 mois dans toutes les classes d'altitudes de la moyenne période. TASSIN (2012), a indiqué que les hauts plateaux et/ou hautes plaines qui bordent l'Atlas tellien en Algérie, font partie du climat méditerranéen dégradé. Une saison sèche de 3 mois sur le diagramme ombro-thermique peut correspondre à des saisons sèches de durée et d'intensité diverses ou même à l'absence de saison sèche » (CHARRE, 1997).

La lecture du climagramme pluviothermique d'EMBERGER, montre qu'il existe une différence des étages climatiques entre les classes d'altitude de chaque période. Pendant l'ancienne période (1918-1930) se positionne dans l'étage bioclimatique Subhumide moyenne à hiver tempéré dans les zones à plus de 900 mètres d'altitude, et Subhumide inférieur à hiver chaud dans les zones à moins de 900 mètres d'altitude, tandis que la zone d'étude durant la moyenne période ont tendance à s'installer l'étage Semi-aride supérieur à hiver chaud sur les altitudes les plus basses (classe 1= 400 m). Les étages bioclimatiques ont nettement diminué dans la nouvelle période, en passant d'un climat subhumide inférieur à un climat semi-aride supérieur à hiver chaud pour les classes d'altitudes 1 et 2, et d'un Subhumide moyenne à hiver tempéré vers Subhumide inférieur à hiver chaud dans les zones à une altitude de 900 mètres. En effet, le graphique d'EMBERGER, outre qu'il permet de visualiser globalement la situation climatique de la zone d'étude, montre les exigences d'une structure ou d'une espèce végétale en fonction des bioclimats et des étages altitudinaux de végétation. (TASSIN, 2012).

Ces résultats reflètent les changements climatiques auxquels sont soumis la zone d'étude en particulier et L'Oranie en général. BELHACINI (2011), souligne à ce sujet que l'ouest algérien a connu ces deux dernières décennies une baisse de la pluviométrie. Ce déficit pluviométrique a engendré une sécheresse prolongée et grave. Des études récentes (LIONELLO et *al.*, 2006), sur les changements globaux, ont montré que la région méditerranéenne pouvait être soumise à des variations climatiques complexes.

2.5 L'impact de la pression anthropique sur des matorrals de la zone d'étude

Dans la zone d'étude (Djebel Fellaoucène,) qui nous intéresse le troupeau est composé de bovins, ovins et caprins. L'espèce dominante par le nombre est l'espèce ovine (16864 têtes) qui est partout massivement présente et susceptible de valoriser beaucoup d'espèces ligneuses. La chèvre en 2^{ème} place avec un nombre de 1553 têtes, elle permet d'utiliser des zones difficiles et pauvres. C'est un excellent transformateur, un fournisseur précieux de protéines animales pour des éleveurs des régions pauvres pour posséder une vache (AOUADJ et *al.*, 2020 ; AOUADJ, 2021). L'espèce caprine résiste à des conditions difficiles, donne du lait quotidiennement et souvent deux chevreaux par an « c'est la vache des pauvres ». Si les bovins sont aussi partout présents ils représentent cependant un nombre nettement inférieur (675 têtes). Le troupeau est donc constitué des deux espèces largement dominantes (caprines et ovines).

En effet, l'élevage commence à prendre de l'ampleur dans la zone d'étude. Les faiblesses des systèmes de production de la zone ont favorisé l'orientation des ménages vers l'activité de l'élevage.

La conduite du troupeau est faite de manière générale extensive et s'appuie essentiellement sur les parcours naturels et forestier. Il ressort de ce calendrier que le bétail pâture pratiquement 9 mois sur 12 en forêt, soit environ 230 jours par année. En effet, une fois épuisées des

ressources herbagères, les bergers se voient obligés à ébrancher les arbres et les arbustes dans le but de combler une part importante des besoins fourragers des troupeaux. Un résultat très proche est signalé par AOUADJ et *al.*, (2020) ; AOUADJ (2021) dans la forêt de Doui Thabet (Saïda, Ouest Algérien).

Dans la zone d'étude, les besoins annuels du cheptel s'élèvent à 8099150 unités fourragères. Les besoins des ovins représentent la majeure partie (90%). Ces besoins sont de l'ordre de 6745600 UF, suivi de ceux des bovins avec 810000 UF et enfin les caprins avec seulement 543550 UF. Ces besoins sont tirés essentiellement des parcours forestiers dont le potentiel reste en deçà des capacités existantes, ce qui contribue à un surpâturage et une forte pression pastorale.

Le potentiel fourrager disponible dans les parcours forestiers de la zone d'étude, s'évalue globalement à 136 790 unités fourragères par hectare et par an. L'analyse des résultats obtenus montre que le potentiel fourrager des espaces forestiers ne répond pas dans les mêmes termes aux besoins alimentaires du cheptel. Les besoins sont largement supérieurs à l'offre fourragère. (La comparaison des besoins du cheptel et des quantités de fourrage disponibles dans la zone d'étude montre un déficit fourrager annuel moyen de - 7 962 360 UF).

Le déficit fourrager et le fort coefficient de surpâturage calculé ne peuvent que donner une idée de l'état actuel des parcours en forêt, ils confirment cependant la pression énorme exercée sur notre écosystème. Pour notre zone d'étude, l'indice de pression anthropique et le coefficient de surpâturage, sont très forts (26 et 91% respectivement) car cette forêt renferme beaucoup d'habitants et des cheptels. Elle constitue un carrefour de rencontre des personnes et des bêtes qui la fréquentent de toutes directions et y exercent une pression considérable. La pression des habitants sur cette forêt est très forte et se traduit en des défrichements, des coupes d'arbres et d'arbustes et des incendies répétés.

Les parcours forestiers subissent une forte pression anthropozoogène qui ne cesse de les dégrader et de les exposer aux méfaits de la désertification/dératisation. L'insuffisance des cadres techniques spécialisés en matière de recherche et de vulgarisation dans le domaine pastoral constitue un frein au développement de ce secteur. Il importe cependant, en vue de sauvegarder ce patrimoine et de lutter contre la désertification au niveau du pays, de procéder à l'amélioration du couvert végétal par le biais de la mise en défens, au réajustement de la charge en égard de la capacité de production, à l'ensemencement des parcours par des espèces à haute productivité, à la réalisation de plantations d'arbustes fourragers, à la pratique de la fumure minérale et à la complémentarité entre la production pastorale des parcours et la production des fourrages sur les périmètres irrigués. La mise en place d'une stratégie pastorale, basée sur une législation ou son application stricte quand elle existe concernant la protection des parcours et les ressources naturelles paraît revêtir une urgence particulière et est d'une nécessité impérieuse.

L'analyse des indicateurs développés confirme bien le constat qu'on peut à priori, tirer en prospectant dans la forêt, il s'est avéré que la zone d'étude souffre grossièrement d'un surpâturage très prononcé. En effet, l'équilibre Sylvio-pastoral est gravement compromis : le taux de surpâturage global enregistré est de l'ordre de 91%. Il est analogue aux autres forêts méditerranéennes comme le cas de la subéraie de Tabarka en Tunisie où le taux de surpâturage était de 69,3% pour CHAËBANE (1984), 77% pour EL HAMROUNI (1992) et 83% pour NSIBI (2005), 68% pour la forêt de MAAMORA au Maroc (LAARIBYA et *al.*, 2012) et

AOUADJ et *al.*, (2020) & AOUADJ (2021) pour la forêt de Doui Thabet (Saida, Ouest Algérien).

2.6 Impact des incendies sur les matorrals de la zone d'étude

2.6.1 Sur la végétation

La destruction de la couverture végétale par les incendies périodiques est accompagnée de la perte du potentiel des sols. La recolonisation se fait par des espèces adaptées aux conditions de vie, de stratégies « R » ou à forte pouvoir de repage. Les formations végétales résultantes se sont les garrigues ou les maquis selon la nature de substrat à divers cistes et divers *Genista*, *Calicotome intermedia* Presl., *Ulex parviflorus* Pourr., associé avec des thérophytes, et des géophytes.

D'autres essences forestières régénèrent facilement et évoluent rapidement après le feu, tel que le Thuya, Lentisque, Doum, Chêne kermès, Chêne vert, Olive var oléastre, et des espèces auto-protégées par leurs organes de soutien comme le liège de chêne liège.

Les incendies sont fréquents mais ces espèces peuvent se régénérer à partir des semences (voie sexuée) ou en émettant des rejets (voie végétative) ; ceux qui utilisent la voie végétative sont avantagés : ils sont déjà implantés grâce à leur système racinaire. Ce dernier est étroitement lié aux organes de survie (racines, souches, et graines) déjà présents dans le sol ou alors apportés immédiatement après le passage du feu par les individus situés sur place ou à proximité. (IBOUKASSENE, 2008).

La dégradation plus poussée des matorrals de la zone d'étude par la fréquence des incendies, donne lieu au développement des herbacées annuelle avec des poacées telles que, *Avena sterilis* L., *Lagurus ovatus*, ...etc ; *Aegilops ventricosa* Tausch, *Aegilops triuncialis* L., *Brachypodium distachyum* (L.) P.B., *Brachypodium ramosum* (L.) R. et S...etc., et de nombreuses plantes à fleurs; parmi les espèces caractéristiques, on trouve : *Bellis annua* L., *Bellis sylvestris* L., *Trifolium angustifolium*, *Scabiosa stellata*, *Astragalus boeticus* L., *Ononis ornithopodioides*, *Plantago lagopus*, *Asperula hirsuta* L., *Anagalis arvensis*...etc.

Le Massif Djebel Fellaoucène, reste le garant d'une préservation rigoureuse de la végétation. En effet, il faut encourager l'extension de cette forêt pour conserver et préserver d'une part la végétation et d'autre part créer une dynamique progressive de cette végétation qui est à la limite de la rupture écologique (stress écologique).

Le feu reste un facteur majeur qui contrôle la dynamique régressive de la végétation de cette zone. En effet, il faut conserver l'extension de cette forêt pour préserver la végétation d'une part et d'autre part poussé ces matorrals vers une dynamique progressive, qui est à la limite de la rupture écologique (stress écologique).

2.6.2 Sur le sol

En Algérie, les études traitant de la dynamique post-incendie des écosystèmes forestiers analysent très rarement l'impact du feu sur les sols. (BORSALI et al, 2012). Les incendies engendrent la mort des microorganismes les plus sensibles du sol (Hernández et *al.*, 1997). Ces mortalités affectent directement les activités microbiennes impliquées dans les cycles biogéochimiques (BOERNER & BRINKMAN, 2003). L'érosion et les brûlages successifs appauvrissent progressivement le sol en matière organique et donc sa capacité de rétention en eau (CHANDLER et *al.*, 1983). Les feux d'intensité modérée créent une fine couche de

constituants organiques hydrophobes à la surface des sols diminuant ainsi leur perméabilité et donc l'infiltration des eaux de pluies (IMESON *et al.*, 1992).

Les résultats ont montré que le sol de la zone d'étude est généralement hétérogène, Cependant, il a également montré que les propriétés chimiques entre les sols récemment brûlés et les sols qui n'ont pas été brûlés depuis 15 ans, ne sont pas significativement différentes. En outre, et selon les résultats obtenus, il y a une restructuration de la teneur en eau, matière organique et de pH après le récent incendie, notamment dans les stations exposées au nord, soit par des apports importants de matière organique fraîche sous forme de, par exemple, litière ou racines (JOHNSON et CURTIS 2001), soit par des apports en charbons issus de la carbonisation des végétaux lors de l'incendie. (BORSALI *et al.*, 2012). En effet, selon SCHMIDT *et al.*, (1999) la combustion incomplète de résidus végétaux peut représenter jusqu'à 35 à 40 % du carbone organique total des sols incendiés.

Nous avons enregistré des taux élevés dans biomasse microbienne et respiration basale dans les sols brûlés en 2015 en particulier les sols de versant sud (Ain Kebira, Karkoum Sidi Boumediene et Ain Menshar), et ont révélé une résilience élevée de ces propriétés microbienne 4 ans après un incendie, par rapport aux autres stations que ce soit les sols qui n'ont pas été brûlés ou les sols brûlés de versant nord. En effet, BORSALI *et al.*, (2012), signale que la résilience complète de la biomasse microbienne 2 ans après un incendie et le pic de la biomasse 8 ans après le dernier feu. En région méditerranéenne, DUMONTET *et al.*, (1996) souligne une réduction persistante plus de 11 ans après un feu unique d'une pinède à pin d'Alep, de la biomasse microbienne de sols formés sur des dunes fossiles du quaternaire. Donc les dynamiques de retour sont très variables et dépendent de la quantité de ressources disponibles, de l'adaptation des communautés aux incendies, et des conditions climatiques stressantes qui peuvent limiter la recolonisation microbienne. (BORSALI *et al.*, 2012).

La destruction de la couverture végétale de ces matorrals par les incendies est accompagnée de la perte du potentiel des sols. L'érosion du sol (hydrique et éolien) consécutive aux incendies réduit la quantité d'eau disponible pour les plantes ; elle réduit aussi la fertilité des sols car les éléments géo-biogènes mobilisés dans les cendres sont en grande partie emportés par le ruissellement et perdus pour la végétation. Finalement, les faits essentiels sont la périodicité et l'intensité du feu en fonction de la résistance des diverses espèces qui fait qu'une espèce donnée peut ou non se reproduire et se propager dans l'intervalle entre les feux consécutifs.

3. CONCLUSIONS : SYNTHÈSE ET DISCUSSION GÉNÉRALE

Le présent travail a porté sur les matorrals de massif de Fellaoucène à l'ouest de Tlemcen. Les variations de nombreux facteurs écologiques et anthropiques d'une part, et leur combinaison d'autre part, déterminent les compositions systématiques des différents types des matorrals.

Les résultats du spectre biologique et d'indice de perturbation reflètent les fortes pressions anthropiques et climatiques subies par la zone étudiée.

Il ressort clairement de cette partie que le massif de Fellaoucène est diversifié, en particulier par la présence de 19 taxons rares, 13 taxons endémiques, 06 protégées, 65 plantes médicinales à usage local et 23 orchidées dont 07 rares 08 assez rares.

L'indice de Shannon-Winner et Indice d'équitabilité de Piélou, révèlent la diversité de la végétation et la répartition des individus entre les taxons est équilibrée et a la même abondance dans toute la zone d'étude.

Indice de perturbation « IP » traduit un degré de perturbation important ; étant de l'ordre de 69 %, montre la forte dégradation des formations végétales engendrée par le climat et l'action de l'homme (défrichement, incendies, pâturage...etc.).

L'analyse factorielle de correspondance (AFC) nous a permis de connaître la dynamique structurelle de la végétation dans la zone d'étude et la répartition des espèces sur leurs milieux, en fonction des différents facteurs qui l'affectent, où nous avons enregistré une régression ou une progression similaire de la végétation dans les stations qui subissent les mêmes pressions anthropiques (le surpâturage, les incendies...etc.), et les mêmes facteurs écologiques (versant, altitude, substrat...etc.).

Par ailleurs, l'analyse des résultats obtenus par l'AFC a révélé la présence de trois différents groupements des formations matorrals:

* Le premier comprend les stations de Al-Natour, Ouled Chaaban, et Ras Al-Taher, constituées par *Quercus coccifera L.*, *Pistachia lentiscus L.*, *Olea europaea L.*, *Calicotome intermedia Presl.*, *Chamaerops humilis L.*, *Phillyrea angustifolia L.*, *Ulex parviflorus Pourr.*, et les reliques de chêne vert.

* Le deuxième comprend les stations d'Ain El Kebira, Karkoum Sidi Bou-mediene, et Ain Manchar : Ce sont des matorrals troués représentés par *Cistus ladanifer L.*, *Ampelodesma mauritanicum (Poiret) Dur. et Sch.*, *Calycotome villosa subsp. Intermedia (Salzm.) M.*, *Chamaerops humilis L.*, les divers Genista, ainsi que cistes de Montpellier et à feuilles de sauge « *Salvia argentea L.*, *Salvia verbenaca (L.) Briq.* », Qui se sont installées après la dégradation des matorrals hauts à thuya de Berbère et les subéraies associées à l'oléo-lentisque, le chêne kermès et chêne vert dues aux incendies.

* La troisième comprend les stations de Sommet de Fellaoucène et El Hyadra : c'est un mélange de plantes entre des taxons non appétentes épineuses et/ou toxiques tels que : *Asphodelus microcarpus microcarpus Salzm. et Vivo*, *Ferula communis L.*, *Ferula lutea (Poiret) M.*, *Urginea maritima (L.) Baker.*, *Asteriscus maritimus (L.) Less....etc.*, et des taxons à envahissant très élevé et à régénération rapide par émission de rejets ou également par la germination de leurs graines favorisées par le feu tels que *Quercus coccifera L.*, *Pistachia lentiscus L.*, *Olea europaea L.*, *Calicotome intermedia Presl.*

Les résultats obtenus à la suite de l'étude et l'analyse des données Sylvio-pastorales, ainsi que le bilan fourrager actuel et le fort coefficient de surpâturage ne peuvent nous informer que sur une pression du pâturage au quelle est soumise la zone de Fellaoucène, phénomène qui pourra sans doute s'il se continue perturber tout un écosystème, ce qui nous oblige d'avancer des propositions de réhabilitation et de restauration des potentialités pastorales dégradées. Ces propositions doivent tenir compte du contexte écologique, de la région, des aspirations de la population rurale habitant le milieu forestier. Ainsi, on doit chercher à faire participer cette population dans la prise des décisions surtout quand il s'agit de toucher la seule source de revenu qui est le cheptel. Les propositions doivent considérer entre autre la réalité économique du pays.

Cette étude a montré que la dynamique des propriétés chimiques et microbiennes des sols des matorrals de djebel Fellaoucène est fortement dépendante des facteurs climatiques, géographiques, anthropiques, des usages pastoraux des systèmes forestiers et les incendies ; où

les résultats obtenus et les confrontations effectuées entre les sols ont révélé une corrélation et des similitudes significatives entre les différents sols en fonction de ces facteurs.

Les sols des stations versant sud se caractérisent par une augmentation de la masse et de l'activité microbienne malgré la destruction du couvert végétal (par les incendies et l'utilisation pastorale), le brûlage de la matière organique et une diminution de la teneur en eau. Les apports organiques via les déjections animales à ces stations peuvent améliorer l'efficacité et l'activité des micro-organismes.

L'intensification anthropique (ouverture de sentiers pour l'extension des pâturages, tourisme, collecte des plantes médicinales, déforestations), et le surpâturage de différent type de bétail (bovins, ovins, caprins), en particulier dans les sols récemment brûlés, ont entraîné une perturbation des propriétés microbiennes du sol et une baisse de son activité, malgré l'augmentation de la teneur en matière organique et en humidité. Dans de telles conditions, la résilience microbienne est renforcée à long terme dans ces sols forestiers.

La synthèse bioclimatique nous a permis d'observer une évolution du climat vers une aridification pratiquement pour toute la zone d'étude.

L'exploitation des données climatique de la station météorologique de Maghnia a mis en évidence la saison sèche qui débute généralement en mai et se prolonge à octobre sur les altitudes basses et de mai à septembre sur les hautes altitudes. Les précipitations saisonnières montrent que globalement les saisons hivernales (H) et printanières (P) sont les plus arrosées. L'étude comparative pour les trois périodes de la zone d'étude montre un décrochement vertical et horizontal des positions de chaque classe d'altitude en relation directe avec le Q 2 qui actuellement se situent sous climat semi-aride supérieure sur les zone moins élevées, et sous climat subhumide moyenne et inférieure sur les endroits les plus élevés.

PARTIE II :

**DIAGNOSTIC AGRO-
ECOLOGIQUE : L'ETAT CHIMIQUE
ET BIOLOGIQUE DES SOLS
AGRICILES, POTENTIEL
PRODUCTIF DES CULTURES.**

**LA RESTAURATION ECOLOGIQUE
DE QUALITE CHIMIQUE DES SOLS
AGRICILES PAR L'APPORT DES
MAB.**

CHAPITRE .I :
APERÇU SUR L'AGRICULTURE DANS LES
ZONES SEMI-ARIDES EN ALGERIE

1. INTRODUCTION

Parler de l'agriculture en Algérie n'est pas facile pour de nombreuses considérations. Aujourd'hui, l'Algérie occupe la première place dans la liste des pays importateurs de produits alimentaires et agricoles. Les politiques agricoles libérales menées depuis les années 80 n'ont pas abouti, car elles n'ont pas réussi à sortir le secteur de la crise. Les faits paraissent plus compliqués, car si l'on écarte de la politique agricole - qui est souvent contradictoire - les causes de la crise, il faudrait relever d'autres éléments importants qui expliquent la situation actuelle de l'agriculture, et cela porte sur trois obstacles majeurs, qui ont souvent été négligés lors de la mise en œuvre des politiques agricoles ; Obstacles résultants de facteurs naturels et techniques, mais étroitement liés au cours historique du monde rural algérien. (BASSAOUD, 2003).

Les contraintes agro-climatiques naturelles, conjuguées aux effets plus récents du changement climatique, pèsent sur le développement de l'agriculture algérienne, contraignant les agriculteurs à l'adoption de systèmes de cultures extensifs dans les zones d'agriculture pluviale. Ainsi, en 2017, plus de la moitié des 8,5 millions d'ha que compte la Superficie Agricole Utile (S.A.U) est consacrée au système céréale jachère. On recense plus 1,2 million d'exploitations agricoles et près de 70 % des exploitations disposent d'une superficie inférieure à 10 ha. Il n'en reste pas moins que, ces deux dernières décennies, le secteur agricole, qui représente près de 13 % de la population active, a été le moteur de la croissance économique du pays. L'Algérie a mis en place, depuis les années 2000, une politique visant l'amélioration de la sécurité alimentaire nationale, le développement de certaines filières agricoles prioritaires et la mise en valeur des terres. Cette politique a été mise en œuvre au travers de différents plans nationaux façonnés au rythme des fluctuations des recettes pétrolières, dont notamment le Programme National de Développement Agricole (P.N.D.A, 2000-2010), la Politique de Renouveau Agricole et Rural (P.R.A.R, 2010-2014) et aujourd'hui, le Plan FELAHA 2014-2020. Les investissements dans le secteur agricole ont très fortement augmenté depuis les années 2000. Les crédits de paiements au secteur de l'agriculture et de l'hydraulique représentent plus de 12 % du total des crédits d'équipements dans les années 2008-2012 et près de 7 % entre 2014 et 2019, baisse due à la crise budgétaire qui intervient au milieu de l'année 2014. (BASSAOUD et *al.*, 2019).

De ce point de vue, l'objectif de ce chapitre était d'éclairer la réalité du développement agricole en Algérie, et de montrer le rôle joué par les pouvoirs publics dans le développement de l'agriculture, de l'agro-alimentaire et de l'évolution du Produit Intérieur Brut (P.I.B), en plus de mettant en lumière l'état des ressources agricoles et des systèmes de production dans les milieux semi-arides.

2. DÉVELOPPEMENT AGRICOLE EN ALGÉRIE

Le développement agricole joue un rôle important dans le développement des économies des pays en développement, en particulier des pays qui dépendent de l'agriculture pour son rôle important dans la croissance économique, la réduction de la dépendance vis-à-vis de l'étranger et la fourniture de nourriture. L'Algérie, comme d'autres pays en développement, cherche à développer son secteur agricole. Après l'effondrement des prix du pétrole sur les marchés mondiaux, l'avancement du développement agricole en Algérie est devenu une grande priorité,

où il est considéré comme l'une des principales alternatives de développement économique. (TALBI et SALEHI, 2015).

L'État a, d'une part, diversifié les sources et produits financiers dédiés au soutien des secteurs agricole et agro-alimentaire, et d'autre part, accordé des avantages afin de rendre plus attractif le secteur agricole aux investisseurs privés (prêts bonifiés, fiscalité avantageuse, soutien aux intrants et matériels). Ces interventions fortes de l'État ont permis au secteur agricole d'enregistrer de bonnes performances : la productivité des facteurs (terre et travail) ont connu une croissance remarquable. Elles ont permis l'extension des capacités productives avec une multiplication par plus de 3,5 de la superficie irriguée qui représente aujourd'hui 15 % de la S.A.U. (BASSAOUD *et al.*, 2019).

2.1 L'agriculture et L'agro –Alimentaire

Le secteur agro-alimentaire, dominé par le secteur privé, contribue à hauteur de plus de 50 % au P.I.B industriel hors hydrocarbures. Il est le premier employeur dans l'industrie (40 % de l'emploi) et connaît une progression vigoureuse. Sa dépendance vis-à-vis des approvisionnements extérieurs est forte car il importe l'essentiel des matières premières agricoles et des intrants. Le contexte économique national n'est plus le même depuis l'année 2014. Le constat établi supra révèle que sur le plan économique, « les fondamentaux » ne cessent de se dégrader depuis cette date. La balance commerciale est négative depuis 2015 et le taux de couverture des importations par les exportations est passé de 107 % en 2014 à 76 % en 2017. Par ailleurs, les cours mondiaux des produits de base, favorables aux importateurs ces dernières années, connaissent, à l'exception notable des blés, des hausses significatives qui alourdissent en 2017 la facture alimentaire. C'est en tenant compte de ce cadre macroéconomique et financier fortement contraint qu'évolue le secteur agricole et alimentaire et le modèle de croissance qui est promue par les pouvoirs publics. (BASSAOUD *et al.*, 2019).

2.2 Évolution du Produit Intérieur Brut (P.I.B)

Le pays est classé dans la catégorie des pays ayant un niveau de développement humain élevé (0,754). Le Fonds Monétaire International estime le P.I.B algérien en 2018 à 188,3 milliards USD, dans son rapport de juin 2018, et affiche une prévision de 200,2 milliards USD en 2019, soit près de deux fois le P.I.B de 2005 (100,3 milliards USD). Sur la période 2000-2017, le taux de croissance en Algérie était en moyenne de 3 % mais, du fait de la chute des prix du pétrole, la croissance s'est ralentie ces dernières années et, dans son rapport de juin 2018, le F.M.I estime ce taux de croissance à 1,7 % en 2017, 2,5% en 2018 et prévoit un taux de croissance de 2,7 % en 2019, et de 0,5% en 2023 (BASSAOUD *et al.*, 2019).

3. CONTEXTE SEMI-ARIDE : ADAPTATIONS À DES HANDICAPS AGRO-CLIMATIQUE

Le potentiel des ressources naturelles - telles que le sol et l'eau - est très faible, et la capacité végétative et le climat limitent fortement les possibilités d'intensification des activités agricoles, et accentuent la distinction du champ agricole algérien. (BASSAOUD, 2003).

L'Algérie est de ce fait un pays sec qui appartient au triangle aride-semi-aride. La sécheresse et l'aridité constituent une menace constante, même dans les régions humides où la moyenne annuelle des précipitations paraît élevée. (BASSAOUD *et al.*, 2019). Les statistiques

de la FAO indiquent que l'indice de pluviométrie pondéré pour les terres agricoles Algérien est de 241,5 mm.

3.1 État des ressources agricoles

La nature du relief et les conditions bioclimatiques constituent les principaux facteurs limitant de l'agriculture algérienne. L'Algérie utile, c'est-à-dire celles où se déploient les espaces agricoles, est marquée par la présence de deux chaînes montagneuses, l'Atlas Tellien et l'Atlas Saharien, tendues de la frontière Ouest à la frontière Est. Entre ces deux chaînes, s'étalent les hautes plaines algéro-oranaises et les hautes plaines constantinoises dont l'altitude varie de 800 m à l'Est à 400 m dans la dépression du Hodna, pour atteindre 1100 m à la frontière algéro-marocaine. Si l'on nivelait l'ensemble de ces reliefs, l'altitude serait d'environ 800 m. À cette contrainte liée au relief où partout les pentes marquent le paysage agraire, vient se conjuguer une contrainte climatique: l'Atlas Tellien s'interpose entre la mer et les espaces intérieurs et arrête les précipitations venues du Nord ou du Nord-Ouest. Ces vastes espaces intérieurs sont caractérisés par un climat sec et froid en hiver et chaud et sec en été. Si l'on met en rapport topographie et bioclimats, il ressort clairement une contrainte forte pour l'agriculture. Du fait que gradient de pluviométrie et gradient de planimétrie sont inversés, la majorité des plaines aptes à l'activité agricole sont marquées par l'aridité ou la semi-aridité, et la majorité des zones humides sont montagneuses. Leur conjonction n'existe que dans certaines régions très limitées en surface utile telle la Mitidja ou les plaines d'Annaba-Skikda à l'Est. Ces zones du territoire agricole qui conjuguent à la fois des précipitations supérieures à 600 mm et des pentes inférieures à 3 % ne couvrent que 500 000 ha. Seul 30 % de la SAU reçoit plus de 400 mm de pluie par an et les zones arides et semi-arides représentent 85 % de la superficie totale des terres. Par ailleurs, la médiocrité du réseau hydrographique, sa structure et les faibles écoulements, n'ont pas favorisé l'aménagement d'un espace agricole intensif. (BASSAOUD et *al.*, 2019).

L'agriculture subit d'autres contraintes physiques qui grèvent son potentiel naturel et pèsent sur les équilibres écologiques des différentes régions naturelles. En effet, en dépit des efforts déployés par l'État dans les domaines de la conservation des eaux et du sol, l'érosion des sols continue sa progression et les ressources hydriques sont gravement affectées par la surexploitation ou la salinisation 8 . La désertification constitue une menace pour les 32 millions d'hectares de terres de parcours et le couvert forestier de l'Algérie du Nord est exposé en permanence au risque naturel (incendie) ou à la pression anthropique (déboisement-défrichement). (BASSAOUD et *al.*, 2019).

3.2 Les systèmes de production dans les milieux semi-arides en Algérie

L'observation d'une région agricole permet de constater une double diversité des exploitations relativement à l'utilisation d'un même milieu et en réponse aux actions de développement (CAPILLON, 1993). Les conditions agro-climatiques contraignent les agriculteurs algériens à l'adoption de systèmes de culture extensifs dans les zones d'agriculture pluviale. L'Algérie possède 8,5 millions d'ha, représentent à peine plus de 3,5 % de cette superficie dont 12 % seulement sont irrigués. La terre agricole est rare avec un ratio de : 0,19 ha par habitant. (BASSAOUD et *al.*, 2019). Le déficit chronique de la production agricole par rapport à la forte demande des populations ne cesse d'augmenter. (BENNIUO et *al.*, 2014).

L'agriculture est concentrée dans une frange étroite du Nord où domine un climat semi-aride et des précipitations faibles et irrégulières. (ABBAS et MADANI, 2005). La plupart des fermes tirent une grande partie des revenus de l'association céréales-élevage (environ 40 %), avec comme fait marquant une grande fragilité des systèmes de production (ABBAS et MADANI, 2001, ABBAS et *al.*, 2002).

En 2017, plus de la moitié de la S.A.U est consacrée aux grandes cultures, plus particulièrement aux céréales. Celles-ci dominent dans les zones semi-arides des hautes plaines telliennes, subarides des Hauts-Plateaux, humides et subhumides des régions littorales et sublittorales. Ainsi, près de 70 % de la S.A.U céréalière est localisée dans des zones où il pleut moins de 450 mm d'eau par an, ce qui explique à la fois les faibles rendements moyens obtenus à l'hectare (7 à 15 quintaux à l'hectare selon les années) et le maintien de la jachère (plus de 30 % des terres). Avec une jachère qui occupe plus du tiers de la S.A.U nationale (37,3 %), le système céréales/jachère concentre plus de 80 % de la S.A.U totale et rassemble près de 60 % des exploitations. L'arboriculture (un peu plus de 10 % de la S.A.U) s'organise autour des plantations d'oliviers, de palmiers dattier et d'arbres fruitiers. Les cultures maraîchères couvrent approximativement 5 % de la S.A.U. (BASSAOUD et *al.*, 2019).

3.3 Conséquences des contraintes climatiques

L'ensemble des itinéraires techniques et même au sein de chaque opération culturale, la position temporelle et les modalités des opérations diffère d'un type d'exploitation à l'autre et d'un étage climatique à l'autre en fonction des contraintes du milieu, de degré de structuration des unités agricoles et des objectifs de production visés par les agriculteurs. (BENNIUO et *al.*, 2014).

Le climat a un impact direct sur les cultures pluviales, ses influences sur l'agriculture varient d'une région à une autre avec des retombées socioéconomiques particulièrement importante dans les pays en développement. L'eau est la ressource naturelle qui limite le plus les rendements en agriculture. Au niveau des hautes plaines semi-aride d'Algérie, la sécheresse est souvent le facteur principal qui affecte la production des cultures pluviales comme, le blé et les légumineuses alimentaires. (YAHIAOUI, 2015).

Assurer ou maintenir une production céréalière en grains nécessite d'utiliser efficacement l'humidité. (BENNIUO et *al.*, 2014).

Dans les zones arides et semi arides, la contrainte saline s'associe souvent au déficit hydrique pour limiter la production des espèces végétales. Chez les légumineuses, cet effet est autant plus perceptible que la fixation symbiotique de l'azote atmosphérique est très sensible à la contrainte saline, La salinité affecte la multiplication et la survie du rhizobium dans le sol (ALEXANDER, 1984).

D'après ZOMBRÉ, (2003) les fortes températures diurnes associées au manque d'eau durant la période sèche de l'année constituent des facteurs limitant qui entravent les cultures. Ainsi les rendements des différentes spéculations se synchronise entre eux mais par rapport aux précipitations la plus part du temps on ne voie pas de corrélation.

Selon HADJADJ AOUL (1995), « La caractéristique des précipitations la plus intéressante par ses conséquences, n'est pas la rareté mais l'irrégularité des pluies d'une année à l'autre ». La pluviométrie reste le facteur le plus important (LEHOUEUROU, 1989).

4. L'ÉTAT DE L'AGRICULTURE ET DES SOLS AGRICOLES DANS LA WILAYA DE TLEMCCEN

La wilaya de Tlemccen avec ses importantes ressources, ses traditions et savoir-faire agricole doit parvenir à développer utilement et rationnellement ses potentialités et ce à l'aide d'un ambitieux programme d'actions d'ici 2025. L'agriculture telle que envisagée à l'horizon 2025 doit permettre le maintien de la durabilité des ressources naturelles et la promotion de l'équité sociale. Le schéma de développement agricole préconisé d'ici 2025 n'est pas une nouvelle stratégie spécifique à la wilaya de Tlemccen. Il est la déclinaison spatiale, adaptée, des orientations de Schéma National d'Aménagement du Territoire (S.N.A.T), du Schémas des Espaces de Programmation Territoriale (S.E.P.T) et des stratégies du développement agricole local. Il tient compte des spécificités territoriales locales et constitue ainsi une réponse aux attentes des collectivités et acteurs locaux dans le cadre d'un processus participatif multi-acteurs. (A.N.A.T, 2010).

La problématique du développement de l'agriculture dans la wilaya se pose en termes de modernisation, de productivité, de qualité et diversité des produits, de création d'emploi et de durabilité. Elle a mis en relief la diversité des ressources en sols et de microclimats qui caractérisent la wilaya offrant ainsi une gamme plus large de possibilités de mise en valeur et ce malgré la tendance à l'aridité. Ces ressources constituent des potentialités pour des cultures assez variées. (A.N.A.T, 2010).

4.1 Des pratiques culturelles ancestrales sur des territoires naturels riches mais menacés

La wilaya constitue ainsi une richesse agricole incontestable. Elle possède une tradition agricole ancienne et recèle d'importantes potentialités en sol réparties à travers des zones situées dans des ensembles physiques naturels différenciés riches mais menacés.

Les plaines de Maghnia, de Hennaya, de Sidi Abdelli, vallée de la Tafna, Ouled Mimoun. Ces terroirs forment la richesse agricole de la wilaya grâce à leur potentiel hydrogéologique et agro-pédologique. Cependant, l'évolution de l'activité agricole dans ces plaines montre que ces espaces productifs stratégiques sont soumis aux effets négatifs des conditions climatiques de semi aridité, de la rareté de l'eau, d'érosion et de salinité et d'une pression démographique. (A.N.A.T, 2010).

La zone montagneuse des Traras, Sebaâ Chioukh conserve une agriculture de montagne traditionnelle mais là aussi, elle est de plus en plus en retrait à cause des pratiques culturelles inadaptées, des conditions climatiques et les démembrements qui réduisent la taille des exploitations. (A.N.A.T, 2010).

Le Sud de la wilaya est constitué des franges sub-steppiques d'El Aricha et Sebdou où se pratique l'élevage en extensif associé à une céréaliculture en sec marginale de faibles rendements. Cette zone est caractérisée par la rareté des sols et la faiblesse des précipitations ce qui limite les possibilités de développement de l'activité agricole locale. Celle-ci se maintient dans quelques espaces dayates, situées autour de Sebdou. (A.N.A.T, 2010).

4.2 L'adaptation du plan cultural aux potentialités en sol

Haute potentialité agricole, il s'agit de sols localisés au niveau des vallées et les plaines de Hennaya, Ouled Mimoun, Ain Tellout qui s'adaptent à toute culture en sec ou en irrigué. Les vallées du littoral sont favorables aux cultures des primeurs et divers arbres fruitiers. Bonne potentialité agricole, ce sont les sols de dépressions et plateaux montagneux (plaine de Mezaourou, plateau de Mahrez, terrasses côtières, Sidi Abdelli) et ceux de la plaine de Maghnia, plateaux de Zenata – Remchi, qui s'adaptent aux plantations arboricoles et viticoles. Avec un apport d'eau et des modes d'irrigation non érosifs (goutte à goutte, aspersion...), ces sols s'adaptent à toute culture. Au niveau des zones côtières, ces sols sont favorables aux légumineuses précoces (Petit pois, fèves en vert...). Dans le plateau de Sidi Abdelli, la plantation de l'arboriculture fruitière nécessite le choix de porte greffe compte tenu de la teneur très élevée en calcaire. (A.N.A.T, 2010).

Moyenne potentialité agricole, ce sont des sols marneux, à texture lourde, faible infiltration instable aux environs de Bab El Assa, Bordj Arima et Sebaâ Chioukh, et sur les piedmonts des plateaux de Sidi Abdelli, Ouled Mimoun, Bensekrane et Amieur. La nature pédologique des sols favorise l'érosion rapide des terres en pente accentuée par la brutalité et l'intensité des précipitations, menaçant ainsi la fertilité des terres. Ils sont aptes à la céréaliculture et légumes secs en co-plantation avec des oliviers sur les terres de faible pente. La vigne et l'arboriculture rustique occuperont les terres de moyenne à forte pente. (A.N.A.T, 2010).

Faible potentialité agricole, ce sont des sols durs caillouteux de faible profondeur, localisés sur les plateaux de Zenata, Ouled Riah, Sidi Medjahed et les monts de Fillaoucène, Tadjra et les terres sur forte pente affectées par l'érosion. Ils s'adaptent parfaitement aux reboisements. Ils sont d'autre part recommandés pour l'élevage hors sol. (A.N.A.T, 2010).

5. CONCLUSION

Compte tenu des ressources agricoles limitées en Algérie, il convient d'accorder plus d'attention au rôle développemental de l'agriculture, et d'aborder le secteur agricole sur cette base multiforme et à long terme, qui ne se contente pas de la seule mesure du rendement économique, mais va au-delà à des retombées sociales et environnementales liées à la sécurité du pays, à la sécurité de l'environnement et à la santé des citoyens. Le contemplateur des conditions du secteur agricole en Algérie note son sous-développement relatif, malgré des ressources foncières, humaines, hydriques, techniques et matérielles relativement disponibles, car nous avons constaté que le secteur agricole souffre encore de manifestations d'abandon et de sous-développement. (GHARBI, 2008).

Ce secteur étant confronté à deux défis majeurs, il est d'une part le principal moteur de la croissance économique et d'autre part le principal facteur d'atteinte de la sécurité alimentaire nationale. Là où la politique agricole en Algérie s'est construite progressivement à la suite de diverses mesures et procédures en vue de répondre aux demandes alimentaires croissantes et d'élever le niveau de vie en milieu rural, c'est pour parvenir au développement de l'économie nationale et améliorer les moyens de subsistance des membres de la société grâce à une recherche continue et dans l'attente des différents défis résultant des changements qui se produisent dans les mouvements sociaux, économiques, démographiques et environnementaux. (TALEBI et SALEHI, 2015).

La mise en œuvre de stratégies et de politiques nationales d'adaptation reste une problématique récente, et l'Algérie, tout comme les pays voisins se heurtent à la question cruciale des moyens humains et financiers. (BASSAOUD et *al.*, 2019).

La principale question actuellement posée aux autorités algériennes est de parvenir à un développement agricole durable, qui travaille à améliorer les conditions de vie de la population et à réduire le chômage. Pour réaliser le développement agricole en Algérie, les autorités algériennes doivent œuvrer à : Développer les campagnes en leur procurant de bons moyens d'existence jusqu'à la migration vers la ville en créant des emplois, en luttant contre la pauvreté et en sensibilisant. Développer des stratégies efficaces pour faire face aux défis climatiques et réduire les effets climatiques négatifs en préservant la richesse en eau provenant de la pluie et en travaillant à sa conservation afin de l'utiliser pour irriguer les terres agricoles afin de pallier les pénuries d'eau pendant les périodes de sécheresse. (TALEBI et SALEHI, 2015).

Les atouts du secteur agricole dans la wilaya de Tlemcen sont nombreux. Il s'agit principalement d'un fort potentiel en sol qui compte dans la région et une diversité des terroirs, de bonnes aptitudes pédologiques des sols, des périmètres irrigués et irrigables, une main d'œuvre agricole qualifiée, une population rurale encore ancrée et des traditions dans la conduite des cultures et des élevages. Les contraintes sont également nombreuses et persistantes, malgré un bilan évolutif de consolidation de l'activité agricole : rareté de l'eau, érosion, statut juridique des terres etc. (A.N.A.T, 2010).

CHAPITRE .II :
L'ETAT CHIMIQUE ET BIOLOGIQUE DES
SOLS, POTENTIEL PRODUCTIF DES
CULTURES

1. INTRODUCTION

Dans les zones nord-ouest algériennes où le climat semi-aride, l'amélioration de la production agricole et la restauration des sols agricoles irrigués est une préoccupation majeure pour une réhabilitation réussie dans les champs dégradés. L'irrigation intensive et l'utilisation de machines agricoles lourdes et d'engrais chimiques s'accompagnent, dans un certain nombre de cas, de phénomènes de dégradation des propriétés chimiques des sols telle que la salinisation secondaire, l'alcalinisation, la sodisation,...etc.

Récemment, ces phénomènes ont commencé à apparaître sur les sols agricoles des vallées de la Tafna, ce qui a entraîné une baisse de la qualité et de la quantité des cultures agricoles, la mort des semis et la corruption des graines avant la germination, en plus du jaunissement des feuilles des arbres fruitiers (oliviers, grenadiers, agrumes, vignes,...etc.), la mort de certains d'entre eux, et la chute de leurs fruits avant maturité.

Dans ce contexte, ce chapitre est venu éclairer la réalité du secteur agricole dans le bassin de la Tafna, en examinant la réalité de l'état chimique et biologique du sol et le potentiel productif des cultures. Le choix s'est porté sur l'olivier car c'est l'agriculture dominante dans la zone, aussi plusieurs plantations d'oliviers ont été réalisées dans le bassin de l'oued Tafna grâce à la politique de développement de l'oléiculture et au contexte hydro-pédologique et géomorphologique qui caractérise cette région. Aussi plusieurs problèmes environnementaux mentionnés ci-dessus, sont également apparus dans les champs d'oliviers, en plus de la sécheresse et des maladies des insectes et des champignons.

2. APERÇU SUR LA PRODUCTION D'OLIVE EN ALGÉRIE

Les plantations d'oliviers qualifient l'espace méditerranéen. L'Algérie, dans sa partie nord, dont le climat est des plus propices à la culture de l'olivier. La culture de l'olivier remonte à très loin en Algérie. L'olivier et ses produits constituaient une des activités vitales des populations qui en disposent. Ce contexte propice, faisant appel naturellement à cette filière à se constituer en segment important de l'économie en Algérie. (BOUYOUCHEF-BARR et MOUSSOUNI, 2018). L'oléiculture algérienne est constituée d'environ 32 millions d'arbres (BENSEMMANE, 2009 ; MENDIL, 2009), répartie sur une superficie d'environ 328.884 hectares (FAOSTAT, 2013), soit 34,09% du verger arboricole national.

L'olivieraie algérienne se répartit sur trois zones importantes : la zone de l'ouest représentant cinq Wilayas (Tlemcen, Ain Temouchent, Mascara, Sidi Bel Abbes, et Relizane. Cette zone représente 16,40% du verger oléicole national, la région centrale du pays détient la plus vaste superficie avec 57,5% du verger oléicole national répartis entre Ain Defla, Bouira, Tizi Ouzou, Bejaia, Boumerdes et Blida. La région de la Kabylie (Bouira, Tizi Ouzou, Bejaia) détient la 44^e de la superficie oléicole nationale. La région Est détient une superficie de 26,1% du patrimoine national, répartis entre Jijel, Skikda, Mila et Guelma. Malgré l'importance du patrimoine oléicole qui constitue 44^e du verger arboricole national, cette culture ne génère que 4% des besoins du marché en matière grasse végétale. De ce fait le recours aux importations d'huiles de graines est important. (SEKOUR, 2012).

Actuellement, d'autres plantations oléicoles commencent à voir le jour dans de nouvelles zones telles que Chlef, Biskra, Tébessa, Djelfa, Saida, M'silla, Tissemsilt, El-oued et Naama. On estime la surface occupée par l'olivier à 420 000 ha de plantations (contre 1,6 million d'hectares pour la Tunisie). Les productions ont atteint 35 000 tonnes pour l'huile

d'olive et 80 000 tonnes pour les olives de table en 2008. Ces quantités demeurent les plus faibles des pays oléicoles. (BOUYOUCEF-BARR et MOUSSOUNI, 2018).

Une nouvelle initiative est en cours en Algérie pour planter 400,000 hectares d'oliviers à travers le pays d'ici 2024. (DAWSON, 2021). Selon les données du Conseil oléicole international (COI), 2020/21 était une mauvaise campagne agricole, mais les producteurs ont quand même produit 89,500 à 125,500 tonnes. La campagne oléicole 2022/2023 a enregistré 349 mille quintaux, dont 260 323 quintaux sont destinés à la production d'huile d'olive et 420 quintaux d'olives de table. L'oléiculture algérienne est caractérisée par une large gamme de variétés: « *Chemlal* », c'est la variété dominante au nord et nord-est du pays. Elle est destinée exclusivement à l'huile. La *Sigoise*, de la région de Sig à l'ouest connue pour ses olives de table. Ils existent une trentaine d'autres variétés autochtones connues pour leurs spécificités ou importées telles que : *Agenfas*, *Azeradj*, *Blanquette*, *Bouchouk Soummam*, *Boughenfous*, *Ferkani*, *Hamra*, *Limli*, et *Rougette de Mitidja...etc.*

3. MATÉRIEL ET MÉTHODES

3.1 Champs d'étude

3.1.1 Situation géographique, échantillonnage et choix des parcelles

Pour atteindre nos objectifs, les parcelles d'expérimentations ont été menées dans deux champs d'olive dégradés dans le bassin de oued Tafna à l'ouest de Tlemcen (Algérie occidental) situés respectivement, (Champ 01 « SENNAN » : N : 34°59' ; O : 1°35', avec une superficie de 3ha), (Champ 02 « TIHATRITE »: N : 34°58' ; O : 1°34' avec une superficie de 5ha),(carte 9), en bioclimat semi-aride tempéré et chaud. Le climat est de type méditerranéen, caractérisé par des précipitations moyennes annuelles de 400 à 600 mm avec un régime pluviométrique saisonnier de type HPAE, la température moyenne annuelle est de 18.73°C avec un « m » de 5°C et « M » de 30°C. Les sites expérimentaux sont situés sur des sols sédimentaires alluvionnaires lessivés de pente entre 1 % à 5%. La texture de l'horizon de surface est limono-sableuse appelé en langue locale ("Twarese ou Tferchait" : sol nu, grumeleux et raide).

Dans ces champs nous avons sélectionné aléatoirement, 10 sites d'échantillonnage de 400 m² de chacun, où on a sélectionné cinq arbres d'olive sur chaque site. Cinq (05) échantillons de sol dans chaque site ont été prélevés aléatoirement en-dessous de chaque arbre au coure de mars 2019, après avoir éliminé la litière, à une profondeur comprise entre 0 et 10 cm correspondant à l'horizon de surface organo-minéral. (Annexe 6). Nous désignerons cinq (05) de ces sites pour le traitement et la restauration écologique des qualités chimiques des sols, et les autres cinq (05) comme témoins (5 ayant subi un traitement par les MABs et 5 témoins, Chapitre 3, Carte 10).

3.2 Les caractéristiques chimiques et microbiologiques des sols

3.2.1 Analyses chimiques des sols

Les analyses chimiques des sols ont été mesurées selon les protocoles qui sont mentionnées dans la PARTIE I, CHAPITRE II.

3.2.2 Analyses microbiologiques des sols

A. Respiration basale

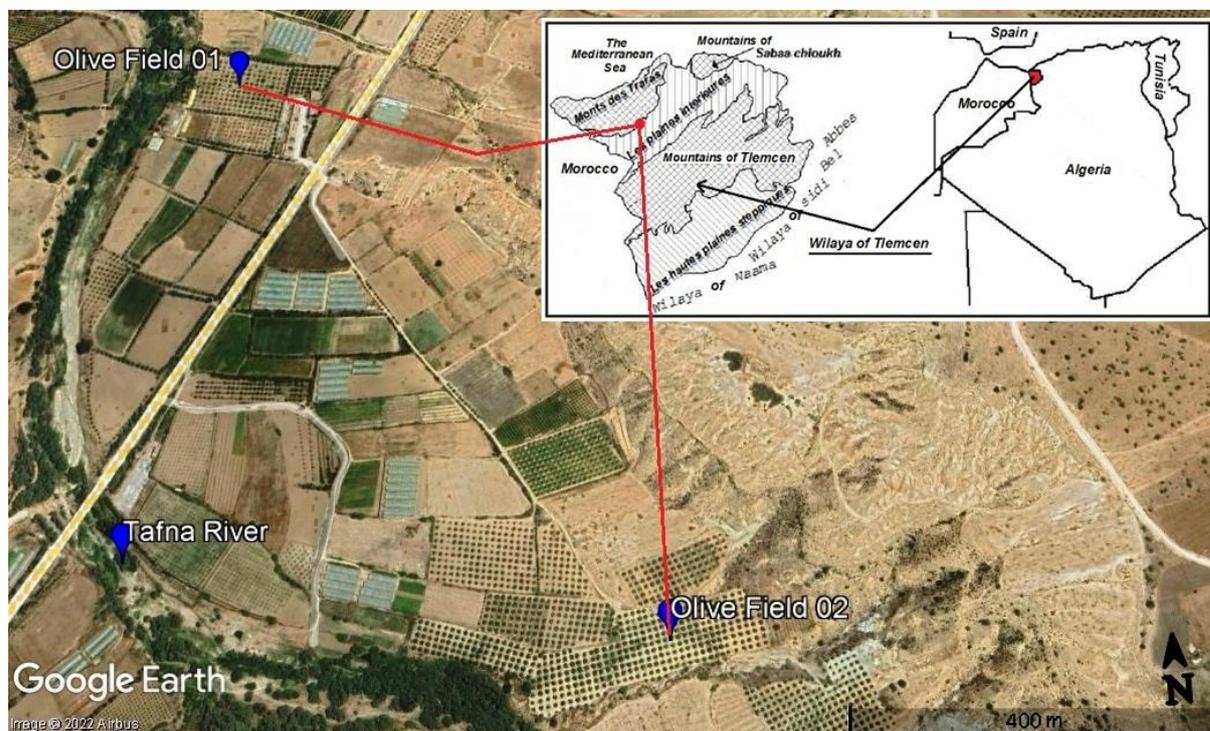
La respiration basale ($\mu\text{g C-CO}_2/\text{g de sol sec}$) a été mesurée selon le protocole décrit par ANDERSON and DOMSCH, (1978), (voire la Partie I, Chapitre II).

B. Biomasse microbienne

La biomasse microbienne a été estimée par la méthode de respiration induite par ajout de glucose (ANDERSON and DOMSCH, 1978). (Voire Partie I, Chapitre II).

Le qCO_2 : détermine l'efficacité énergétique des communautés bactériennes

NB : Les analyses microbiologiques des sols ont été réalisées au sein du laboratoire du Campus d'Aix Marseille université.



Carte 9 : la situation géographique des champs d'oliviers.

3.3 Potentiel productif des exploitations d'études : le rendement d'olive, la qualité des fruits

3.3.1 Présentation de la production d'olive

Le défi auquel est confronté l'agriculteur au moment de la récolte des olives est de savoir comment il peut récolter les olives rapidement, facilement et au moindre coût, tout en préservant la qualité et la quantité de la récolte d'olives, et aussi en préservant l'intégrité des branches de l'olivier, des blessures et des fractures, résultant de la méthode utilisée pour récolter les fruits de l'olivier. (MOUSA QASAH, 2020)

La méthode manuelle traditionnelle est considérée comme la plus ancienne et la meilleure pour la récolte des olives, car elle garantit l'obtention de fruits de haute qualité, et les fruits récoltés à la main donnent une huile de grande valeur. (Annexe 7). Cette méthode est considérée comme efficace pour les arbres jeunes, bas et à fruits tendres, ou ceux qui ont été taillés injustement. Il faut placer des matelas en tissu ou en plastique sous les arbres avant de commencer la récolte, puis les ramasser dans des sacs, ou récolté directement dans la caisse, (Annexe 7), sachant que les feuilles peuvent tomber lors de la récolte, ce qui nécessite de les séparer les unes des autres soit par en les tamisant, ou en y soufflant de l'air. Quant aux arbres grands, larges et ramifiés, leurs fruits sont récoltés à l'aide de peignes à main et de longues

échelles, et cela se fait facilement car les fruits sont lourds en raison de leur richesse en huile. (Annexe 7).

Après avoir annoncé le début de la saison de récolte, qui s'étend de fin octobre jusqu'aux trois mois suivants ; nous avons effectué des sorties sur terrain dans les deux champs pour accompagner la saison des récoltes, et inspecter les oliviers de chaque site. (Annexe 8). Nous avons également divisé ces sites en deux groupes : le groupe A contient cinq (05) de ces sites, pour le traitement et la restauration écologique des qualités chimiques des sols, et le groupe B contient les cinq (05) autres sites comme témoins (5 ayant subi un traitement par les MABs et 5 témoins, chapitre 3). Après le processus de récolte, nous avons estimé et pesé la production d'oliviers sélectionnés au sein de chaque site sur une période de trois ans (novembre 2018, novembre 2019 et novembre 2020). (Annexe 8).

3.3.2 Les caractéristiques de la qualité des fruits

La période de maturation dépend de la variété et des conditions climatiques locales (LOUSSERT et BROUSSE, 1978 ; ARGENSON *et al.*, 1999). La récolte des olives commence en général lorsque les fruits sont mûrs, et ce que l'on entend par maturation des olives, c'est lorsque le grain d'olive atteint sa calibre finale et que le pourcentage d'huile qu'il contient a également atteint le pourcentage le plus élevé. Il a été scientifiquement convenu que la date sera pour les variétés d'huile d'olive, lorsque 60 à 70% des noyaux d'olive sur l'arbre sont complètement noirs ou violets foncés. Quant à la date de récolte des olives vertes, c'est lorsque les fruits d'olive atteignent leur calibre finale, et leur couleur passe du vert au vert jaune clair, mais avant qu'ils n'atteignent la maturité finale, et cela a lieu 2 à 4 semaines plus tôt que la date de récolter les olives destinées à l'huile. (MOUSA QASAH, 2020).

En effet, la période à laquelle a eu lieu la récolte est la période appropriée pour les variétés présentes dans les deux champs «*Sigoise et Verdal* » ; pendant cette période le fruit acquiert toutes ses qualités nutritionnelles et sensorielles d'olives de table, où l'on trouve des olives vertes mûres, verts avec des taches violets clairs, et fruits entièrement noirs ou violet foncé, pourpre (Annexe 9), qui se caractérisent par l'apparition d'anthocyanes. (MOTILVA et ROMERO, 2010). Aussi, durant cette période, le poids des fruits a atteint le pic, où nous avons calculé à chaque saison le poids moyen de 15 fruits choisis au hasard sur chaque olivier. (Annexe 9).

4. RÉSULTATS ET DISCUSSION

4.1 Résultats

4.1.1 Les caractéristiques chimiques des sols

Les moyennes des paramètres chimiques pour l'ensemble des sols de la zone d'étude d'année 2019 sont consignées dans la fig. 42.

Les résultats préliminaires montrent que ces sols ont un taux d'une moyenne totale de la matière organique supérieur à « 6% » et un taux de carbone de « 3.72% », sont fortement Calcaire où le taux de CaCO_3 supérieur à 25 %, compris entre « $25 < \text{CaCO}_3 \leq 50$ », avec un pH alcalin « de 8,16 $\geq \text{pH} \geq 8.55$ », et un taux moyenne totale d'humidité est de 15.24%, la conductivité varié entre 0.25 et 0.46 $\mu\text{S}/\text{Cm}$.

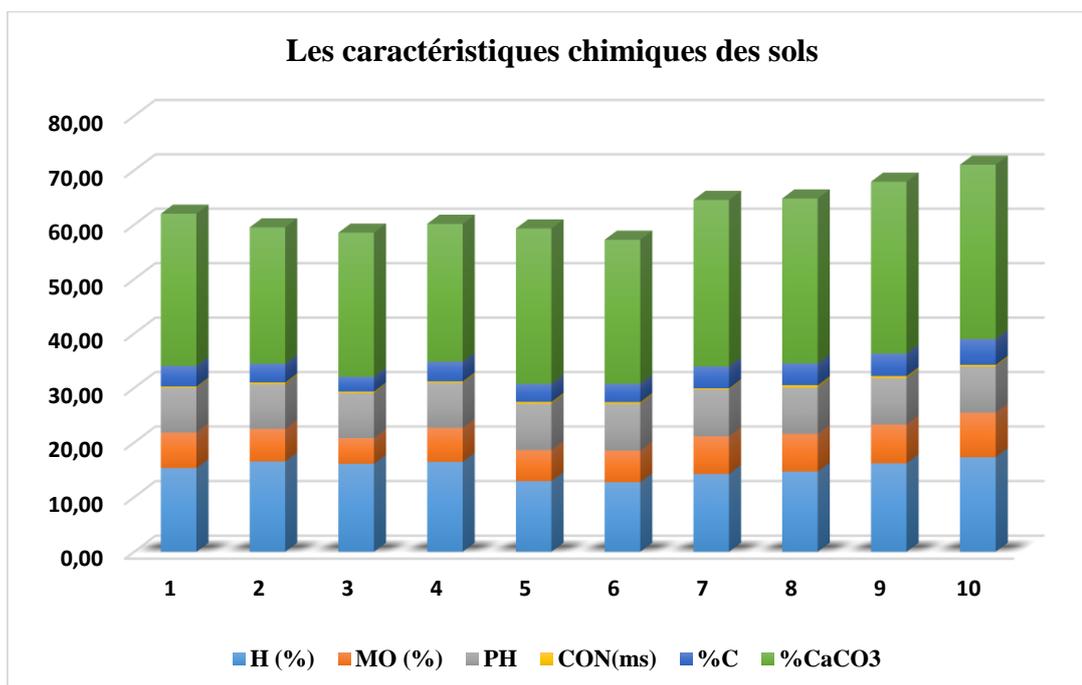


Figure 42 : Les histogrammes des résultats des propriétés chimiques des sols de chaque site dans les champs d'étude (Mars 2019). « H : humidité, MO : matière organique, pH : potentiel hydrogène, CON : conductivité, C : carbone organique, CaCo3 : calcaire total ».

4.1.2 Les caractéristiques microbiologiques des sols

Les moyennes des paramètres microbiens des sols sont consignées dans le tableau 68. La respiration basale est variée entre 0,23 et 0,42 $\mu\text{g C-CO}_2/\text{g}$ de sol sec et la biomasse Bactérienne comprise entre 0,05 et 0,10 $\mu\text{g C mic/g}$. On remarque également qu'il existe une relation linéaire entre la respiration basale et la biomasse microbienne, où la respiration change en fonction de la biomasse bactérienne. (fig. 43)

Tableau 68: la moyenne des résultats des propriétés microbiologiques des sols de la zone d'étude (Mars 2019).

N° sites	Respiration basale ($\mu\text{g C-CO}_2/\text{g}$ de sol sec)	Biomasse microbienne ($\mu\text{g C mic/g}$)	qCO ₂
1	0,39	0,09	4,56
2	0,32	0,07	4,64
3	0,42	0,10	4,08
4	0,29	0,06	4,64
5	0,36	0,08	4,43
6	0,34	0,07	4,64
7	0,42	0,09	4,64
8	0,42	0,09	4,64
9	0,36	0,08	4,43
10	0,23	0,05	4,64
Moyenne	0,36	0,08	4,52

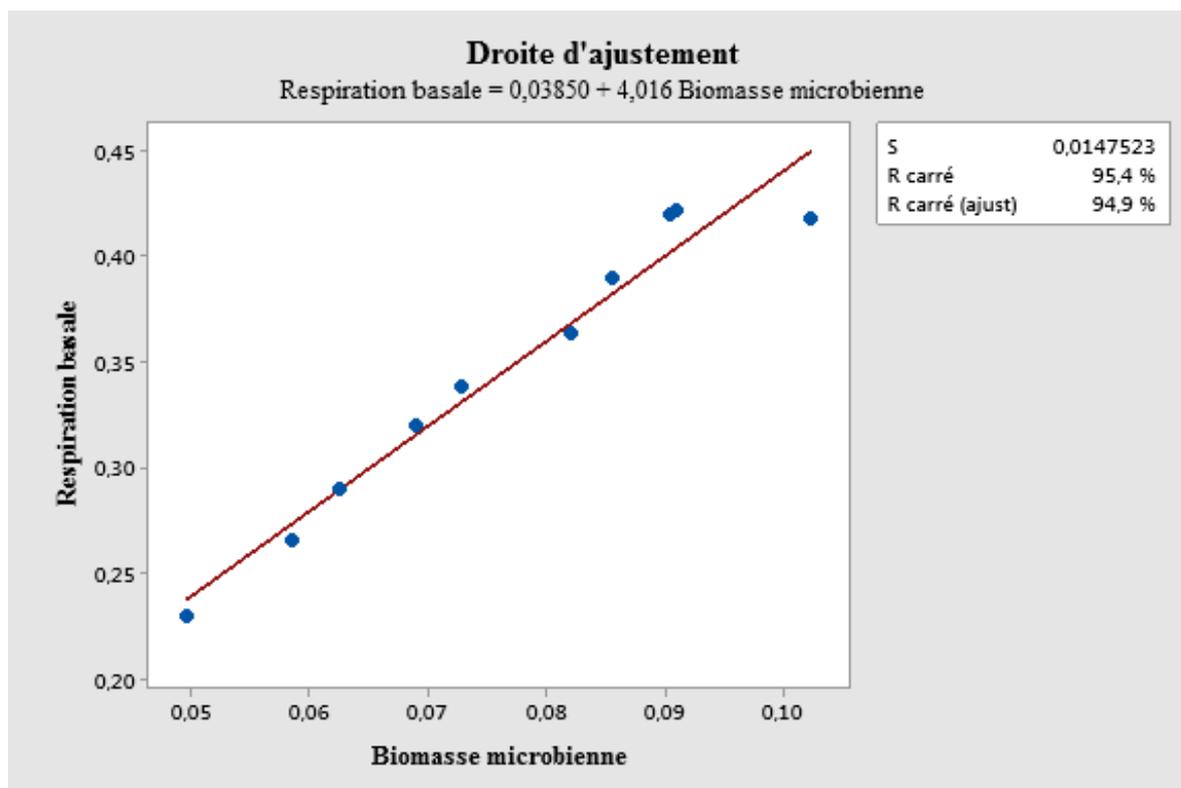


Figure 43: Diagramme de Respiration basale en fonction de Biomasse microbienne avec droite d'ajustement.

4.1.3 Potentiel productif des exploitations d'études : le rendement d'olive, la qualité des fruits

Dans ce chapitre, nous discuterons des résultats de production d'année 2018 uniquement, tandis que nous présenterons les résultats de production d'année 2019 et 2020 dans le prochain chapitre (Restauration Écologique des Qualités des Sols Agricoles), comparés aux résultats précédents (2018). Aussi, afin de présenter plus clairement de la production d'olives et les caractéristiques de la qualité des fruits pour cette année (2018), une analyse de variance (*Test de Mann-Whitney et Test des suites*) a été utilisée entre deux groupes A et B. Les analyses statistiques ont été réalisées à l'aide du logiciel Minitab 19.

4.1.3.1 Présentation de la production d'olive

Le tableau 69 consigne les résultats des analyses statistiques (*Test de Mann-Whitney*) de rendements des arbres d'olive au cours de saison de récolte (2018) pour les deux groupes (A et B). La valeur P calculée de «*Test de Mann-Whitney*» est présentée avec son seuil de significativité (* : $P < 0,05$; ** : $P < 0,01$; *** : $P < 0,001$; ns : non significatif).

On remarque que le rendement de la production d'olives en « 2018 » pour les deux groupes (A et B), étaient à peu près égaux "A : 18,5 kg et B : 19 kg" (Fig.44)

Tableau 69: Les résultats d'analyses statistiques (*Test de Mann-Whitney*), de la production d'olives Année de récolte 2018.

Année de récolte	Médiane de la Production d'olive (Kg)		Valeur W calculée	Valeur de P calculée et signification
	Groupe A	Groupe B		
2018	19,00	18,50	604,50	0,52ns

Tableau 70 présente les observations supérieures et inférieures à 20 kg d'analyses statistiques (*Test des suites*) de la production supérieures et inférieures à 20 kg de chaque arbre au cours de saison de récolte (2018). Le test de suite de rendement d'olives pour l'année 2018 (A et B), montre que la plupart des arbres n'ont pas produit plus de 20 kg. Le nombre d'arbres dont la production a dépassé 20 kg pour le groupe (A) a atteint 10/25 dans la dernière saison, tandis que le nombre a atteint 09/25 pour le groupe (B). (Tableau 68, fig. 44).

Tableau 70: Les résultats d'analyses statistiques (*Test des suites*), de la production d'olives d'année 2018. « *Ob. Sup. à 20Kg* : observations supérieures à 20Kg, *Ob. Inf. à 20Kg* : observations inférieures à 20Kg ».

Année de récolte	Groupe A		Groupe B	
	<i>Ob. Sup. à 20 Kg</i>	<i>Ob. Inf. à 20 Kg</i>	<i>Ob. Sup. à 20 Kg</i>	<i>Ob. Inf. à 20 Kg</i>
2018	10	15	09	16

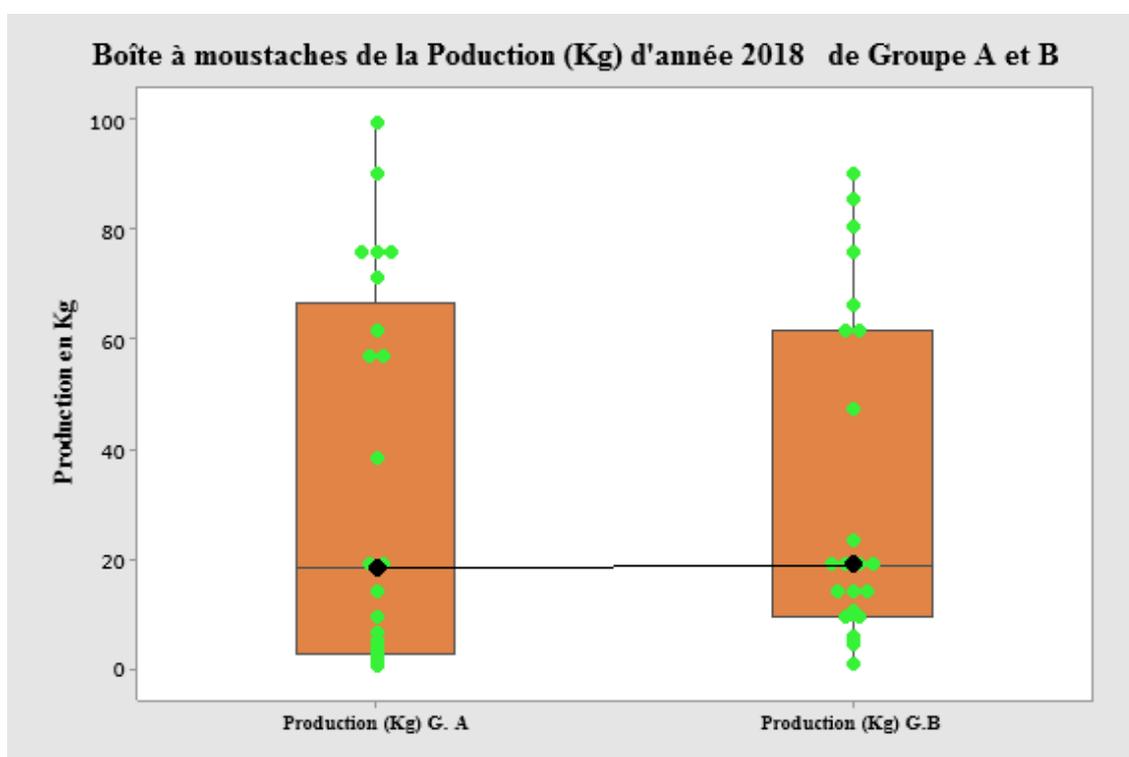


Figure 44: le diagramme factoriel (Groupe A et B) d'analyse statistique des résultats de rendements d'olives « année 2018 ».

4.1.3.2 Les caractéristiques de la qualité des fruits

Le tableau 71 présente les médianes des poids des fruits d'olives au cours d'années 2018 et la valeur de P calculée de «*Test de Mann-Whitney*» est présentée avec son seuil de significativité (* : $P < 0,05$; ** : $P < 0,01$; *** : $P < 0,001$; ns : non significatif) : les analyses statistiques (*Test de Mann-Whitney*) ont montré qu'il n'y a aucune différence significative de poids des fruits entre les deux groupes "A et B". Aussi le test de suite des poids des fruits montre que la plupart des fruits n'ont pas dépassé 5 g. (Tableau 72, fig. 45).

Tableau 71: Les résultats d'analyses statistiques (Test de Mann-Whitney), de la production d'olives Année de récolte 2018.

Année de récolte	Médiane de Poids des fruits d'olive (g)		Valeur W calculée	Valeur de P calculée et signification
	Groupe A	Groupe B		
2018	4,50	4,92	617,00	0,689ns

Tableau 72: Les résultats d'analyses statistiques (Test des suites), des poids des fruits d'olives d'année 2018 : « *Ob. Sup. à 5g* : observations supérieures à 20Kg, *Ob. Inf. à 5g* : observations inférieures à 20Kg ».

Année de récolte	Groupe Traitées		Groupe Témoins	
	<i>Ob. Sup. à 5g</i>	<i>Ob. Inf. à 5g</i>	<i>Ob. Sup. à 5g</i>	<i>Ob. Inf. à 5g</i>
2018	7	18	12	13

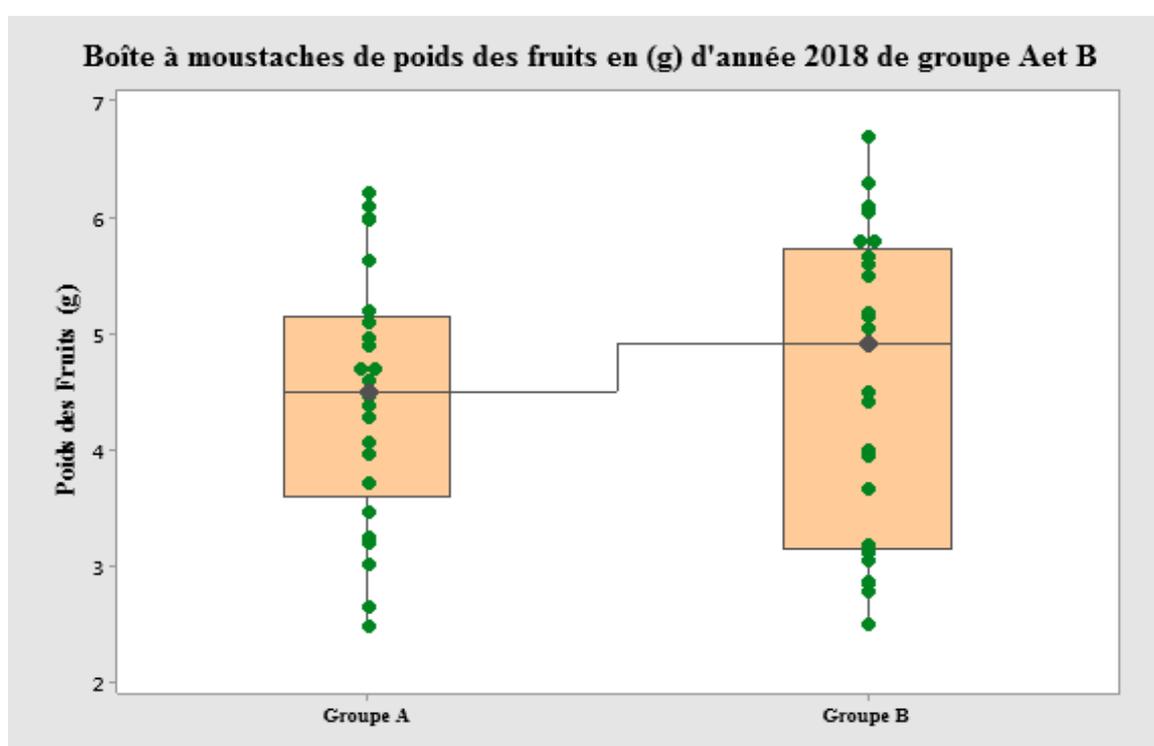


Figure 45: le diagramme factoriel (A, B) d'analyse statistique des résultats des poids des fruits « années 2018 ».

4.2 Discussion

4.2.1 Les caractéristiques chimiques des sols

Les résultats présentés dans la fig. 42 ont montré que le sol dans la zone d'étude était riche en matière organique, dépassant 06 %, et en carbone plus de 03 %. La raison de ces résultats peut être due à la présence de matière organique d'origine « végétale ou animale » naturel du sol avant l'échantillonnage.

Le pH dans la solution des sols de la zone d'étude, indique que le sol est alcalin, où le pH moyenne total de 8,368 et la raison de ces résultats peut être due à la nature du sol calcaire, où nous avons enregistré le taux carbonate de calcium (CaCO₃) de 28,44%. On sait que le sol à

forte concentration en calcaire active (carbonate de calcium) avec un pH élevé (proche de 8,2), car les bases alcalines « CaO » qui sont associées avec les cations calcium Ca^{+2} élèvent le pH, et donc le sol devient alcalin. MUNROE, (2006) soulignant que le principal facteur affectant le pH naturel du sol est le géo-matériau (sol source matériel) à partir duquel le sol a été formé. Aussi, le taux élevé de matière organique, qui dépasse 5.7 %, est suffisant pour reconstituer le stock d'humus, qui forme avec l'argile le complexe d'adsorbant, ce dernier étant saturé en cations calcium Ca^{+2} résultant à la décomposition du carbonate de calcium, conduisant à ce que l'on sait « la saturation cationique des bases », alors le sol est alcalin. GUERIN (2016) souligne qu'en présence de calcaire actif, la quantité de CaO échangeable dans la solution du sol est plus grande et le taux de saturation du complexe adsorbant à Ca^{+2} est maximum, et le pH est basique. Aussi la saturation de complexe argilo-humique entraîné aussi le blocage d'autres éléments minéraux et leur accumulation dans le sol sous forme d'ions tels que Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^{+} , K^{+} , Cl^{-} , CO_3^{-2} , HCO_3^{-} , SO_4^{-2} ,... etc., provoqué une augmentation relative de la conductivité électrique (CE) dans tous les sols.

4.2.2 Les caractéristiques microbiologiques des sols

Les paramètres pédo-microbiologiques sont basés sur divers aspects de l'activité microbienne pertinents pour la fonctionnalité des sols. Ils livrent diverses indications. (B.S.A, 2009). Pour certains sites (n° 03, 07 et 08), on peut observer une respiration basale et une biomasse microbienne élevée du sol sans toutefois qu'il soit très riche en carbone et en matière organique total. Cela peut être expliqué par la disponibilité différente des fractions carbonées et/ou par des apports exogènes récents de carbone qui ont provoqué un accroissement de l'activité des micro-organismes. (VINCENT *et al.*, 2019). À l'inverse, il y a peu de respiration et de biomasse microbienne dans certains sites tel que site n° 04, et 10 par rapport au taux élevé de matière organique (6.22 % et 8.17% respectivement), et de carbone (3,62% et 4,75% respectivement), cela signifie que la matière organique est vieille et très stable. (VINCENT *et al.*, 2019). Aussi et selon SMITH et PAUL (1990), la biomasse microbienne dépend de la quantité et de la qualité des substrats organiques. Également, l'aération du sol est moins bonne, car l'humidité est plus élevée à ces sites (16,47% et 17,29% respectivement) ; cela réduit l'activité bactérienne aérobie et provoque ainsi une diminution de la biomasse microbienne et de la respiration basale (DOMMERGUES et MANGENOT, 1970).

D'après les résultats d'analyses microbiologiques consigne dans le tableau 69, le quotient métabolique est varié entre 4.08 et 4.64 $\mu g C-CO_2/h/g$ dans la zone d'étude. Des valeurs plus élevées du quotient métabolique dans la majorité des sites (4.64) , sont considérées comme un indicateur de stress, indiquant un besoin d'énergie de maintenance plus élevé des micro-organismes (ANDERSON and DOMSCH, 1985). Les valeurs dépendent de la communauté microbienne ainsi que des substrats disponibles. (VINCENT *et al.*, 2019).

Un quotient métabolique faible dans certains sites (4.08, 4.43), signifie un taux de renouvellement faible de la biomasse, avec tendance à l'accumulation, voire à une stabilisation de la matière organique. Cette faiblesse peut être liée à des facteurs défavorables à l'activité de la biomasse comme le pH, ou l'hydromorphie. La minéralisation de la matière organique diminuant, la nutrition minérale de la plante en sera affectée. (VINCENT *et al.*, 2019).

4.2.3 Présentation de la production d'olive et les caractéristiques de la qualité des fruits

La moyenne la production d'olive dans les champs d'étude pour la saison 2018, atteint à 18.5 Kg pour le groupe A et 19 Kg pour le groupe B. Bien que nous n'ayons enregistré aucune différence statistiquement significative entre les deux groupes au cours de la saison de récolte, et la plupart des arbres ne dépassaient pas de 20 kg (Tab. 70, fig. 44). Également le poids des fruits ne dépassait pas 5 g (Tab. 72), ce qui montre en fait que les facteurs contrôlant la production sont les mêmes, tels que : le climat, l'arrosage, la taille, la fertilisationetc. Aussi nous avons déjà mentionné que le sol dans les deux groupes a des propriétés chimiques et microbiologiques a peu près similaires telles que (pH, MO, Carbone, Biomasse Micorobiennes, Rispiration Basale, etc...), et ainsi avoir le même effet sur la production et la qualité des fruits.

5. CONCLUSIONS

Dans l'ensemble, les moyens de production oléicole en Algérie demeurent insuffisants pour contribuer à la stabilisation des rendements face aux différents types climatiques. La culture de l'olivier est la principale source de revenus pour de nombreux agriculteurs, l'amélioration des méthodes de production est donc une condition préalable à la relance du secteur oléicole, en particulier dans les zones au climat rigoureux.

La nécessité de redynamiser le secteur oléicole en Algérie, devient un objectif affiché de l'État. Mais le développement de cette filière est une préoccupation majeure au comment lui permettre de contribuer à la sécurité alimentaire et à la diversification de l'économie du pays. (BOUYOUCHEF-BARR et MOUSSOUNI, 2018).

Dans ce chapitre, nous mettons en lumière les caractéristiques chimiques et microbiologiques du sol, et le potentiel productif des exploitations oléicoles : le rendement d'olives, la qualité des fruits, afin que nous puissions connaître certains des problèmes environnementaux, naturels ou anthropiques, dont souffre le secteur dans l'Ouest algérien en particulier et en Algérie en général.

Nos résultats montrent dans de nombreux cas des phénomènes de dégradation des propriétés chimiques et microbiologiques du sol, où la nature de ce sol dans les deux champs est calcaire-alkaline, riche en matière organique accumulée et stable, et faible en activité microbienne. Les valeurs du quotient métabolique, indiquent un stress et une augmentation des besoins énergétiques d'entretien des micro-organismes, et parfois d'autres indiquent un faible taux de renouvellement de la biomasse, avec tendance à l'accumulation, voire à une stabilisation de la matière organique. Il est devenu évident que les pressions anthropiques est l'une des principales causes de la dégradation des sols. Par exemple, un travail du sol type labour diminue la biomasse microbienne et augmente le quotient métabolique, et pour augmenter la quantité de biomasse microbienne, il est conseillé de décompacter, limiter le labour et préférer les techniques simplifiées de préparation de sol, drainer, chauler, apporter des amendements organiques (structurant du sol), etc., afin d'améliorer l'état physique (MANGALASSERY et *al.*, 2015).

Suite à la dégradation de ce sol, nous avons enregistré un abaissement de la production d'olives, où la majorité des arbres ne dépassaient pas le seuil de 20 kg, et la plupart de leurs fruits étaient de petits et moyens calibres, avec un poids moyen qui ne dépasse pas 5 g.

CHAPITRE .III :

**LA RESTAURATION ECOLOGIQUE DES
QUALITES CHIMIQUES DES SOLS
AGRICILES PAR L'APPORT DES MABs «
MICROORGANISMES AUTOCHTONES
BENEFIQUES ».**

1. INTRODUCTION

L'Algérie a adopté des programmes agricoles visant à reconstruire et à développer le domaine agricole, à protéger l'écosystème fragile et à récupérer des terres pour l'agriculture. Ces interventions dépendaient d'obstacles climatiques qui avaient été négligés dans les plans nationaux précédents, notamment la réutilisation de terres précédemment exploitées vers certaines terres sèches ou sujettes à la sécheresse, en remplaçant la culture de céréales par la culture d'arbres fruitiers résistants à la sécheresse. (BASSOUD, 2003). Pour cette raison l'Algérie réalise des différents projets de développement de l'oléiculture afin d'augmenter la production et répondre aux règles du marché.

Le concept de développement agricole pour les agriculteurs dépend de l'augmentation des rendements, l'amélioration de la qualité des produits, maintien de la fertilité des sols en réduisant les charges. Par conséquent, la réhabilitation des sols agricoles dégradées et la durabilité de leur production est l'un des plus grands défis auxquels sont confrontés les agriculteurs des zones arides et semi-arides. Ces derniers ont connu une exploitation aléatoire et une culture intensive par l'utilisation des techniques modernes d'irrigation, d'ensemencement, de fertilisation, l'utilisation des machines agricoles lourdes, d'engrais chimie il n'a pas été épargné...etc., qui a entraîné la dégradation des propriétés chimiques et baissé la fertilité du sol, et la conséquence directe a baissé les rendements agricoles et une dégradation importante de la qualité de la production. La recherche des nouvelles méthodes de production qui améliorent la productivité et qui préservent l'environnement s'avère indispensable (RAJOT et al., 2002).

De nombreux agriculteurs d'Amérique latine et d'Asie du Sud Est préfèrent utiliser des engrais biologiques d'origine végétale ou animale plutôt que des engrais chimiques en raison de leur faible coût et de leur impact positif sur les propriétés chimiques du sol et des cultures agricoles, ainsi que sur les eaux souterraines.

Les micro-organismes autochtones bénéfiques (MAB) sont l'une des technologies biologiques naturelles, d'origine végétale utilisée dans l'agriculture moderne, c'est un mélange des microorganismes efficaces d'origine naturelle, sans manipulation génétique et physiologiquement compatibles les uns avec les autres. Au sein des principaux groupes présents se trouvent des bactéries photosynthétiques, des bactéries acido-lactiques, des actinomycètes, des levures et des champignons décomposeurs. Ces différents groupes de microorganismes réalisent chacun différentes fonctions complémentaires, permettant la synthèse de substances qui favorisent la croissance et le développement des plantes, entre autres propriétés. (DORIAN, 2015).

Sur la base de ces données, cette technique présente un grand intérêt, qui nous a poussés à la réalisation de cette étude dans les deux champs d'oliviers dégradés (voir chapitre 2).

Cette étude vise à évaluer l'effet des micro-organismes autochtones bénéfiques sur les oliviers de la variété « *Sigouaze* et *Verdal* », ainsi que sur les propriétés chimiques du sol. En conséquence, de nombreuses questions ont été soulevées, notamment :

*Quel est l'état des propriétés chimiques du sol de ces champs ?

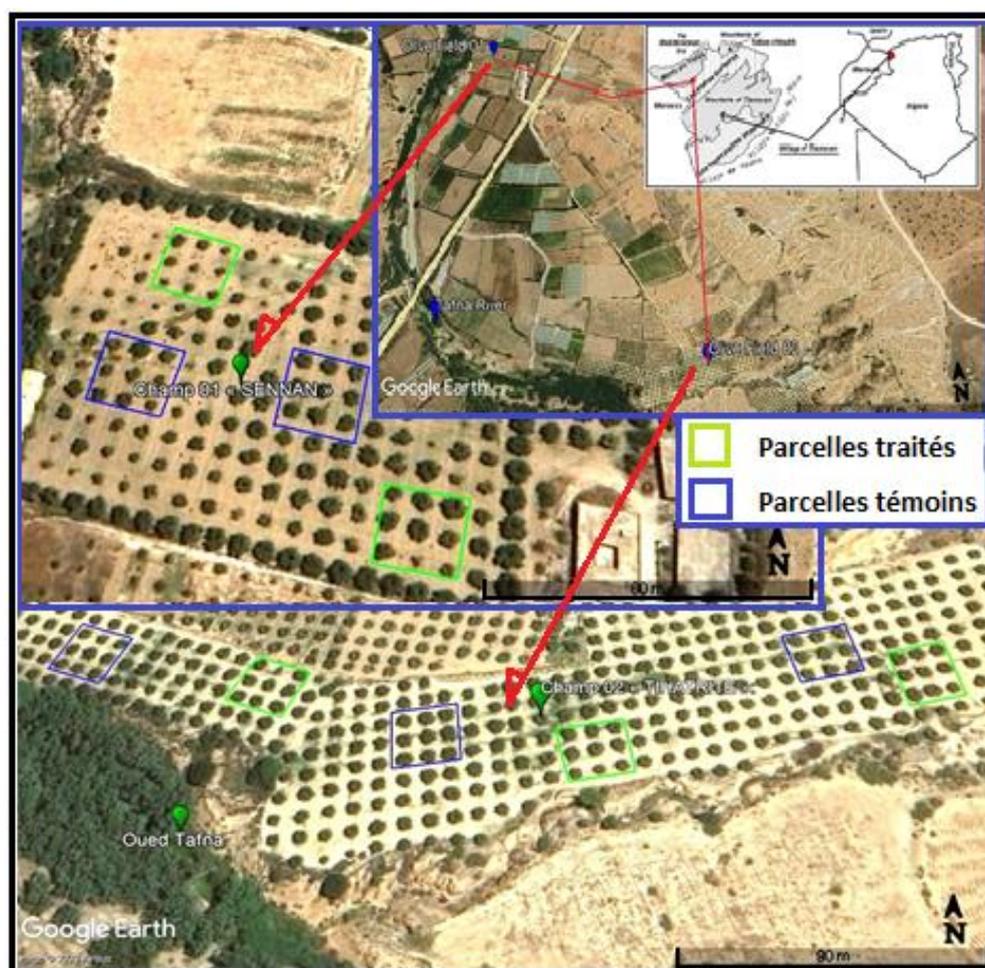
*L'utilisation de micro-organismes autochtones bénéfiques est-elle efficace pour réduire ou éliminer les indicateurs de dégradation des propriétés chimiques du sol dans les zones semi-arides ?

*Cette technologie peut-elle être utilisée comme solution biologique pour augmenter le rendement agricole, améliorer la qualité du produit et réduire les problèmes environnementaux dont souffrent les régions semi-arides ?

2. MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 Les parcelles expérimentaux

Pour tester nos hypothèses, les sites d'expérimentations ont été menés dans ces deux champs d'oliviers dégradés. (Carte. 10).



Carte 10: la situation géographique des sites d'expérimentations dans les deux champs d'oliviers.

2.2 Échantillonnage et choix des stations

Les MAB ont été placés dans les sites désignés après l'échantillonnage des sols en Avril 2019. (Fig.50). Après une année, d'autres échantillons ont été prélevés de la même manière et au mêmes endroits sur tous les sites traités et témoins "Avril 2020".

Aussi, nous avons estimé la production des oliviers sélectionnés à l'intérieur de chaque site sur une période de deux ans (novembre 2019 et novembre 2020) et nous avons calculé chaque saisons la moyenne du poids de 15 fruits choisis aléatoirement de chaque oliviers.

NB : *Les parcelles sélectionnées pour l'étude, qu'elles soient traitées ou témoins, n'ont reçu aucun engrais chimique ou naturel pendant la période d'étude et même avant la recherche. Aussi les arbres ont été arrosés, taillés et labourés de la même manière et en même temps.*

2.3 Préparation des MAB (Micro-organisme Autochtones Bénéfiques)

Les MAB ont été préparés avec la litière forestier autochtone « La litière est composée par des feuilles de lentisque et des chênes, ont été prélevés dans une zone forestière peu anthropisée (forêt de djebel Fellaoucène) », le sucre brun dilué dans l'eau, Semoule de Mais, le petit lait, et l'eau de puits. On a commencé par mélanger sur une bâche plastique la litière et la semoule de Mais jusqu'à obtenir un mélange bien homogène (fig.46).

Ensuite nous avons ajouté les composants liquides (Sucre brun dilué, petit lait, eau en petite quantité, ...etc.). Arrosage de la phase solide « la litière et Semoule de Mais » par la phase liquide « Le petit lait et Sucre brun dilué dans l'eau » et remuer pendant 5 à 10 minutes, d'abord grossièrement avec une pelle, puis plus finement à la main, jusqu'à obtenir un mélange le plus homogène possible. (BLANCO & GARCÍA, 2010, OLIVERA et al., 2014a). Le mélange final doit avoir une humidité de 40-50% pour permette une fermentation correcte. (fig.47). Le mélange est conservé dans un récipient hermétique. Au fur et à mesure qu'on l'introduit dans le récipient, nous l'avons compacté en l'écrasant avec les pieds, afin de chasser l'air et garantir la fermentation anaérobie (fig.48). Le récipient a été stocké à l'abri des rayons du soleil et il ne doit pas être ouvert ou déplacé durant 25 jours à une température à peu près constante (idéalement de 27 à 29°C). (fig.48).

2.4 Activation des MAB à l'état liquide

Dans la plupart des cas, la composition est convertie de solide en liquide (appelé MAB activé) pour la multiplier et faciliter son utilisation. Les quantités de matières premières entrant dans la préparation de la levure liquide varient en fonction de la quantité à activer. Nous ajoutons le sucre brun dilué, le petit lait, et l'eau de puits en remuant constamment tout en remplissant le récipient. (fig.49). Une fois le récipient est plein, fermez-le bien hermétiquement et maintenir à l'abri de la lumière, pendant 07 jours, sans le déplacer pour ne pas interférer dans le processus de fermentation anaérobie. Au bout d'une semaine les MAB liquides sont prêts à être utilisé. (BLANCO & GARCÍA, 2010, OLIVERA et al., 2014a). (fig.49).



Figure 46: 1^{ère} étape : mélange sur une bâche plastique la litière et Semoule de Maïs. (Photos prise par Dahmani : Mars 2019).



Figure 47: 2^{ème} étape : Arrosage de la phase solide « la litière et Semoule de Maïs » par la phase liquide « Le petit lait et Sucre brun dilué dans l'eau ». (Photos prise par Dahmani : Mars 2019).

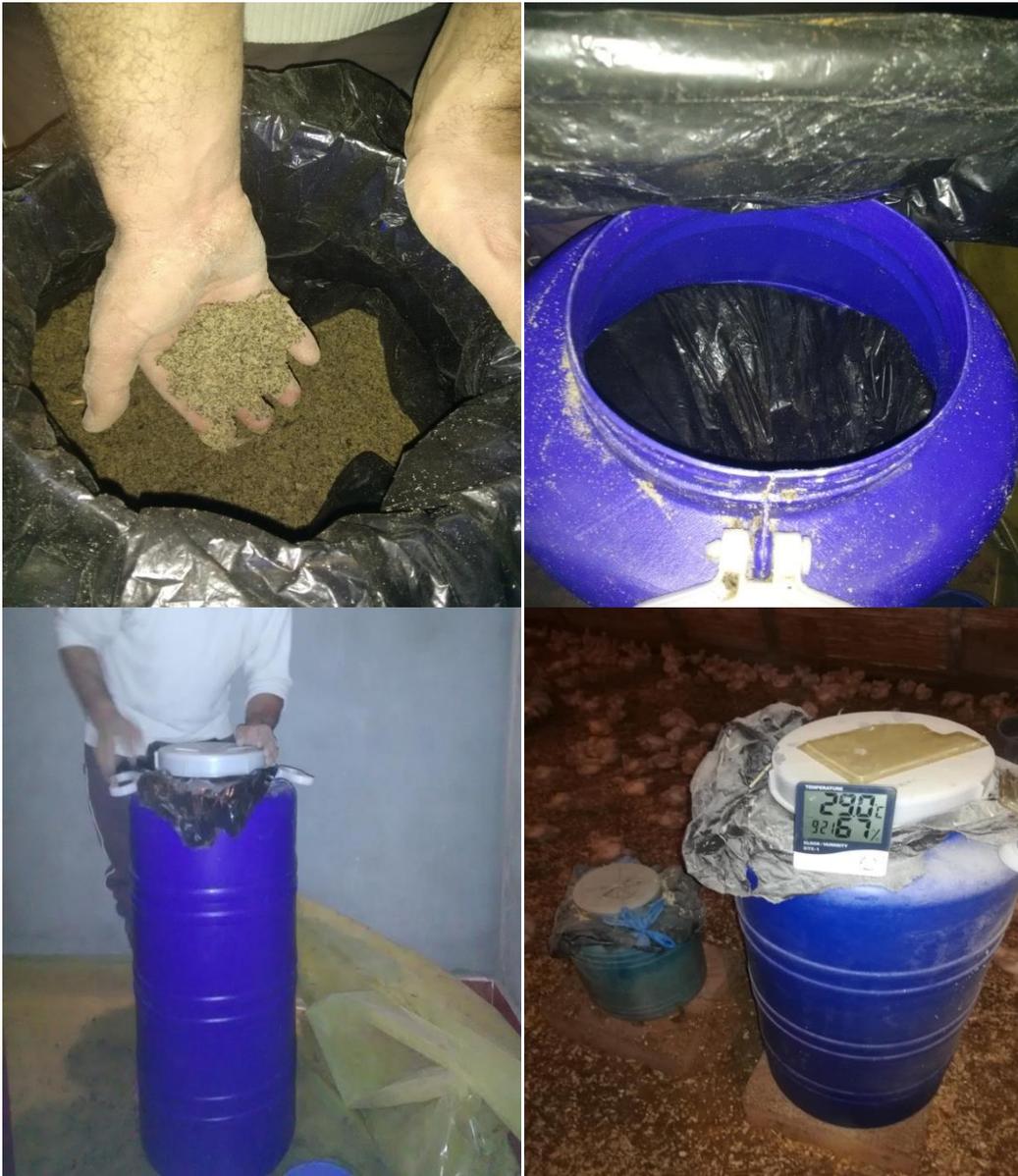


Figure 48: 3eme étape : La conservation de mélange dans un récipient hermétique à une température à peu près constante (Idéalement de 27 à 29°C). (Photos prise par Dahmani : Mars 2019).



Figure 49: Activation des MAB à l'état liquide (Photos prise par Dahmani : Avril 2019).

2.5 Traitements

Activation des MAB à l'état liquide, nous avons divisé la quantité de solution ajoutée en deux parties : nous avons versé 5 litres la première fois et après 15 jours nous avons ajouté les 5 litres restants



Figure 50: la mise en place des MAB dans les sites désignés (Avril 2019) « 1 : les MAB liquides pour l'utilisation .2 : parcelle traitée. 3 : parcelle témoin (Photos prise par Dahmani : Avril 2019).

2.6 Analyses chimiques des sols

Après l'échantillon des sols sur tous les sites traités et témoins "Avril 2020", les analyses chimiques des sols ont été mesurées selon les protocoles qui mentionnées dans la partie I chapitre II.

2.7 Potentiel productif des exploitations d'études : L'effet des MAB sur le rendement d'olive, la qualité des fruits

Après le processus de récolte, nous avons estimé et pesé la production d'oliviers sélectionnés au sein de chaque site selon les protocoles qui mentionnées dans le chapitre II.

2.8 Analyses statistiques

Les analyses de variance (*Teste indépendant*), ont été utilisées pour déterminer les propriétés chimiques qui expliquent le plus l'effet de MAB sur les sols. L'analyse de variance (*Test de Mann-Whitney et Test des suites*) a été utilisée pour tester l'influence de MAB sur la production d'olive et le poids de fruit. Les analyses statistiques ont été effectuées sur logicielle « Minitab 19 ».

3. RÉSULTATS ET DISCUSSIONS

3.1 Résultats

3.1.1 L'impact des MAB sur les propriétés chimiques des sols

Le tableau 71 consigne les résultats des analyses statistiques (*Teste indépendant*) pour les propriétés chimiques principales de l'humidité, matière organique, Carbone, Le pH, la conductivité (CE) et le calcaire total (CaCO_3), la valeur t est présentée avec son seuil de significativité (* : $P < 0,05$; ** : $P < 0,01$; *** : $P < 0,001$; ns : non significatif).

Comparativement aux résultats de l'ensemble des prélèvements pour l'année 2019, on note une diminution de ces caractéristiques, notamment : Le pH et la conductivité (CE), le Carbone, la matière organique, le calcaire total et une augmentation relative de l'humidité.

L'analyse statistique (tableau 73) montre qu'il n'y a aucune différence significative entre propriétés chimiques des sols traitées et Témoin telle que : le Carbone, la matière organique, le pH, le calcaire total (CaCO₃) et l'humidité, également nous avons enregistré une différence significative de la conductivité (CE) « $p = 0,03 < 0,05$ ». Les propriétés chimiques des sols de groupes traités sont relativement élevées par rapport aux sols de groupe témoins, notamment : la conductivité (CE), le Carbone et la matière organique.

Tableau 73: Les résultats des propriétés chimiques des sols traitées et Témoin (Teste indépendant).

Propriétés chimiques	Sol agricole traitée	Sol agricole Témoin	Valeur t et signification
Humidité	15,11± 3,77	15,56± 3,64	t = -0,42 ns
Matière Organique	4,91± 1,83	4,02 ± 0,97	t = 1,81ns
pH	7,81±0,225	7,74±0,162	t = 1,32ns
Conductivité (CE)	0,214±0,03	0,198±0,029	t = 1,95 *
Carbone	2,85±1,06	2,63± 1,21	t = 1,81ns
Calcaire Total (CaCO ₃)	27,76±4,99	26,85±4,66	t = 0,67ns

3.1.2 L'effet des MAB sur la production d'olive et le poids des fruits

3.1.2.1 Effet sur la production :

Le tableau 74 présente les moyennes de rendements des arbres d'olive au cours des deux saisons de récolte (2019 et 2020) pour les deux groupes (traitées et témoins). La valeur P calculée de «*Test de Mann-Whitney*» est présentée avec son seuil de significativité (* : $P < 0,05$; ** : $P < 0,01$; *** : $P < 0,001$; ns : non significatif).

On remarquons qu'il y a une augmentation continue de la production pour le groupe traité par rapport aux résultats de 2018, où nous avons enregistré la moyenne de la production pour l'année 2019 estimée à 19 kg et 27 kg pour l'année 2020, tandis que le deuxième groupe (témoins) a diminué sa moyenne de production en 2019 à 14,25 kg puis augmenté à 27 kg en 2020. (Tableau 74).

Tableau 74: Les résultats d'analyses statistiques (*Test de Mann-Whitney*), de la production d'olive.

Année de récolte	Médiane de la Production d'olive (Kg)		Valeur W calculée	Valeur de P calculée et signification
	Groupe Traité	Groupe Témoin		
2019	19,00	14,25	686,5	0,347ns
2020	30,00	27,00	653,5	0,764ns

Le Tableau ci-dessous présente les observations d'analyses statistiques (*Test des suites*) qui montre la production d'olives supérieures et inférieures à 20Kg de chaque arbre au cours des deux années :

Tableau 75: Les résultats d'analyses statistiques (Test des suites), de la production d'olives. « *Ob. Sup. à 20 Kg* : observations supérieures à 20Kg, *Ob. Inf. à 20 Kg* : observations inférieures à 20Kg ».

Année de récolte	Groupe Traité		Groupe Témoin	
	<i>Ob. Sup. à 20 Kg</i>	<i>Ob. Inf. à 20 Kg</i>	<i>Ob. Sup. à 20 Kg</i>	<i>Ob. Inf. à 20 Kg</i>
2019	12	13	11	14
2020	16	9	13	12

Le test de suite de rendement d'olives pour l'année 2019 (traitées et témoins) montre que la plupart des arbres n'ont pas produit plus de 20 kg, par rapport aux résultats 2020.

Le nombre d'arbres dont la production a dépassé 20 kg pour le groupe traité a atteint 16/25 dans la dernière saison, tandis que le nombre a atteint 13/25 pour le groupe témoins.

3.1.2.2 Effets des MAB sur le poids des fruits :

Le tableau 74, présente les médianes des poids des fruits d'olives au cours des deux années et la valeur de P calculée de «*Test de Mann-Whitney*» est présentée avec son seuil de significativité (* : $P < 0,05$; ** : $P < 0,01$; *** : $P < 0,001$; ns : non significatif) :

Tableau 76: Les résultats d'analyses statistiques (*Test de Mann-Whitney*), des poids des fruits au cours des deux saisons de récolte.

Année de récolte	Médiane de Poids des fruits d'olives (g)		Valeur de P et signification
	Traitées	Témoins	
Année 2019	3,908	4,40	0,823 ns
Année 2020	5,70	5,00	0,256 ns
Valeur de P et signification	0,00***	0,033*	//////////

Tableau 77: Les résultats d'analyses statistiques (*Test des suites*), des poids des fruits d'olive. « *Ob. Sup. à 5g* : observations supérieures à 20Kg, *Ob. Inf. à 5g* : observations inférieures à 20Kg ».

Année de récolte	Groupe Traité		Groupe Témoin	
	<i>Ob. Sup. à 5g</i>	<i>Ob. Inf. à 5g</i>	<i>Ob. Sup. à 5g</i>	<i>Ob. Inf. à 5g</i>
2019	5	20	8	17
2020	20	5	12	13

Les analyses statistiques (*Test de Mann-Whitney*) ont montré qu'il n'y a aucune différence significative de poids des fruits entre les deux groupes "traité et témoin", que ce soit à la saison de récolte de 2019 ou 2020. (Tab.76). Également, nous avons observé que la moyenne de poids des fruits du premier groupe « traités » varie significativement « $p = 0,00 < 0,05$ » en fonction du traitement au cours des deux saisons de récolte, où nous avons enregistré une augmentation du poids de 1.792g en 2020 soit de 3,908 g à 5,7 g et la plupart des fruits n'ont pas dépassé 5 g au cours des premières saisons, alors que la plupart a dépassé 5 g lors de la dernière saison. (Tab. 77). Pour le deuxième groupe une différence significative a été enregistrée entre les poids des fruits « $p = 0,03 < 0,05$ », avec une augmentation relative en 2020 à 5 g.

3.2 Discussions

3.2.1 L'impact des MAB sur les propriétés chimiques des sols

Les résultats présentés dans le fig. 42 (Chapitre. II) ont montré que le sol dans la zone d'étude en 2019 était riche en matière organique, dépassant 06 % et en carbone plus de 03 %. Une diminution du taux de la matière organique a été enregistrée dans les deux groupes en 2020. Il était prévu que le taux de la matière organique des sols de groupe témoin soit inférieur de « 4,02% » en raison de: l'humidité relativement élevée « 15,56% », ainsi que ces groupes n'ont reçu aucun engrais biologique végétal ou animal pendant la période d'étude, c'est-à-dire pendant une année complète et le sol contenant la matière organique résultant uniquement par des feuilles et branches d'olivier tombées, et racines mortes. Ce résultat montre que l'activité bactérienne est limitée et la décomposition de la matière organique est lente dans ces sols. Contrairement à ce qui a été observé dans les sols de groupe traité, et malgré l'ajout des « MAB », plus les feuilles et les branches d'olivier tombées, et racines mortes, nous avons enregistré une diminution de matière organique de 6,39% (Chapitre. II) à 4,91 %. Et cela est dû à l'efficacité des micro-organismes autochtones bénéfiques d'origine ajoutés au sol et leur impact positif sur l'augmentation de l'activité bactérienne et l'accélération de la décomposition de la matière organique avec un excès de minéralisation responsable de la baisse des matières organiques ce qui est similaire avec une étude précédente de DI SERIO, et *al.*, (2008) qui ont lié l'augmentation de l'activité biologique à la décomposition de la matière organique. Aussi la modification de l'environnement microbien dans le sens d'un micro-organisme efficace entraînera une accélération de la fermentation de la matière organique et un raccourcissement de la période nécessaire à la fabrication d'un compost de haute qualité. (HIMANGINI et *al.*, 2019). CHO et KOYAMA (1997) montrent que les micro-organismes autochtones bénéfiques sont des cultures mixtes d'organismes naturels bénéfiques qui peuvent être appliqués comme inoculant pour augmenter la diversité microbienne de l'écosystème du sol.

Aussi les sols de groupe traité sont plus fertiles, à 4,91 % de la matière organique que le groupe témoin à 4,02 % et le taux de carbone plus élevé « 2,85% », (Tab. 73). KALIFA (2009) souligne que la matière organique constitue une grande partie des terres fertiles et les terres situées à certains endroits deviennent plus fertiles en augmentant leur teneur en matière organique.

Le pH dans la solution des sols de la zone d'étude en 2019, indique que le sol est alcalin, où le pH de 8,36, (Chapitre. II). Une année après l'application des MAB, les résultats des analyses statistiques ont montré qu'il n'y a aucune différence significative a été enregistrée entre le pH de deux groupes « traité et témoin » avec une diminution par rapport au pH de sol en 2019, indiquant une forte concentration d'hydrogène dans la solution des sols. Nous l'avons déjà mentionné, l'efficacité des micro-organismes bénéfiques autochtones dans les échantillons du groupe traité a contribué à augmenter l'activité bactérienne, à accélérer l'oxydation de la matière organique et à augmenter la teneur en dioxyde de carbone « CO₂ » dans le sol. Le dioxyde de carbone « CO₂ » réagit et se dissout dans l'eau du sol, formant de l'acide carbonique et des ions hydrogène (MICHEL EK, 1973), abaissant ainsi le pH du sol. De plus, de nombreux acides organiques tels que l'acide fulvique et l'acide humique résultant par l'oxydation de la matière organique feraient baisser le pH du sol, également nous suggérons la raison du pH relativement élevé dans les sols traités (pH=7,81) au taux élevé de la matière organique, comme

BRADY et WEIL, (1999) ont indiqué que la matière organique fournit une grande capacité de stockage du pH dans le sol.

Alors que la diminution du pH dans les échantillons du groupe témoin est susceptible d'être l'augmentation des ions hydrogène résultant par des racines d'oliviers, selon Haidar (2019), lorsque les racines absorbent des cations tels que : k^+ , NH_4^+ , Ca^{+2} , Mg^{+3} ou tout autre cation, un équilibre ionique doit se produire à l'intérieur de la racine, et en conséquence les radicaux perdent une partie de leur teneur en hydrogène pour réaliser cet équilibre. Aussi il active également l'échange cationique entre les racines et le complexe argilo-humique (en présence d'eau), où les différents cations nourrissant la plante, notamment Ca^{+2} , sont remplacés par des ions hydrogène « H^+ », donc le taux de saturation en calcium diminue, et donc le pH diminue. (GUERIN, 2016).

Aussi, il n'y avait aucune différence significative dans le pourcentage de carbonate de calcium « $CaCO_3$ » entre les deux groupes. Nous avons remarqué une diminution relative par rapport à l'année précédente, « le groupe traité à 27,76 %, le groupe témoin à 26,85 % », montre d'abord que le taux élevé des ions d' H^+ dans les sols, résultant de l'activité bactérienne ou de l'échange cationique entre les racines et le complexe argilo-humique, le H^+ réagit avec le carbonate de calcium ($CaCO_3$) pour former de l'eau (H_2O), Ca^{+2} et du gaz carbonique ($CO_2\uparrow$). Ci-dessous une réaction qui décrit comment le carbonate de calcium réagit avec deux ions hydrogène pour former de l'eau et du dioxyde de carbone (CO_2). $CaCO_3 + 2H^+ \rightarrow H_2O + Ca^{+2} + CO_2\uparrow$. (MUNROE et al., 2006).

Deuxièmement, le flux et le renouvellement continu du gaz carbonique (CO_2) dans l'air du sol traité par l'action des MAB (Micro-organisme Autochtones Bénéfiques) permettent au carbonate de calcium en présence d'eau de se dissoudre dans le sol. MICHEL EK (1973), souligné qu'en présence de CO_2 , la solubilité du $CaCO_3$ est directement influencée par la solubilité du CO_2 dans l'eau, qui le transforme en bicarbonate soluble, qui sature progressivement le complexe d'adsorbant du sol : $CaCO_3 + CO_2 + H_2O \leftrightarrow CaH_2(CO_3)_2 \leftrightarrow 2HCO^{-3} + Ca^{+2}$.

Nous avons également enregistré une diminution de la conductivité électrique dans le sol de la zone d'étude en 2020 notamment dans le groupe témoin. Plusieurs auteurs ont expliqué que la diminution de la conductivité électrique dans le sol est due à plusieurs raisons, notamment : les précipitations, qui entraînent le lessivage des sels à des niveaux plus profonds. (MELGAR et al., 2009), aussi la grande capacité des oliviers à concentrer les sels au voisinage des racines, qui sont généralement de 30 cm de profondeur, ce qui entraîne une diminution de niveau de salinité du sol dans les couches supérieures. (BEN-HUR In : ZEREINI et al., 2004)...etc. En général, plus la solution est riche en ions ou en sels, plus le pourcentage de conductivité électrique est élevé. (DI SERIO et al., 2008), également les résultats montrent qu'il existe une relation directe entre le taux de matière organique et la conductivité, car plus la matière organique est élevée, plus la conductivité est élevée.

L'effet du traitement sur la conductivité électrique, était significatif avec ($p = 0,037 \geq 0,05$), il était le plus élevé dans les sols traités. La raison de cette augmentation est probablement due à l'effet positif des micro-organismes autochtones bénéfiques (MAB) sur l'accélération des cycles biogéochimiques et la formation d'éléments minéraux. Aussi la qualité de la matière

organique ajoutée, ce qui a contribué à augmenter à la fois la CEC d'échange cationique et le stock temporaire de cations dans le sol. Généralement, plus un sol est riche en argile et en matière organique, plus sa CEC est importante. (WENDLING et al, 2020) et les sols à haute capacité d'échange cationique (CEC) ont une conductivité plus élevée que les sols à faible CEC. (OTTEVAERE 2021). TEJADA et al., (2006) et MAHDY (2011), soulignent que la capacité des matières organiques à réduire la salinité du sol dépend du type de ces matières. La raison de la diminution de la conductivité (CE) dans les sols de groupe témoin peut être due à la diminution de taux de la matière organique et à l'absorption des sels par oliviers qui à proximité de leur racines. Ce résultat confirme ce qui a été mentionné ci-dessus que la raison de la montée des ions hydrogène dans ces échantillons est l'absorption de cations par les racines des oliviers tels que : k^+ , NH_4^+ , Ca^{+2} , Mg^{+3} ou tout autre cation.

3.2.2 L'impact des MAB sur la production d'olive et le poids des fruits

La moyenne de la production d'olives dans les champs d'étude pour la saison 2018, atteint à 18.5 Kg (Chapitre. II). Les résultats montrent qu'il y a une alternance nette « une année sur deux » à la production du groupe témoin de sorte que nous avons enregistré une baisse de la production moyenne de 14.25 kg en 2019 par rapport au résultat de 2018, puis porté à 27 kg en 2020, et le nombre d'arbres dont la production moyenne a dépassé 20 kg n'a pas dépassé 13 arbres pendant les deux saisons. Il est bien connu que la nature physiologique de l'olivier donne une production abondante une année sur deux. DORIEZ (2009), à souligné que l'alternance est une particularité de l'olivier qui peut se traduire par une très forte chute de la production une année sur deux. Aussi, la baisse de la production en 2019 puis son augmentation en 2020, ont conduit à l'épuisement de la plupart des sels nutritifs dans les sols témoins tel que (Ca^{+2} , Mg^{+2} , Na^+ , K^+ , Cl^- , CO_3^{-2} , HCO_3^- , SO_4^{-2} ,... etc.), cela nous confirme ce que nous avons précédemment évoqué concernant l'équilibre cationique entre le sol et les racines d'oliviers, ce qui était à l'origine de la diminution de la conductivité et de l'augmentation de H^+ dans les échantillons témoins.

Aussi, il n'y avait aucune différence statistiquement significative entre les deux groupes dans le poids moyen des fruits, que ce soit la saison des récolte 2019 ou 2020, Cependant nous avons observé que les fruits du groupe traité étaient de plus grande taille et plus lourds en poids, où le poids moyen des fruits pendant la dernière saison était de « 5,7 g », tandis que le poids moyen des fruits du deuxième groupe est de 5g.

L'effet positif des micro-organismes autochtones bénéfiques (MAB) sur la production d'olives apparaît dans le groupe traité, où nous n'avons enregistré aucune baisse de production, et il y a une légère augmentation de la production pour la saison 2019 puis la moyenne est passée directement à 30 kg en 2020 et le nombre d'arbres dont la production moyenne dépassait 20 kg a atteint 16 arbres. CHENG et YINGCHUN (2013), ont conclu qu'à long terme, l'application d'un compost de micro-organismes efficaces pourrait affecter la structure de la communauté des nématodes du sol, la biomasse du blé et le rendement en grains.

La réponse positive des arbres du groupe traité était également évidente : car les résultats d'analyses statistiques de ce groupe au cours des deux saisons de récolte, on montre qu'il existe une différence statistique hautement significative « $p=0,00 < 0,05$ » entre le poids des fruits en 2019 et le poids des fruits en 2020, où le poids a augmenté de 3,9 g à 5,7 g, alors que nous

avons enregistré une différence significative « $p=0,033 < 0,05$ » entre les résultats du groupe témoin pendant les deux saisons, où nous avons enregistré 4,4 g en 2019 puis le poids des fruits est passé à 5 g en 2020.

Cette réponse positive au traitement est due à son apport en nutriments et à son renouvellement dans le sol grâce à l'activité biologique de micro-organismes autochtones bénéfiques (MAB), qui ont permis aux oliviers de renouveler leurs branches et de porter des fruits en même temps. Selon DORIEZ (2015), si l'olivier est sous-alimenté et/ou s'il est taillé sévèrement tous les 2 ans, il consacre une année à faire essentiellement des pousses à bois et peu de fruits, puis, l'année suivante ces pousses se mettent à fruit, et l'oliviers correctement entretenus et taillés annuellement, produisent tous les ans, sauf accident climatique. Certains microbes du sol fabriqués comme antibiotiques fournissant des nutriments et stimulant la croissance des plantes et les microbes de la rhizosphère sont connus pour synthétiser des stimulants de croissance des plantes, des transporteurs d'acide ferrique et des antibiotiques, ainsi que pour aider à l'absorption du phosphore. (HIMANGINI et *al.*, 2019).

4. CONCLUSIONS

Cette étude dans le nord-ouest Algérien a montré que l'utilisation de micro-organismes autochtones bénéfiques (MAB) était une technique intéressante pour récupérer et restaurer les propriétés chimiques des sols dégradés, et réduire l'utilisation des pesticides et engrais minéraux par les agriculteurs et leurs remplacements par les MAB.

Au plan de la fertilité l'application des MAB a contribué à réhausser le niveau de fertilité par l'accélération d'oxydation de la matière organique et réduire progressivement le pH, la conductivité et la teneur en carbonate de calcium (CaCO_3) du sol à travers l'augmentation de dioxyde de carbone (CO_2), d'ions d'hydrogène (H^+) et l'activation d'échange cationique.

Sur le plan de la production, l'utilisation des micro-organismes autochtones bénéfiques a obtenu des résultats positifs en augmentant la quantité de production et en réduisant partiellement le phénomène de fructification alternée. Aussi, les fruits du groupe traité étaient de meilleure qualité en termes de poids, en particulier dans la dernière saison.

Afin d'obtenir des résultats plus positifs, des doses suffisantes et périodiques de ces MAB doivent être ajoutées pour fournir un supplément de nourriture et une énergie suffisante pour faire fructifier l'olivier chaque année et pour trouver un équilibre entre la croissance végétative et fructueuse de l'arbre, et rendre le stock de nourriture à l'intérieur de l'olivier qui convient à la formation de branches et de fruits. L'utilisation de micro-organismes efficaces est appropriée pour augmenter la minéralisation dans le processus de compostage, et le compost du produit final peut être utilisé sans aucune restriction. (HIMANGINI et *al.*, 2019).

SYNTHÈSE
ET CONCLUSION GENERALE

SYNTHÈSE ET CONCLUSION GENERALE

Les matorrals jouent un rôle essentiel dans la préservation de la biodiversité, notamment dans les régions semi-arides et arides, elles constituent une grande partie des paysages forestiers du bassin méditerranéen en général et de l'Algérie en particulier. L'accroissement des pressions anthropiques (le surpâturage, les incendies, l'agriculture, urbanisation, ...etc.), est l'un des facteurs de dégradation qui menacent les matorrals dans les régions méditerranéennes. Cependant, TASSIN (2012), a souligné que même si la végétation naturelle méditerranéenne a été considérablement transformée par l'homme, elle est d'abord le reflet des conditions climatiques auxquelles elle doit s'adapter, le domaine méditerranéen ayant des limites avant tout bioclimatiques.

La régression continue est alarmante des formations forestières dans la région de Tlemcen depuis de plusieurs siècles sur des vastes étendues a conduit à l'émergence de plusieurs types des matorrals, constituées par l'imbrication de communautés végétales homogènes, et très adaptables. Les variations des facteurs écologiques et anthropiques dans les massifs de Fellaoucène d'une part, et leur combinaison d'autre part, déterminent la dynamique structurelle des différentes formations à matorrals, qui sont caractérisés par des matorrals dont la hauteur moyenne entre 1 m et 1.80m, et un taux de recouvrement de la végétation de moins de 60%. Pour l'ensemble des zones d'étude, la répartition des types biologiques suit le schéma suivant : Th > Ge > Ch > He > Ph. Dans les conditions actuelles, ces divers types de peuplement analysés évoluent inexorablement vers des structures que dominent largement les espèces herbacées. (BABA ALI, 2014),

La phyto-diversité de ces matorrals est resté très complexe, où nous avons enregistré plus de 335 espèces, appartenant à 67 familles. Cette complexité est due principalement aux effets anthropo-climatiques, les reliefs accidentés et une mosaïque particulière des diverses formations végétales rencontrées. Aussi les résultats présentés dans le cadre de ce travail révèlent la présence, un taux de rareté de 19 taxons, 06 taxons protégés en Algérie, 65 plantes médicinales et de 23 orchidées, dont trois taxons sont endémiques et 15 taxons sont rares à assez rares. Cette richesse en espèces s'explique par la grande diversité des habitats qui existent dans les Monts des Traras et notamment dans la région de Fellaoucène. (BABA ALI et *al.*, 2019).

Il apparaît clairement que l'influence des facteurs environnementaux sur la caractérisation écologique de ces matorrals a montré que ce sont les facteurs anthropiques (défrichement, incendies, pâturage...etc.), sont les plus qui déterminent l'équilibre des taxons et même l'abondance, la perturbation et la composition floristique dans toute la zone d'étude. L'analyse des données Sylvio-pastorales, ainsi que le bilan fourrager actuel et le fort coefficient de surpâturage et l'indice de l'action anthropique ne peuvent nous informer que sur une pression du pâturage et d'anthropisation au quelle est soumise la zone de Fellaoucène. L'analyse Factorielle de Correspondance, de groupements végétaux appartenant à la série dynamique de ces matorrals a révélé l'existence de plusieurs variantes floristiques identifiées à l'aide des groupes phytoécologiques définis en fonction des reliefs, du climat, de substrat et action anthropique. De cette approche numérique, trois grands types de matorrals se sont différenciés dans leur diversité et dans leurs structures:

Un groupe sur le substrat calcaire, dans les versants nord, nord-est et sud est entre 450m et 680m d'altitude, où les pressions anthropiques (tourisme, collecte des plantes médicinales, déforestations), et le surpâturage des ovins et des caprins, sont parmi les facteurs les plus importants contrôlant la progression et/ou la régression de ce matorral. Ce groupe rapporte de l'ordre de *Pistacio-Rhamnetalia alaterni*, se caractérisé par la présence de : *Quercus coccifera* L., *Pistachia lentiscus* L., *Olea europaea* L., *Rhamus alaternus* L., *Rhamnus lycioides*., *Chamaerops humilis* L., *Phillyrea angustifolia* L., et les reliques de chêne vert, met en opposition des formations à herbacées non palatables, telles que *Asphodelus microcarpus* Salzm. et Viv., *Ferula communis* L., *Urginea maritima* (L.) Baker., *Asparagus acutifolius* L., et des chaméphytes épineux claires telles que *Calicotome intermedia* C. Presl., *Ulex parviflorus* Pourr. Pourret., et les divers *Genista*.

Le deuxième groupe sur le substrat Siliceux de versant sud de massifs, sur une altitude de 700 à 800m. Le feu et le surpâturage des bovins restent des facteurs majeurs incontrôlables, et ses effets répétés conduisent à une dynamique régressive de la végétation de ces formations. Avec le temps et l'absence de l'incendie, une évolution progressive caractérisée par la colonisation des matorrals bas et troué (généralement inférieur à 1 mètre), de la classe de *Cisto-Lavanduletea*, riche en à *Cistus monspeliensis* L., *Cistus ladanifère* L., *Lavandula stoechas*, *Ampelodesma mauritanicum* (Poiret) Dur. et Sch. (Poiret) Dur. et Sch. *Calicotome intermedia* Presl., *Chamaerops humilis* L., les divers *Genista*, *Salvia verbenaca* (L.) Briq. Dans ces écosystèmes, les périodes prolongées sans feu permettent la régénération du chêne vert, chêne kermès, *Olea europaea* L., lentisques et *Quercus suber* L., et l'évolution progressive des formations précédentes favorise l'installation de matorral arborescent de l'ordre de *Pistacio - Rhamnetalia alaterni*. Cependant, le surpâturage des bovins, opposer de part et d'autre de l'origine un gradient progressif après les incendies aux un gradient régressif ; là où la colonisation se fait directement et rapidement par des formations herbacées non palatables tel que les géophytes (*Asphodelus microcarpus microcarpus* Salzm. et Vivo, *Ferula communis* L., *Ferula lutea* (Poiret) M., *Urginea maritima* (L.) Baker, *Asparagus acutifolius* L., les pyrophytes (les divers cistes, les divers *Genista*, *Calycotome*...etc.), qui évitent la destruction anthropique dans l'espace et dans le temps en se pérennisant par divers types de stockage.

Le troisième groupe, sur le haut substrat siliceux du versant nord de massif (de 900m à 1135m d'altitude). Il est le résultat des effets conjugués de la pression anthropique (tourisme, collecte des plantes médicinales, déforestations), et du surpâturage des bovins que connaissent ces matorrals de l'ordre du *Quercetalia ilicis*., qui est récemment brûlé. La dégradation plus poussée de ce l'ordre donne lieu au développement des espèces non appétentes épineuses et/ou toxiques, tels que *Calicotome intermedia* Presl., *Chamaerops humilis* L., *Ulex parviflorus* Pourr., les divers cistes et les divers *Genista*., et de pelouse annuelle, ouvertes à *Alyssum montanum* L. *Bellis annua* L. *Dactylis glomerata* L. *Fumana thymifolia* (L.) Verlot, *Poa annua* L., *Lagurus ovatus* L. *Erodium moschatum* (Burm.) L'Her. ...Etc. par ailleurs, cette dégradation est encore révélée par la présence d'espèces telles que : *Urginea maritima* (L.) Baker. , *Asphodelus microcarpus* Salzm. et Viv., *Ferula communis* L., *Ferula lutea* (Poiret) M. Aussi l'existence d'individus à l'état rabougri de Chêne vert, Chêne kermès, Olive var. oléastre, Lentisques, et Arbousier témoigne des stades de dégradation successive de ce groupement dans la zone d'étude.

Le cadre physiognomique de la végétation de Fellaoucène répond à nos résultats d'analyses en composantes principales (ACP) ; ce dernier, elle explique mieux les trois groupes végétaux qui ont été étudiés à travers les corrélations entre les propriétés chimiques et microbiennes du sol et les principaux facteurs (climat, situation géographique, activité humaine, surpâturage, feu) qui contrôlent la dynamique structurale de la végétation et le sol. Les quelques faits mentionnés ci-dessus indiquent que la problématique de la dégradation des sols est répandue dans toute la zone d'étude, mais qu'elle reste encore peu documentée ; sa sévérité, intensité et ses risques sont encore loin d'être rigoureusement évalués en raison de : l'hétérogénéité et de la complexité des paysages, de la multiplicité des perturbations et de leur intensité variable, la diversité des formes de dégradations, du microclimat, la diversité interrelations entre : le sol, la végétation, action anthropique ; et des fluctuations climatiques.

Ces groupements végétaux étant définis aussi par la synthèse bioclimatique, qui nous a permis d'observer un décrochement vertical et horizontal de climat en fonction d'altitude. Les compositions floristiques des groupes végétaux sur les versant nord, nord-est et sud, entre 450m et 800m d'altitude qui liés par l'ordre de *Pistacio-Rhamnetalia alaterni*, se situent actuellement sous climat semi-aride supérieure, par conséquent, BOUAZZA et al., (2001), indiqué que ces végétaux se développent dans une ambiance bioclimatique subhumide inférieur à semi-aride supérieur. Le troisième groupe qui comprend les compositions florales résultant de la détérioration l'ordre du *Quercetalia ilicis*, du versant nord où l'air est humide et le moins d'ensoleillement, se situe actuellement sous climat subhumide moyenne et inférieure.

La synthèse bioclimatique nous a permis d'observer une évolution du climat vers une aridification pratiquement pour toute la zone d'étude. L'évolution du climat vers l'aridification pour toute la zone d'étude, poussant les agriculteurs de cette région notamment les oléiculteurs, à recourir à une irrigation intensive par divers moyens, traditionnels ou modernes, et l'utilisation de machines agricoles lourdes et d'engrais chimiques pour préserver leurs champs agricoles et augmenter leurs rendements. Les résultats étaient le contraire de ce que recherchaient les agriculteurs, où les propriétés chimiques et microbiennes du sol se sont dégradées (c'est un sol calcaire-alcaline, riche en matière organique accumulée et stable, et faible en activité microbienne), et donc l'état des champs d'oliviers s'est dégradé et les rendements d'olive ont diminué (la majorité des arbres produisaient moins de 20 kg, et la plupart de leurs fruits ne dépassaient pas 5g).

La restauration écologique du sol par l'utilisation de micro-organismes autochtones bénéfiques (MAB) a donné des résultats positifs, que ce soit sur les propriétés chimiques du sol en contribuant à élever le niveau de fertilité, en accélérant l'oxydation de la matière organique, et en réduisant progressivement le pH, la conductivité et la teneur en carbonate de calcium (CaCO_3) ; ou sur le rendement et la qualité des olives en augmentant la quantité de production et en réduisant partiellement le phénomène de fructification alternée. Aussi, les fruits des arbres traités étaient de meilleure qualité en termes de poids, en particulier dans la dernière saison. L'utilisation de micro-organismes autochtones bénéfiques (MAB) est une technique intéressante pour restaurer les propriétés chimiques des sols dégradés et augmenter la production. Afin d'obtenir des résultats plus positifs, des doses suffisantes et périodiques de ces MAB doivent être ajoutées pour fournir un supplément de nourriture, et réduire l'utilisation des pesticides et engrais minéraux par les agriculteurs et leurs remplacements par les MAB.

RÉFÉRENCES
BIBLIOGRAPHIQUES

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Abbas, K., Madani, T., Ben Cheikh El Hocine, T., Merrouche, L. 2002.** Systèmes d'élevage ovin en zone semi-aride céréalière: taille d'exploitation et caractère pastoral. *NEW MEDIT* N. 1/2002.
- Abbas, K., Madani, T. 2001.** Séminaire International "éco-développement". Ghardaïa, Algérie.
- Abbas, K., Madani, T. 2005.** Place des systèmes de production animale en zone semi-aride algérienne : transformation et tendances dans la région de Sétif. *Renc. Rech. Ruminants*, 2005, 12.
- Aboura, R. 2006.** Comparaison phyto-écologique des Atriplexaies situées au Nord et au Sud de Tlemcen. Thèse Mag. Ecol. Vég. Dép. Bio. Fac. Sci. Univ. Tlemcen. 171 p + annexes.
- Aïnad-Tabet, M. 1996.** Analyse éco-floristiques des grandes structures de végétation dans les monts de Tlemcen. Thèse Magistère. Univ Abou-Bakr Belkaïd Tlemcen.
- Akman, R., et Daget, P. 1971.** Quelques aspects synoptiques des climats de la Turquie. *Bull. Sic. Long. Georg*, 5 (3), 269-300.
- Alcaraz, C. 1969.** Étude géobotanique du pin Tell oranais. 183 p., 24 tabl., 9 cartes, 6 fig., Thèse 3ème cycle, Fac. Sci. Montpellier.
- Alcaraz, C. 1982.** La végétation de l'ouest algérien, thèse d'état. Univ. Perpignan. 415p et annexes.
- Alcaraz, C. 1983.** La tétraclinaie sur terra rossa en sous-étage subhumide inférieur chaud en Oranie (ouest-algérien). *Écol. Médit.* 9 : 109-135.
- Allam, A., Borsali, A. H., Kefifa, A., Zouidi, M., & Gros, R. 2019.** Effects of overgrazing on the physico-chemical and biological properties of semi-arid forest soils in western Algeria. *Indian Journal of Ecology*, 46(4), 745-750.
- Allam, A., Borsali, A. H., Kefifa, A., Zouidi, M., & Gros, R. 2020.** Effect of fires on certain properties of forest soils in Western Algeria. *Acta Technologica Agriculturae*, 23(3), 111-117.
- Allam, A., Borsali, A. H., Kefifa, A., Zouidi, M., Da Silva, A. M. F., & RéBufa, C. 2021.** Impact of water erosion on the properties of forest soils. *Notulae Scientia Biologicae*, 13(2), 10921-10921.
- Alexander, M. 1984.** Ecology of Rhizobium, in: *Biological Nitrogen Fixation, Ecology, Technology and Physiology*, Plenum Press N.Y., pp. 39-50.
- ANAT, 2015. (Agence Nationale d'Aménagement du Territoire).** Plan d'Aménagement du Territoire de la Wilaya de Tlemcen. Plan Directeur d'Aménagement Intégré par Aires de Planification.
- Anderson, J.P.E., & Domsch, K.H. 1978.** A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. *Soil Biol. Biochem.* 10: 215-221.
- Aouadj, S.A., Hasnaoui, O., Nasrallah, Y. 2020.** Ethno-botanical Approach and Floristic Inventory of Medicinal Plants in the Doui Thabet Region (Saida-Western Algeria). *PhytoChem & BioSub Journal*, 14: 92-104. <https://doi.org/10.163.pcbjsj/2020.14.-1-92>
- Aouadj, S.A., Nasrallah, Y., Hasnaoui O. 2020.** Note on the orchids of mounts of Saida (Saida Western Algeria) in the context of the restoration. *Ecology, Environment and Conservation*, 26: 37-45.
- Aouadj, S.A., Nasrallah, Y., Hasnaoui O. 2020.** Ecological characterization and evaluation of the floristic potential of the forest of Doui Thabet (Saida Western Algeria) in the context

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

of the restoration Ecology, Environment and Conservation, 26: 266–278.

Aouadj, S.A., Nasrallah, Y., Hasnaoui O., 2020. Regional phytogeographic analysis of the flora of the Mounts of Saida (Algeria): evaluation-restoration report. Biodiversity Journal, 11: 25–34. <https://doi.org/10.31396/Biodiv.Jour.2020.11.1.25.34>.

Aouadj S.A., Nasrallah Y., Hasnaoui O., Khatir H. 2020. Impacts of anthropogenic pressure on the degradation of the forest of Doui Thabet (Saida, Western Algeria) in the context of the restoration. Acta scientifica naturalis, 7: 68–78. <https://doi.org/10.2478/asn-2020-0022>

Aouadj, S.A., Nasrallah, Y., Hasnaoui, O., Khatir, H. 2020. Impact of ecological restoration techniques on the dynamics of degraded ecosystems of the mounts of Saida: Case of the forests of Doui Thabet (West Algeria). Acta scientifica naturalis, 7: 68–77. **Aouadj, S.A., Nasrallah, Y., Hasnaoui, O., Khatir H. 2020.** Rare, endemic and threatened flora of the mounts of Saida (western of Algeria). Agrobiologia, 11: 45–57.

Aouadj, S. A., 2021. Impact des techniques de restauration écologique sur la dynamique des écosystèmes dégradés des monts de Saida : Cas des forêts de Doui Thabet – (Ouest Algérie). Thèse de doctorat. UNIVERSITE ABOUBAKR BELKAÏD – TLEMCCEN.

Aouadj, S. A., Degdag, H., Hasaoui, O., Nasrallah, Y., Zouidi, M., Allam, A., & Khatir, H. 2023. Contribution of GIS and Remote Sensing for the Risk Mapping of Soil Water Erosion at Saida Province (Western of Algeria). Advanced Research in Life Sciences, 7(1), 10-21.

Argenson, C., Regis, S., Jourdain, J., Vaysse, P. 1999. L'olivier. Centre technique interprofessionnel des fruits et légumes (CTIFL), Paris, France, 204 p.

Aubert, G. 1978. Méthodes d'analyse des sols. CRDP, Marseille. 189 p.

Babali, B., 2014. Contribution à une étude phytoécologique des monts de Moutas (Tlemcen-Algérie occidentale) : Aspects syntaxonomique, biogéographique et dynamique. Thèse de Doctorat, Univ de Tlemcen, p 81.

Babali, B., Hasnaoui, A., Bouazza, M. 2013a. Note on the Orchids of the Moutas Hunting Reserve, Tlemcen (western Algeria).- Journal of Life Science 7: 410-415.

Babali, B., Medjahdi, B., Bouazza, M. 2018a. Les orchidacées de la région de Tlemcen (Algérie).- Acta Botanica Malacitana 43(2): 1-20.

Babali, B., Hamel, T., Dahmani, R., Merzouk, A., Bouazza M. 2019. Overview of orchid diversity in the Fillaoucene region (Tlemcen, Algeria).- J. Eur. Orch. 51 (3-4): 473- 498.

Bagnouls, F., Gaussen, H. 1953. Saison sèche et indice xérothermique. Toulouse, Bull. Soc. Hist. nat. 88 : 193-239.

Bagnouls, F., Gaussen, H. 1957. Les climats biologiques et leur classification. Ann. Géogr. 66 : 193-220.

Barbault, R. 1992. Écologie et peuplements : structure, dynamique et évolution. Masson, Paris, 273 p.

Barbero, M., Bonin, G., Loisel, R., Quezel, P. 1990 - Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of Mediterranean basin. Vegetatio (87), p:151-173.

Barbero, M., Bonin, G., Loisel, R., & Quezel, P. 1990b. Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of the mediterranean basin. Vegetatio 87: 151-173.

Barbero, M., Quezel, P. 1989. Structures, architectures forestières à sclérophylles et prévention des incendies. Bull. Ecol., 20(1), 7-14.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Barbero, M., Quézel, P. 1995.** « Desertification, desertisation, aridification in the mediterranean region and global change ». In Bellan D., Bonin G., Emig C., eds. : Functioning and dynamics of natural and perturbed ecosystems, Paris, Lavoisier, Intercept Ltd. : 549-569.
- Barbero, M., Bonin, G., Loisel, R., Quézel P. 1989.** Sclerophyllus Quercus forests of the Mediterranean area : Ecological and ethological significance. Bielefelder Okol. Beitr. 4. 1–23.
- Beare, M.H., Neely, C.L., Coleman, D.C., & Hargrove, W.L. 1990.** A substrate-induced respiration (SIR) method for measurement of fungal and bacterial biomass on plant residues. Soil Biol. Biochem. 22: 585-594
- Belgherbi, B., Benabdeli, K., & Mostefai, K. 2018.** Cartographie du risque feux de forêt en Algérie : Application de la forêt de Guétarnia à l'Ouest algérien. Ekologie (Bratislava), 37 (3), 289-300.
- Belhacini, F. 2011.** Contribution à une étude floristique et biogéographique des matorrals du versant sud de la région de Tlemcen. Thèse de Majister. Univ. Abou Bakr Belkaid Tlemcen. 166p.
- Belharane, W., 2014.** Contribution à l'étude du cortège floristique de Ricinus communise (Famille des Euphorbiacées) dans la région de Tlemcen. Thèse de Master. . Univ. Abou Bakr Belkaid Tlemcen. 111p.
- Bell, J.M., Smith, J.L., Bailey, V.L., & Bolton, H. 2003.** Priming effect and C storage in semi-arid no-till spring crop rotations. Biol. Fertil. Soils 37: 237-244.
- Benabadji, N. 1995.** Étude phytoécologique des steppes à *Artemisia herba-alba* Asso. Asso. et à *Salsola vermiculata* L. L. au Sud-Ouest de Sebdou (Oranie, Algérie).
- Benabadji, N., Bouazza, M., Metge, G., Loisel, R. 1996.** Description et aspects des sols en roegionsemi-aride et aride au sud de Sebdou (Oranie-Algérie). Bulletin Institut Sciences (Rabat), 20 (1) :77-86.
- Benabadji, N. & Bouazza, M. 2000.** Quelques modifications climatiques intervenues dans le sud-ouest de l'Oranie (Algérie occidentale). Rev. Ener. Renouv. Alger 3: 117-125.
- Benabadji, N., Bouazza, M., & Mahboubi, A. 2001.** L'impact de l'homme sur la forêt dans la région de Tlemcen (Oranie-Algérie). FORET MEDITERRANEENNE t. XXII, n° 3. 269-274.
- Benabadji, N., Bouazza, M., Merzouk, A., Ghezlaoui, B.E. 2004.** Aspects PhytoEcologiques Des Atriplexaies Au Nord De Tlemcen (Oranie-Algerie). Sciences & Technologie C – N°22, décembre (2004), pp. 62-79.
- Benabadji, N., Benmansour D., Bouazza, M. 2007.** La flore des monts d'Ain Fezza dans l'Ouest Algérien, biodiversité et dynamique. Science et Tcehnologie. 26 : 47-59.
- Benabdelli, K. 1983.** Mise au point d'une méthodologie d'appréciation de la pression anthropozoogène sur la végétation dans le massif forestier de Télagh (Algérie). Thèse doctorat de 3ème cycle. Aix-marseille III. 183 p.
- Benabdeli, K. 1996.** Aspects physionomico-structuraux et dynamique des écosystèmes forestiers face à la pression anthropozoogène dans les monts de Tlemcen et les Monts de Dhaya. Algérie occidentale. Thèse de doctorat ès Sciences. UDL, 356p.
- Benabid, A. 1984.** Etude phytoecologique des peuplements forestiers et preforestiers du Rif Centrooccidental (Maroc). Travaux de l'Inst. Sci. Serie Botanique, N° 34: 64.
- Benderradji, M.H., Alatou, D., Arfa, A.M.T., Benachour, K. 2006.** Problèmes de dégradation de l'environnement par la désertification et la déforestation Impact du phénomène en Algérie. NEW MEDIT N. 4.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Benhouhou, S., Yahi, N., & Véla, E. 2018.** Algeria. – § 3.3 KBAs for plants by country.- In: VALDERRÁBANO, M., GIL, T., HEYWOOD, V. & B. DE MONTMOLLIN: Conserving wild plants in the south and east Mediterranean region. Chapter 3. Key Biodiversity Areas (KBAs) for plants in the Mediterranean region.- Gland (Switzerland), IUCN.- <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2018.21.en>.
- Ben-Hur, M. 2004.** Sewage water treatments and reuse in Israel. In: Zereini F, Jaeschke W, editors. Water in the Middle East and in North Africa. Berlin: Springer; 2004. pp. 167–180.
- Benniou, R., Aubry, C., Abbes, K. 2014.** Analyse des itinéraires techniques dans les exploitations agricoles céréalières en milieu semi-aride de l'est algérien. Revue Agriculture. 08 (2014) 26 – 37 : <http://www.http://revue-agro.univ-setif.dz/>.
- Bensemmane, A. 2009.** Développons le secteur de l'huile d'olive en Algérie, N°:4, Avril-Mai Alger. Revue El Filaha , communication.
- Besaoud, O., 2003.** L'agriculture en Algérie : des révolutions agraires aux réformes libérales (1963-2002). Centre de recherche en anthropologie sociale et culturelle.
- Bessaoud, O., Pellissier, J.-P., Rolland, J.-P., Khechimi, W. 2019.** Rapport de synthèse sur l'agriculture en Algérie. [Rapport de recherche] CIHEAM-IAMM. 2019, pp.82. hal-02137632.
- Birot, P. 1953.** La Méditerranée et le Moyen-Orient. Tome 1 : La Méditerranée occidentale, Géographie physique et humaine. Péninsule Ibérique, Italie, Afrique du Nord. Paris, PUF, coll. Orbis, 56 cartes et graph. 551 p.
- Blanca, G., Cabezudo, B., Cueto, M., Fernández López, C., Morales Torres, C. 2009, eds.** Flora Vasculare de Andalucía Oriental, 4 vols. Consejería de Medio Ambiente, Junta d'Andalucía, Sevilla.
- Blanco, D., García, Y. 2010.** Manual de producción de microorganismos benéficos (IHplus). EEIPFH, Matanzas, Cuba.
- Blondel, J. 1979.** Biogéographie et écologie. MAsson éd., Paris, 173 pp.
- Blondel, J., Aronson, J., Bodiou, J. Y., & Boeuf, G. 2010.** The Mediterranean region: biological diversity in space and time. Oxford University Press.
- B.N.E.D.E.R., 1992.** Étude du développement agricole dans la wilaya de Tlemcen. Rapport final et documents annexes, 297 pp.
- Bonin, G., Gamisans, J., Gruber M. 1983.** Étude des successions dynamiques de la végétation du massif de la Sainte-Baume (Provence). Ecol Medit., 9 (3-4), 129-171p.
- Boix Fayos, C. 1997.** The roles of texture and structure in the water retention capacity of burnt Mediter- ranean soils with varying rainfall. Catena 31: 219-236.
- Borsali, A.H., Benabdeli, K., & Gros, G. 2012.** Reconstitution postincendie des propriétés physico-chimiques et microbiologiques de sols forestiers algériens (forêt de Fénouane, wilaya de Saïda). 05-art-5-vol38(1). Page59.
- Borsali, A.H., Zouidi M., Hachem K., Gros, R., & Hagenimana, T. 2017.** Catabolic profiles of cultivable microbial communities in forest soils of western Algeria along a latitudinal gradient. *Advanced Studies in Biology*, 9(4), 157-169.
- Borsali, A. H., Zouidi, M., Allam, A., & Gros, R. 2019.** Effect of Aridity Gradient on Physico-chemical and Microbial Characteristics of Pine Forest Soils. *Asian Journal of Research in Biosciences*, 40-49.
- Bouazza, M. 1990.** L'effet de la pression anthropozoogène sur l'évolution de la végétation steppique. Communication séminaire Maghrebin. Tlemcen. Algérie.
- Bouazza, M., 1995.** Étude phytoécologique des steppes à *Stipa tenacissima* L., et à

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Lygeum spartum* L. L. au Sud de Sebdou (Oranie, Algérie). Thèse. Doct. ès-Sci. Univ. Tlemcen. 153 p + annexes.
- Bouazza, M. & Benabadji N. 1998.** Composition floristique et pression anthropozoïque au Sud-Ouest de Tlemcen. Rev. Sci. Techn. Constantine. 10. pp 93-97.
- Bouazza, M., Benabadji, N. 2002.** Contribution à l'étude du cortège floristique de la steppe au sud d'El Aricha (Oranie- Algérie). Sci. Techn. N° spécial : 11-19.
- Bouazza, M., Mahboubi, A., Loisel, R., & Benabadji, N. 2001.** Bilan de la flore de la région de Tlemcen (Oranie-Algérie). *Forêt méditerranéenne*, 22(2), 130-136.
- Boucif, A. 2006.** La tendance de l'activité sismique qui affecte le bassin néogène de la Tafna. thèse de magistère, Univ. Tlemcen, 86 p.
- Boukehili, K., Boutabia, L., Telailia, S., Mena, M., Tlidjane, A., Maazi, M.C., Chefrou, A., Saheb, M., Véla, E. 2018.** Les orchidées de la wilaya de Souk-Ahras (Nord-est Algérien) : Inventaire, écologie, répartition et enjeux de conservation.- *Revue d'Ecologie (Terre et Vie)* 73 (2): 167-179.
- Boutabia, L., Telailia, S., Boukhatem, K., Bouguessa, K., Ferhani, F., Dahmani, C., Bendaya, H., Gasm, S. 2019.** L'Orchidoflore du Parc National d'El Kala (Extrême Nord-Est algérien) - Inventaire et état des lieux.- *Revue Algérienne des sciences A* 2: 7-15.
- Bouyoucef-Barr, D., Moussouni, A. 2018.** Enjeux de la filière oléicole en Algérie et axes de développement dans le nouveau contexte mondial
- Brady, N.C., Weil, R.R., 1999.** The nature and properties of soil. 12th edn. Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.
- BSA, 2009.** Utilisation et interprétation des paramètres biologiques du sol. VOLLZUG BODEN BIOLOGIE.
- Bugge, M.M., Hanen, T. & Klitkou, A. 2016.** What is the bioeconomy? A review of the literature. *Sustainability*, 8 (7) : 691.
- Capillon, A. 1993.** Typologie des exploitations agricoles, contribution à l'étude régionale des problèmes techniques. Thèse de doctorat, INA-PG Paris, Tome II, (1993): 1-264.
- Chabane, A. 1982.** Les pelouses naturelles de khrou-mirie (Tunisie): typologie et production de biomasse. Thèse présentée à la Faculté des Sciences et Techniques St. Jerome (Université d'Aix-Marseille, France).
- Chaabane, A. 1993.** Etude de la végétation du littoral septentrional de Tunisie: Typologie, Syntaxonomie, et éléments d'aménagement. Thèse. Doctorat. Es-sciences en Ecologie. Uni. Aix-Marseille III; 205P+annexes.
- Chabroulet, C. 2007.** Étude De Remobilisation D'éléments Traces A Partir D'un Sol De Surface Contaminé : Influence du vieillissement de la matière organique du sol sur la mobilisation du sélénium. THESE de doctorat. Ecole doctorale Terre, Univers et Environnement (TUE). Université Joseph Fourier Grenoble.
- Charre, J., 1997.** Dessine-moi un climat – Que penser du diagramme ombro-thermique ? *Mappemonde* 2 (97) : 29-31.
- Cheng, H., Yingchun, Q. 2013.** Effective microorganisms and compost favor nematodes in wheat crop. *Agronomy for Sustainable Development* 33(3): 573-579.
- Cho, H.K., Koyama, A. 1997.** Korean natural farming: indigenous microorganisms and vital power of crop/livestock. *Korean Natural Farming*.
- Ciccarelli, D. 2014.** Mediterranean coastal sand dune vegetation: influence of natural and anthropogenic factors. *Environmental management*, 54(2), 194-204.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

CJB. Conservatoire et Jardin botaniques de la Ville de Genève. 2012. Base de données des plantes d'Afrique.-<https://www.villege.ch/musinfo/bd/cjb/afrique/Recherche.Php?langue=f> (accessed 23.10.2019).

Clement, M. 2015. La dégradation des sols en France et dans le monde, une catastrophe écologique ignorée. 2015, LXXV, 1-4, 412-425, Acad. des Sc. d'Outre-mer, Paris.

Clotet, M., Basnou, C., Bagaria, G. & Pino, J. 2016. Contrasting historical and current land use correlation with diverse components of current alien plant invasions in Mediterranean habitats. *Biological Invasions*, 18 (10) : 2897- 2909.

Dabin, B. 1970. Analyse des matières organiques dans les sols. O.R.S.T.O.M. Services scientifiques centraux - 70 - 74. Laboratoire Chimie des Sols et Pédologie Appliquée. sér. Pédol. no 490.

Dahmani-Megrerouche, M. 1984. Contribution à l'étude des groupements de chêne vert des monts de Tlemcen (Ouest algérien). Approche phytosociologique et phytocéologique. Thèse Doct. 3e Cycle.

Univ. H. BOUMEDIENE, Alger, 238 p +

Dahmani-Megrerouche, M. 1996a. Diversité biologique et phytogéographique des chênaies vertes d'Algérie. *Ecologia Mediterranea*, XXII (3/4).

Dahmani-Megrerouche, M., 1997. Le chêne vert en Algérie : syntaxonomie, phytoécologie et dynamique des peuplements. Thèse Doct. es Sc., U.S.T.H.B., Alger. 383 p.

Daget, J. 1976. Les modèles mathématiques en écologie, Masson ed., Paris, 172p.

Daget, Ph. 1977-b. Le bioclimat méditerranéen, analyse des formes par le système d'Emberger. *Vegetatio*. 34, 2. pp : 78-124.

Danin, A., Orshan, G. 1990. The distribution of Raunkiaer life forms in Israel in relation to the environment. *J. Veg. Sci.* 1 : 41- 48 (8p).

De Belair, G., Véla, E., Boussouak, R. 2005. Inventaire des orchidées de Numidie (N-E Algérie) sur vingt années.- *J. Eur. Orch.* 37: 291-401. DECHIR, B., CHOUIKH, A., HAMEL, T., AZIZI, N., GANAOU, N., GRIRA, A., ABDIOUNE, A., MAAZI, M.C. & A. CHEFROUR (2019): Biodiversity of bulbous and tuberous geophytes from the El Kala National Park (North-Eastern Algeria): Checklist, vulnerability and conservation.- *Anales de Biología* 41: 25-38.

Delforge, P. 2006. *Orchids of Europe, North Africa and the Middle East*.-3rd ed. A&C Black, London.

Delgado, L. E., & Marín, V. H. 2020. Ecosystem services and ecosystem degradation : Environmentalist's expectation? *Ecosystem Services*, 45, 101177.

De Martonne, E., 1926. L'indice d'aridité. *Bull. Assoc. Géogr. Fr.*, 8.

Derridj, A., Boughanem, K., Saadi, F. 2000. Étude de la biométrie et de la germination des graines et des amandes de l'arganier de Tindouf (*Argania spinosa* (L.) Skeels L.). Actes du séminaire international, Djanet (Algérie).

Derridj, A., Ghemouri, G., Meddour, R., Meddour-Sahar, O. 2009. Approche ethnobotanique des plantes médicinales en Kabylie (Wilaya Tizi-Ouzou, Algérie). *Proceeding of the International Symposium on Medicinal and Aromatic Plants-SIPAM 2012*. *Acta-Horticulturae*. Number 997-pp: 4255-433.

Diserio, M.G., Lanza, B., Mucciarella, M.R., Russi, F., Iannucci, E., Marfisi, P., et al., 2008. Effects of olive mill wastewater spreading on the physico- chemical and microbiological

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- characteristics of soil. *International Biodeterioration & Biodegradation*. 62(4):403–407.
- Djebaïli, S., 1984.** Steppe Algérienne, phytosociologie et écologie O.P.U. Alger.127p
- Djebbouri, M., Zouidi, M., Terras, M., & Merghadi, A. 2022.** Predicting suitable habitats of the major forest trees in the Saïda region (Algeria): A reliable reforestation tool. *Ekológia (Bratislava)*, 41(3), 236-246.
- DJF. 2018.** Répartition des formations forestières Algériennes. (Source : Direction Générale des Forêts, 2018. Direction Générale des Forêts.
- DOBIGNARD, A., CHATELAIN, C. 2010-2013. Index synonymique et bibliographique de la flore d'Afrique du Nord (5 volumes). Consultable sur <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/recherche.php?langue=fr>.
- Dobignard, A., Chatelain, C. 2010-2013.** Index synonymique et bibliographique de la flore d'Afrique du Nord (5 volumes). Consultable sur <http://www.ville-ge.ch/musinfo/bd/cjb/africa/recherche.php?langue=fr>.
- Dommergues, Y., Mangenot, F. 1970.** Écologie Microbienne Du Sol. Masson Et C^{ie}, Éditeurs.
- Dorian, F. 2015.** Les Microorganismes Efficaces (EM). Compilation de documents et témoignages cubains sur le fonctionnement, la production artisanale et l'usage de microorganismes efficaces en milieu paysan.
- Douguédroit, A., de Saintignon, M. F. 1984.** Les gradients de température et de précipitation en montagne, *Rev. Geogr. Alp.*, 72, 225–240, <https://doi.org/10.3406/rga.1984.2566>.
- D.S.A., 2019.** Bilan technique et statistique annuel du secteur 2019, 10 pp.
- Dugrand, R. 1964.** La garrigue montpelliéraine : essai d'explication d'un paysage. Paris, PUF, 292 p.
- Durand, J.H. 1954.** Les sols d'Algérie. S.E.S. Alger, 243 pp.
- Duriez, J.M. 2009.** Guide Du Planteur D'oliviers En Languedoc-Roussillon. Version 4 – octobre 2009. Association Francaise Interprofessionnelle De L'Olive – AFIDOL.
- Duriez, J.M. 2015.** Guide Du Planteur D'oliviers En Languedoc-Roussillon. Version 5 – janvier 2015. Association Francaise Interprofessionnelle De L'Olive – AFIDOL.
- El Hamrouni, A. 1978.** Etude phytosociologique et problèmes d'utilisation et d'aménagement dans les forêts de pin d'Alep de la région de Kasserine. Thèse Doctorat Ingénierie Faculté des Sciences et Techniques de Saint-Jérôme, Université Aix-Marseille III, 106 pp.
- El Hamrouni, A. 1992.** La végétation forestière, pré-forestière et pré-steppique de la Tunisie. Thèse de doctorat d'Etat es - Science Naturelle. Faculté des Sciences et Techniques de Saint Jérôme de l'Université Aix-Marseille France, 100 pp.
- Emberger, L., 1930 b.** Sur une formule climatique applicable en géographie botanique. *C.R. Acad. Sc.* 191. pp 389-390.
- Emberger, L., 1939.** Aperçu général sur la végétation du Maroc. Commentaire de la carte phytogéographique. *Bull. SX. Hist. Nat. Toulouse*, 77 (1) : 97-124.
- Emberger, L. 1942.** UN projet de classification des climats dupoints de vue phytogéographique. *Bull.Soc.His Nat. Toulouse*. 77 (1) : 77-124.
- Emberger, L. 1955.** Une classification biogéographique des climats. Montpellier, *Rev. Trav. Lab. Bot. Fac. Sci.* 7 : 3-43.
- Eswaran, H., & Reich, P. 2002.** A preliminary assessment of the human impact on land

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

systems of the world. Transactions of the 17th WCSS Bangkok, CDrom paper 2128.

FAOSTAT., 2013. Site web : <http://faostat.fao.org/> https://fr.wikipedia.org/wiki/Olivier_24/04/2018. https://fr.wikipedia.org/wiki/Organisation_des_Nations_unies_pour_l%27alimentation_et_l%27agriculture.

FAO, 2018. État des forêts méditerranéennes. Publié par l'Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture et le Plan Bleu, Centre d'activités régionales du Plan d'Action pour la Méditerranée du Programme des Nations Unies pour l'Environnement. FAO. Rome, Italie. 363 p.

Felix-Faure, B., Carriere, M., KALT, S., 2013. Prendre en compte tous les indicateurs de l'acidité des sols pour l'interprétation et le conseil. 11èmes rencontres de la fertilisation raisonnée et de l'analyse COMIFER-GEMAS - Poitiers-Futuroscope 20 et 21 novembre 2013.

Frontier, S. 1983. Stratégies d'échantillonnage en écologie. Ed. Mars et Cie. Coll. Décol. Press. Univ. Laval. Québec, p 26 - 48

Gamisans, J. 1999. La végétation de la Corse. Aix-en-Provence, Edisud, 391 p.

Gaouar, A. 1980. Hypothèses et réflexions sur la dégradation des écosystèmes forestiers dans la région de Tlemcen (Algérie). Forêt Méditerranéenne, Forêt Méditerranéenne, 1980, II (2), pp.131-146. hal-03553159.

Gaussen, H. 1954. Géographie des plantes (2ème édit.). 224 p., 7 cartes, 2 fig., A. Colin, Paris.

Gaussen, H., Leroy, J., Ozenda P. 1982. Précis botanique 2. Les végétaux supérieurs. Edit Masson. Paris : 500-501.

GEF/PNUD, 2010. Seconde communication nationale de l'Algérie sur les changements climatiques a la CCNUCC. Projet 00039148. 221 p.

Ghezlaoui, B.E., Benabadji, N. & Aboura, R. 2009. Approche floristique et physiologique des Atriplexaies au Nord de Tlemcen (ouest Algérie). Rev. Méd., serie de Estudios biológicos, 2, 20: 1-38.

Ghezlaoui, B.E., Benabadji, N. 2017. La végétation des monts de Tlemcen (Algérie). Aspect phytoécologique. Bot. complut. 42, 2018: 101-124.

GHARBI, F. 2008. L'agriculture algérienne entre subsistance et dépendance. Thèse Doctorat. Univ Constantine.

GIEC, 2007. Bilan 2007 des changements climatiques. Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat [Équipe de rédaction principale, Pachauri R.K. & Reisinger A.]. Genève, Suisse, GIEC, 103 p.

Godard, A., Tabeaud, M. 1998. Les climats. Mécanismes et répartition. Paris, A. Colin, 2 e éd., 192 p.

Godard, A., Tabeaud, M. 2009. Les climats. Mécanismes, variabilités, répartition. Paris, A. Colin, 4 e éd., 217 p.

Godron, M., 1971. Essai sur une approche probabiliste de l'écologie des végétaux. Thèse Doct. Univ. Sci. Techn. Languedoc, Montpellier. 247 p.

Gonzalez-Moreno, P., Pino, J., Gasso, N., & Vila, M. 2013. Landscape context modulates alien plant invasion in Mediterranean forest edges. Biological invasions, 15 (3) : 547-557.

Gounot, M., 1969. Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Edit. Masson et Cie. Paris, 314 p.

Grime, J. P. 1977. Evidence for the existence of three primary strategies in plants and its

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- relevance to ecological and evolutionary theory. *Amer. Natur.* 111 (1) 1169-1194.
- Guénon, R., Vennetier, M., Dupuy, N., Ziarelli, F., & Gros, R. 2011.** Soil organic matter quality and microbial catabolic functions along a gradient of wildfire history in a Mediterranean ecosystem. *Appl. Soil Ecol.* 48: 81-93.
- Guerin, F. 2016.** Le Calcium Dans Le Sol. Pour les Chambres d'agriculture des Pays de la Loire SOLAG n°8 le 2/11/2016.
- Guinochet, M., 1973.** Phytosociologie. Masson Edit. Paris. 227 p.
- Guittonneau, G. G., Huon, A. 1992.** Connaître et Reconnaître la flore et la végétation méditerranéennes. Rennes, Edilarge SA, Éd. Ouest-France, 334 p.
- Hadjadj-Aoul, S. 1995. Les peuplements du thuya de berbérie (*Tetraclinis articulata (Vahl) Masters*, Vahl, Master) en Algérie : phytoécologie, Syntaxonomie et potentialités sylvicoles. Thèse Doc. D'État, Université Aix-Marseille III, 159 p.
- Haidar, Al-H. 2019.** Principes fondamentaux de la science du sol et de sa classification. Les septième et huitième cours théoriques 25/4/2019. Étudier quelques propriétés chimiques du sol. Université de Hama.
- Hamel, T., Meddad-Hamza, A., Mebarek-Oudina, A. 2017.** De nouvelles perspectives pour les orchidées de la région de Skikda (Nord- Est algérien).- *J. Eur. Orch.* 49 (1): 61-78.
- Hasnaoui, O. 2008.** Contribution à l'étude de la chamaeropaie de la région de Tlemcen. Aspects écologiques et cartographie. Thèse Doctorat. Univ. Tlemcen.
- Hewitt, G.M. 1999.** Post-glacial re-colonization of Europran biota. *Biological journal of the Linnean Society*, 68 (1) : 87-112.
- Himangini, J., Somduttand, Piyush, C., and Mundra, S.L. 2019.** Role of Effective Microorganisms (EM) in Sustainable Agriculture. *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci* (2019) 8(3): 172-181.
- Huetz De Lemps, A. 1994.** Les paysages végétaux du globe. Paris, Masson, 2 e éd., 182 p.
- Iboukassene, S. 2008.** Dynamique de la végétation des forêts à *Quercus suber L.* anthropisées du Nord-Est de l'Algérie (Parc National d'El-Kala). Thèse de Doctorat .UNIVE CATHOLIQUE DE LOUVAIN.
- Ighilhariz, S. 2018.** Effet de l'anthropisation sur la diversité des communautés microbiennes des sols dégradés. THESE de doctorat. Laboratoire de Biotechnologie des Rhizobiums et Amélioration des Plantes. Université Oran 1 Ahmed Ben Bella.
- Johnson, D.W., & Curtis, P.S. 2001.** Effects of forest management on soil C and N storage: meta-analy- sis. *Forest Ecol. Manage.* 140: 227-238.
- J.O.R.A. 2012.** Décret exécutif du 18 janvier 2012, complétant la liste des espèces végétales protégées. *Journal Officiel de la République Algérienne* n° 3- 12/12 du 18-01 2012 : 3-12.
- Kadik, B., 1987.** Contribution à l'étude du pin d'Alep (*Pinus halepensis Mill.*) en Algérie. Écologie, Dendrométrie, Morphologie. O.P.U. Alger.
- Kalifa, K. 2009.** Le rôle de la matière organique et de l'humus dans les sols agricoles. Book. Direction de la vulgarisation agricole - Service des médias.249. Pages : 27 p.
- Kazi-Tani, L.M., & Gaouar, A. 2015.** Ebauche cartographique des sols dans la région des Traras (NO de l'Algérie). *Geo-Eco-Trop.*, 2015, 39, 1 : 67-86.
- Koull, N., & Halilat, M. T. 2016.** Effets de la matière organique sur les propriétés physiques et chimiques des sols sableux de la région d'Ouargla (Algérie). *Et. Gest. Sols*, 23(1), 9-19.
- Kunholtz-Lordat, G. 1938.** La terre incendiée. Essai d'agronomie comparée. Ed. Maison

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

carrée. Nîmes, 361 pp.

Kuzyakov, Y., Friedel, J.K., & Stahr, K. 2000. Review of mechanisms and quantification of priming effects. *Soil Biol. Biochem.* 32: 1485-1498.

Kweon, G., Lund, E. & Maxton, C. 2013. Détection de la matière organique du sol et de la capacité d'échange cationique avec des capteurs de conductivité électrique et optiques en déplacement. *Géoderma*, 199, 80-89.

Laaribya, S., Alaoui, A., Gmira, N., Nassim G. 2012. Contribution à l'évaluation de la pression pastorale dans la forêt de la Maamora. *Parcours forestiers et surpâturage. Nature & Technologie*, 1: 31–50.

Labat, J. N., 1985. Estudio bioclimatológico del estado de michoacan, México, según la clasificación de Bagnouls et gaussen. *Trace*, 8, 36-45.

Lahmar, R., & Ruellan, A. 2007. Dégradation des sols et stratégies coopératives en Méditerranée : la pression sur les ressources naturelles et les stratégies de développement durable. *Cahiers Agricultures*, 16(4), 318-323.

Lal, R., 2009. Soil degradation as a reason for inadequate human nutrition. *Food Sec.* 1:45-57.

Legendre, L., Legendre P., 1984. *Ecologie numérique* (2ème édition). Ed. Masson. 335p.

Le Houerou, H.N., 1955. Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique - Diversité biologique, développement durable et désertisation. Centre International de Hautes Études Agronomiques Méditerranéennes. 397 p.

Le Houerou, H.N. 1969. La végétation de la Tunisie steppique. Thèse de Doctorat Espaces Cultures Sociétés Aix Marseille III, 182 pp.

Le Houerou, H.N. 1971. Classification éco-climatique des zones arides (S.I) de l'Afrique du Nord. *Ecologia mediterranea*, 15, C.E.F.E., C.N.R.S-C.E.P.E Louis Emberger; Montpellier (France), pp. 95–136.

Le Houerou, H. N., 1977. La désertification des régions arides. *La recherche*, 99 (1) : 336-344.

Le Houerou, H.N, 1995. Considerations biogeographiques sur les steppes arides du Nord de l'Afrique. *Secheresse*, 6(1) : 167-82.

Le Houérou, H. N. 1989. Classification éco-climatique des zones arides de l'Afrique du Nord. *Ecolo Medit*, XV (3-4): 95-144

Leifeld, J., Zimmermann, M., Fuhrer, J., & Conen, F. 2009. Storage and turnover of carbon in grassland soils along an elevation gradient in the Swiss Alps. *Global Change Biology*, 15(3), 668 679. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2486.2008.01782.x>.

Long, G. 1960. Les terrains de parcours de plaine, de plateau et de basse montagne dans la région méditerranéenne. *Fourrages*, 4: 97–127.

Loisel, R., Gamila, H. 1993. Traduction des effets du débroussaillage sur les écosystèmes forestiers et préforestier par un indice de perturbation. *Ann Soc. Sci. Nat. Archéol. de Toulon du Var*, 1 : 123-130.

Loussert, R., Brousse, G. 1978. L'olivier: Techniques agricoles et productions méditerranéennes. G.P. Maisonneuve et Larose, Paris, 464 p.

Madoui, A., Rebbas K., Bounar, R., Miara, M.D., Véla, E. 2017. Contribution à l'inventaire des Orchidées de la wilaya de Sétif (N.-E de l'Algérie).- *Bulletin mensuel de la Société linnéenne de Lyon* 86 (9-10): 273 - 292.

Mahdy, A.M. 2011. Comparative effects of different soil amendments on amelioration of saline-sodic soils. *Soil and Water Res.*, 6 (4): 205-216.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Maire, R. 1959.** Flore de l'Afrique du Nord, Volume VI.- Ed. Lechevalier, Paris, 397 p.
- Mangalassery, S., Sjögersten, S., Sparkes, D., Mooney, S. 2015.** Examining the potential for climate change mitigation from zero tillage. *The Journal of Agricultural Science*, 153(07): 1151-1173.
- Miara, Md., Ait Hammou, M., Rebbas, K., Hadjadj-Aoul, S., Véla E. 2018.** Les Orchidées de la région de Tiaret (Algérie nord-occidentale) : Inventaire, écologie, taxonomie et biogéographie.- *Bull. mens. Soc. Linn. Lyon* 87(9-10): 273 - 293.
- McCauley, A., Jones, C., & Jacobsen, J. 2009.** Soil pH and organic matter. *Nutrient management module*, 8(2), 1-12.
- Medail, F., Quezel, P. 1997.** Hot-Spots analysis for conservation of plant biodiversity in the Mediterranean Basin. *Ann. Missouri Bot. Gard*, 84: 112-127.
- Medail, F., Diadema, K. 2006.** Biodiversité végétale méditerranéenne et anthropisation : approches macro et micro-régionales. *Ann. Géog*, 651 (1) : 618-640.
- Meddour, R. 2010.** Bioclimatologie, phytogéographie en Algérie. Exemple des groupements forestiers et préforestiers de la Kabyle Djurdjurienne. Thèse de doctorat d'Etat, Université de Tiz Ouzou, 394 p.
- Melgar, J.C., Mohamed, Y., Serrano, N., Garcia-Galavis, P.A., Navarro, C., Parra, MA., et al., 2009.** Long term responses of olive trees to salinity. *Agricultural Water Management*.96(7):1105-1113.
- Mendil M., 2009.** L'oléiculture: Expériences algériennes. *Revue Fillaha Innove* N°4 Avril-Mai 2009. 23p.
- Menzepoh, S.B. 2011.** Les orchidées comestibles chez le peuple Bagam, au Cameroun. *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*, 15(4) : 509-514.
- Merzouk, A., 1994.** Étude cartographique de la sensibilité à la désertification: bilan de la dynamique des sables et dynamogènes de la végétation steppique (Alfa) dans le sud-ouest Oranais. Thèse de Magistère en Biologie Écologie végétale. Institut de Biologie. Université de Tlemcen. 149 p.
- Merzouk A., 2010.** Contribution à l'étude phytoécologique et biomorphologique des peuplements végétaux halophiles de la région de Tlemcen occidentale de l'Oranie (Algérie). Thèse de Doct. Eco.Vég. Dép. Biol. Fcu. Scie. Univ. Abou Bakr Belkaid. Tlemcen. pp 14-66.
- Merzouk, A., Benabadj, N., Benmansour, D. and Thinon, M. 2009.** Quelques aspects édapho-floristique des peuplements halophiles de l'Algérie occidentale.Première partie: Aspect édaphiques. *Bulletin de la Société Linnéenne de Provence*, 60, 1-15.
- Medjahdi, B. 2001.** Réponse de la végétation du littoral des monts des Traras (Tlemcen) aux différents facteurs de dégradation. Mémoire de Magister. Univ. Abou Bekr Belkaid de Tlemcen. Dép. Foresterie. 110 p + annexe.
- M'hirit, O., 1999.** La forêt méditerranéenne, espace écologique, richesse économique et bien social. *FAO, Unasylva*, vol. 50, n° 197.
- Michel, E.K. C. 1973.** La dissolution du carbonate de calcium. B11!/eti11 de la Société géographique de Liège, N° 9, 9° année, décembre 1973, pp. 55-87.
- Monica Ozores-Hampton, Philip A., Stansly et Teresa P., Salame. 2011.** Soil, Chemical, Physical, and Biological Properties of a Sandy Soil Subjected to Long-Term Organic Amendments, *Journal of Sustainable Agriculture*, 35 :3, pp. 243-259, doi : 10.1080/10440046.2011.554289.
- Montaner, L., 2019.** Sols et espèces associées en région méditerranéenne. *INS. Institut*

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

d'Horticultura i Jardineria de Reus. CNPR. Pp 0-19.

Montoya, J.M. 1983. Pastoralismo mediterraneo – Monografia, Icona, 25, Ministerio d'agricultura- Madrid.

Motilva, M.J., Romero, M.P. 2010. The Effect of the Ripening Process of the Olive Fruit on the Chlorophyll and Carotenoid Fractions of Drupes and Virgin Oils. Olives and Olive Oil in Health and Disease Prevention. ISBN: 978-0-12-374420-3.

Mousa Qasah, H. 2020. Méthodes de récolte des olives dans le monde avec photos –22. octobre 2020. Blog Ma Ferme, 2020, Monde de l'Agriculture.

Munroe, J., Brown, C., Kessel, C., Verhallen, A., Lauzon, J., O'Halloran, I., & Cowan, D. 2018. Manuel sur la fertilité du sol. Publication 611F, 3^{ème} édition. <https://files.ontario.ca/omafra-soil-fertility-handbook-fr-2022-10-13.pdf>.

NAHAL, I. 1977. Taxonomie et aire géographique des pins du groupe halepinsis. Options Méditerranéennes. Série Etude CIHEAM 86 p.1-9.

Neary, D.G., Ryan, K.C., & De Bano, L.F. 2005. Wildland fire in ecosystems: effects of fire on soils and water. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-42-vol. 4. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, 250 p.

Olivera, D., Ayala, J., Calero, A., Santana, M., Hernández, A. 2014a. Prácticas agroecológicas en la provincia de Sancti Spíritus, Cuba. Microorganismos Eficientes (EM), una tecnología apropiada sobre bases agroecológicas. Universidad de Sancti Spíritus "José Martí Pérez".

Ottevaere, V., 2021. Soil and its acronyms. De bodem en zijn acroniemen. Book. TerraCottem Leading Soil Conditioning Technology.

Odum, E.P. 1976. Écologie. Un lien entre les sciences naturelles et les sciences humaines. Montréal, Quebec : Éditions Holt Rinehart & Winston.

Owen, J., 2011. Kew scientists lead fight to save orchids from extinction. The Independent, 13 February 2011.

Parfitt, R.L., Giltrap, D.J., Whitton, J.S. 1995. Contribution of organic matter and clay minerals to the cation Exchange capacity of soils. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 29, 9&10, pp. 1343-1355.

Pedersen, Ha., Faurholdt, N. 2007. Ophrys. The bee orchids of Europe.- Kew Publishing, Royal Botanic Gardens, Kew.

Pianka, E.R., 1970. On r- and k- selection. Am. Nat., 104: 592-597.

Pridgeon, Am., Cribb, Pj., Chase, Mw., Fn. Rasmussen, 2001. Genera Orchidacearum. Volume 2. Orchidoideae (part one).- Oxford University Press, Oxford

PROJET MATE-PNUD-FEM, 2015. PLANIFICATION NATIONALE SUR LA DIVERSITE BIOLOGIQUE ET MISE EN OEUVRE EN ALGERIE DU PLAN STRATÉGIQUE DE LA CONVENTION SUR LA DIVERSITE BIOLOGIQUE 2011-2020 ET DES OBJECTIFS D'AICHI. Étude diagnostique sur la Biodiversité & les changements climatiques en Algérie.

Quezel, P., 1976. La dynamique de la végétation en région méditerranéenne. Estratto de Vol 39, 1 976, d ella collona verde, p. 375-39 1.

Quezel, P. 1985. Definition of the Mediterranean region and the origin of its flora. In GOMAZ-CAMPO Edit-"plant conservation in the Mediterranean area" Junk, Dordrecht, p: 9-24.

Quezel, P. 1995. La flore du bassin méditerranéen, origine, mise en place, endémisme, Ecologia mediterranea, 21(1-2) : 19-39

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Quézel, P. 1998b.** Cèdres et cédraies du pourtour méditerranéen : signification bioclimatique et phytogéographique. *Forêt médit.* 19 : 243-260.
- Quézel, P., 1999a.** Les grandes structures de végétation en région méditerranéenne : facteurs déterminants dans leur mise en place post-glaciaire. *Geobios* 32 : 19-32.
- Quézel, P. 2000.** Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ed. Ibis. Press. Paris. 117 p.
- Quézel, P., Barbero, M., 1981.** Contribution à l'étude des formations présteppeiques à genévriers au Maroc. *Bol. Soc. Brot., sér. 2*, 53 : 1137-1160.
- Quézel, P., Barbero, M., 1986.** À propos des forêts de *Quercus ilex L.* dans les Cévennes. *Bull. Soc. Linn. Provence* 38 : 101-117.
- QUÉZEL, P., MEDAIL, F., 2003.** Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Elsevier. Paris, 571 p.
- Quezel, P., Medail F. 2003-a.** Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Paris, Elsevier, édit. 592 p.
- QUEZEL, P., MEDAIL F., 2003-c.** Que faut-il entendre par "forêts méditerranéennes". *Forêt Méditerranéenne*. T. XXIV. N°1. Pp:11-30.
- Quézel, P., Santa, S. 1962 - 1963.** Nouvelle flore d'Algérie et des régions désertiques méridionales. Ed. CRNS, Paris (FR), Tome I : 1-565, Tome II : 566-1170. Tome 1. CNRS., éditions. Paris. 279-280 p.
- Rajot, J.L., Ribolzi, O., Thiebaut, J.P. 2002.** Wind erosion in a small catchment of grazing area in northern Burkina Faso: influence of surface features. In: Lee J.A. & Zobeck T.M., eds. *Proceedings of the ICAR5/GCTESEN joint meeting, 22-25 July, Lubbock, Texas, USA.* Lubbock, Texas: International center for arid and semi arid lands studies, 185-190.
- Ramade, F. 1997.** Conservation des écosystèmes méditerranéens ; enjeux et perspective. Les fascicules du plan bleu n°3. Edition Economica, Paris, 189 p.
- Ramade, F. 2003.** *Elément d'écologie, écologie fondamentale.* 3eme édition. Edition DUNOD. 1-100.
- Ramos, FT., Dores, EFDC, Weber, OLDS, Beber, DC., Campelo Jr., JH et Maia, JCDS. 2018.** La matière organique du sol double la capacité d'échange cationique du sol tropical en culture sans labour au Brésil. *Journal des sciences de l'alimentation et de l'agriculture*, 98 (9), 3595-3602.
- Raynaud, Ch. 1985.** Les orchidées du Maroc.- SFO, Paris.
- Rebbas, K., Véla, E. 2013.** Observations nouvelles sur les Pseudophrys du Centre-Est de l'Algérie septentrionale.- *J. Eur. Orch.* 45 (2): 501-517. UICN. (2019): Liste rouge de l'UICN des espèces menacées.- Version 2019-2. www.iucnredlist.org.
- Reille M., Pons A. 1992.** The ecological significance of scherophyllons oak forests in the Western part of mediterranean basin : a note on pollenanalytical data. *Vegetatio* 99-100 : 13-17.
- R.G.P.H. 2019.** Renssancement global des populations et des habitants, pp. 10–25.
- Richard, P. J. H. 1997.** Les climats annuels, la variabilité climatique et le bioclimat, adresse sur le web: www.geogr.umontreal.ca/données/geo3152.
- Rivas-Martinez, S. 1977.** Sur la végétation des pelouses thérophytiques de l'Europe occidentale in. *La végétation des pelouses sèches à thérophytes*, Colloques Phytosociologiques, 6: 55-71.
- Rivas-Martinez, S. 1981.** Les étages bioclimatiques de la péninsule Ibérique. *Anal. Gard.*

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Bot. Madrid 37 (2). p : 251-268

Roberts-Pichette, P., Gillespie L. 2000. Protocole de suivi de la biodiversité végétale terrestre. Lexique. Direction de la science des écosystèmes, Environnement Canada. Site web.Se. ; 1991 pp

Saenger, A., Cécillon, L., Poulenard, J., Bureau, F., De Daniéli, S., Gonzalez, J.-M., Brun, J.-J. 2015. Surveying the carbon pools of mountain soils: A comparison of physical fractionation and Rock-Eval pyrolysis. *Geoderma* 241-242, 279–288. doi:10.1016/j.geoderma.2014.12.001.

Saggar, S., Yeates, G.W., & Shepherd, T.G. 2001. Cultivation effects on soil biological properties, microfauna and organic matter dynamic in Eutric Gleysol and Gleyci Luvisol soils in New Zealand. *Soil and Tillage Research* 58 (1-2) : 55-68.

S.A.T.E.C. 1976. Etude développement intégré de la daïra de Tlemcen. Rapport technique, 93 pp.

Sauvage, R 1963. Le quotient pluviométrique d'EMBERGER. Son utilisation et la représentation de ses variations au maroc. *Ann. Serv. Phys. GL. Meteorol*, 20 (1): 11-23.

Schaefer, R. 1976. La matière organique du sol, sa dynamique liée aux facteurs de l'environnement, son rôle de régulation dans les écosystèmes : cas particulier des sols calcimorphes et des sols halomorphes sous climat de type méditerranéen. Article. C.N.R.S. Laboratoire d'écologie végétale Université de Paris XI, Orsay.

Schatz, B., Geniez, P. 2011. Les orchidées, un patrimoine naturel à conserver, In le génie de la nature. Biotope, Méze (collection Pathénopé). 26-47.

Schoonover, J. E., & Crim, J. F. 2015. An introduction to soil concepts and the role of soils in watershed management. *Journal of Contemporary Water Research & Education*, 154(1), 21-47.).

Sebei, H. 2001. Evaluation de la biomasse arborée et arbustive dans une séquence de dégradation de la suberaie à cytie de Kroumirie (Tunisie)- *Annales des Sciences Forestières*, 58: 175–191.

Sekour, B., 2012. phytoprotection de l'huile d'olive vierge (H. O. V) par ajout des plantes végétales (tym, ail, romarin), mémoire de magister, université Mohamed Bougerra Boumerdes , 2011-2012

Servant-Vildary, S., Roux, M. 1990. Variations de température estimées à partir du déplacement en altitude des associations de diatomées dans une séquence holocène de la Cordillère Orientale de Bolivie. *C. R. Acad. Sci. Paris*, t. 311, Série II, p. 429-436, 1990.

Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S., & Denef, K. 2004. A history of research on the link between (micro) aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil Till Res* ; 79 : 7-31.

Seltzer, P. 1946. Le climat de l'Algérie. *Inst. Météor. et de Phys. du Globe. Alger*. 219 p.

Sonke, B., 1998. Études floristiques et structurales des forêts de la réserve de faune du Dja (Cameroun). Thèse de doctorat : Université Libre de Bruxelles (Belgique).

Sespedes, J. 2014. Hiérarchisation des stress environnementaux influençant les vulnérabilités microbiennes du « continuum » phyllosphère-litière de *Pistacia lentiscus*. Thèse de master. Aix Marseille Université. 39 p.

Smith, L.J., Paul, EA. 1990. The significance of soil biomass estimations. In Bollag J.M., Stotzky G. (Eds.). *Soil Biochemistry*. Vol. 6. Marcel Dekker, New York, p. 357-396.

Stambouli-Meziane, H. 2010. Contribution à l'étude des groupements psammophytes de la région de Tlemcen. Thèse de Doct. Eco.Vég.Dép. Biol. Fcu. Scie. Univ. Abou Bakr

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Belkaid Tlemcen. 230p.

Talbi, B., Salehi, S. 2015. La réalité du développement agricole en Algérie et ses indices de mesure. Revue des sciences économiques et de gestion. N° 31.

Taneja, P., Vasava, HK, Daggupati, P. et Biswas, A. 2021. Comparaison multi-algorithmes pour prédire la teneur en matière organique et en humidité du sol à partir d'images de téléphones portables. Géoderme, 385, 114863.

Tassin C., 2012. Paysages végétaux du domaine méditerranéen. Institut de recherche pour le développement (IRD). Marseille. ISBN : 978-2-7099-1731-5.

Tejada, M., Garcia, C., Gonzalez, J.L., Hernandez, M.T. 2006. Use of organic amendment as a strategy for saline soil remediation: Influence on the physical. Chemical and biological properties of soil, Soil Biology and Biochemistry. 38(6): 1413–1421.

Trabaud, L. 1991. -Le feu est-il un facteur de changement pour les systèmes écologiques du bassin méditerranéen ? Sécheresse, 3 (2): 163 - 174.

Turner, K. G., Anderson, S., Gonzales-Chang, M., Costanza, R., Courville, S., Dalgaard, T., ... & Wratten, S. 2016. A review of methods, data, and models to assess changes in the value of ecosystem services from land degradation and restoration. Ecological Modelling, 319, 190-207.

UICN. 2019.

Valé, M., Laurent, F., Mary, B., Justes, E., & Mangin, M. 2007. Effets de la température et de l'humidité du sol. Perspectives agricoles, (331), 46.

Vela, E., Benhouhou, S. 2007. Évaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le Bassin méditerranéen (Afrique du Nord). C.R. Biologies, Paris. (330) : 589-605.

Vincent, Q., Chartin, C., Krüger, I., Wesemael, B.V., Carnol, M. 2019. La qualité biologique et le carbone organique des sols agricoles en Wallonie. SPW, Agriculture, Ressources Naturelles Et Environnement. Direction de la Protection des Sols. DGARNE, 15 avenue Prince de Liège - 5100 Jambes. N° vert: 1718 - www.wallonie.be

Verhey, R., Deloffre, J., Brun cottan, JC., Lafite, R. 2010. The effect of wave-induced on intertidal mudflats: impacts traffic and wind. Continental Shelt Recherche, 27, 5, 594-612 (16p).

Walter, H., Lieth, H. 1960. Klimadiagram weltathas. Jenafishar Iena. Ecologia médit. Tome XVIII 1992. Univ. Droit, d'économie et des sciences d'Asie- Marseille III. WERKER. 1980-1981.

Walter, K.S., Gillett, H.J. 1998. 1997 IUCN Red List of threatened plants. IUCN-The World Conservation Union, Gland and Cambridge, Ixiv + 862 p.

Wendling, M., Carrard, E., Schaffner, L., Füllemann, F., Charles, R. 2008. Nouvelle fiche technique : Le sol et la CEC comme facteurs décisionnels pour le chaulage et la fumure : Décision en bref.

WWF, et UICN, 2008. Les forêts méditerranéennes menacées par le changement climatique. WWF Grèce, 210-3314893. www.uicn.org . www.uicnmed.org .

Yahiaoui, D. 2015. Impacts des variations climatiques sur l'agriculture en Oranie. Mémoire de Magister. Faculté des sciences de la nature et de la Vie. Département de biologie. Université Oran 1.

Zamiti, K. 1993. Le pastoralisme forestier. Cahiers CERES, Série Géographie. 8: 33–45.

Zombre, G., Hema, D., Falalou, H., Sankara, P. 2003. High diurnal temperatures and cowpea

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) productivity in the counter-season. ISSN : 1147-7806.

Zouidi, M., Borsali, A. H., Allam, A., & Gros, R. 2018. Characterization of coniferous forest soils in the arid zone. *Forestry Studies*, 68(1), 64-74.

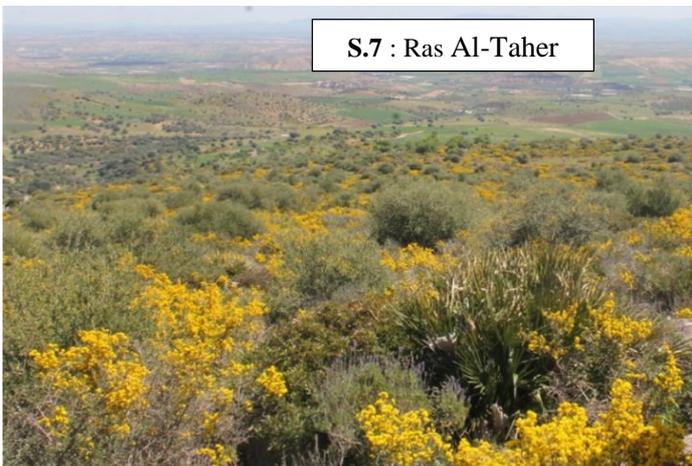
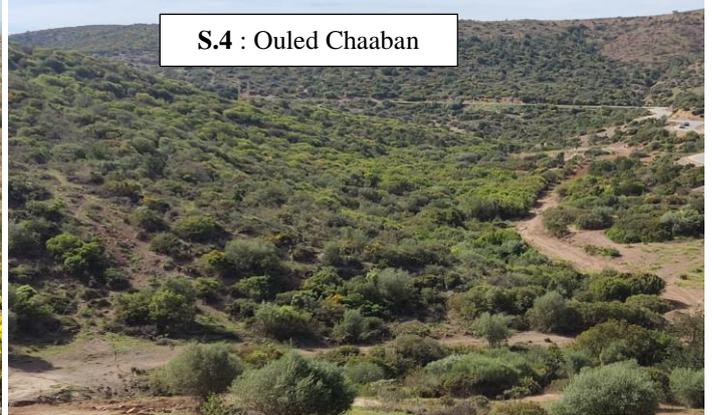
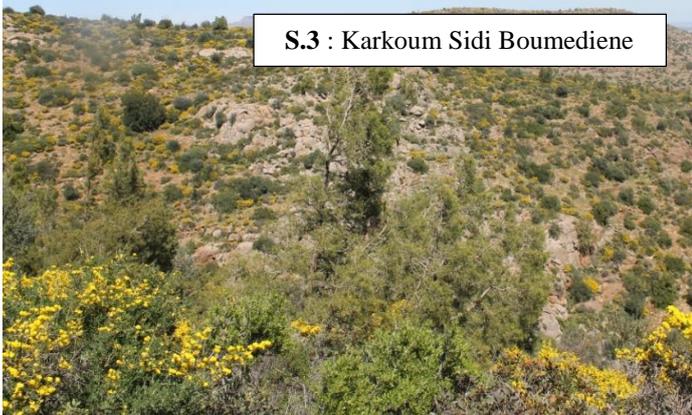
Zouidi, M., Borsali, A. H., Allam, A., & Gros, R. 2019. Quality estimation of the western Algeria forest soils. *Malaysian Journal of Soil Science*, 23, 87-98.

Zouidi, M., Borsali, A. H., Allam, A., Gros, R., Rebufa, C., & Da Silva, A. M. F. 2020. Comparative Local Case Study of Coniferous Forest Litter of the " *Pinus halepensis* Mill" in Arid and Semi-arid Areas of Western Algeria. *Acta Silvatica et Lignaria Hungarica*, 16(1), 39-50.

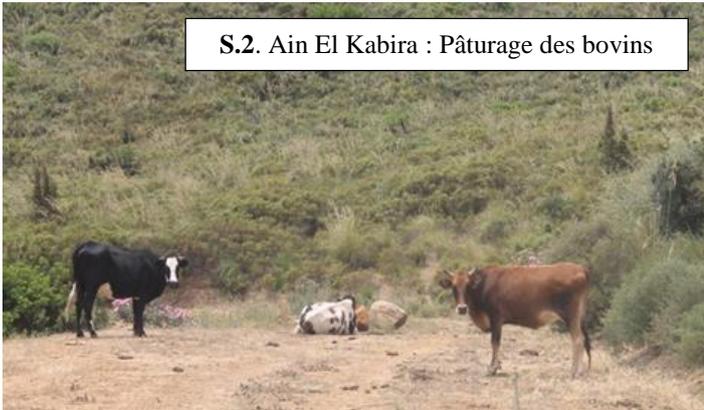
ANNEXES

ANNEXES

Annexe 1 : Les stations d'échantillonnage de la zone d'étude (Photos : DAHMANI R, 2019).



Annexe 2 : L'action anthropique et de pâturage dans le massif de Fellaoucène (Photos : DAHMANI R, 2019).



S.2. Ain El Kabira : Pâturage des bovins



S.3. Karkoum Sidi Boumediene : Pâturage des bovins



S.8. Ain Manchar : Pâturage des bovins



S.1. Al-Natour : Pâturage des ovins et caprins



S.4. Ouled Chaaban Pâturage des ovins et caprins



Ouverture de sentiers : Réalisation d'une ligne électrique haute tension



Ouverture de sentiers : Réalisation d'une ligne électrique haute tension



Ouverture de sentiers : Réalisation d'un réseau d'AEP

Annexe 3 : Les incendies dans le massif de Fellaoucène (Photos : DAHMANI R, 2018).



ANNEXES

STATION : AIN EL KEBIRA

Code	Axe1	Axe2	Axe3												
At	1,20	-0,42	-0,65	Cp2	-1,51	-2,38	-0,54	Iv	1,29	-0,61	0,02	Pp	-0,35	-1,74	0,01
Av1	0,33	1,49	-0,79	Cp3	-0,79	-1,48	2,02	Ix	0,31	-0,78	-0,95	Pm2	-0,67	-0,01	-1,37
Ag	0,42	0,34	-0,22	Cs2	-1,01	2,13	0,09	Lac	-1,18	-0,46	-0,74	Pm2	-0,21	0,80	-1,04
Ap	-0,87	-0,60	-1,06	Cs4	0,84	0,60	-1,13	Ld	-0,06	-0,52	-0,02	Po	-0,18	1,26	0,21
Am6	-1,42	0,35	0,56	Ch2	0,20	-1,64	0,20	Lp1	0,83	-0,34	-0,62	Qc	-1,29	1,36	0,33
Aip	-0,51	-1,73	-1,09	Ca3	0,52	0,01	-0,26	Ls1	0,52	0,28	1,32	Qi	0,35	-0,16	-1,22
Av1	-1,21	-0,29	-1,58	Cm	1,40	0,13	-0,21	Ls2	0,24	0,58	-0,73	Rg	-0,21	0,60	1,02
Am2	0,78	-0,36	-0,49	Ca5	-0,27	-0,79	0,47	Lm	0,16	-0,15	-0,28	Ra1	-1,15	-0,20	2,36
Amt	-2,24	0,73	-0,34	Ca4	-1,61	-1,67	0,84	Lr	-0,33	-0,22	0,82	Rp2	0,10	-1,45	-1,11
Apg	0,18	0,59	1,10	Cc3	1,47	-0,01	0,17	Lo2	0,80	-0,86	0,00	Raa	-1,48	-0,07	-1,16
App	0,50	1,71	0,11	Ct	0,36	-0,70	-0,22	Lp2	-1,76	-0,58	0,12	Rl	0,28	1,12	1,33
Av4	0,13	1,48	-1,35	Cv2	0,55	0,79	-0,30	Mh	0,11	1,08	-0,63	Rr	0,72	-0,83	-0,77
Aap	-0,68	-0,43	-0,50	Cs3	-0,96	0,26	0,56	Mv	-0,53	-1,02	-0,47	Ra2	-0,48	1,51	-1,94
Aal	-0,05	-0,95	0,38	Cc4	0,25	-0,17	0,87	Mp	0,04	1,49	0,25	Rp1	0,11	1,48	0,22
Al	1,31	0,04	0,52	Cc5	0,16	-0,83	1,93	Mo1	-0,83	1,72	-0,10	Sa1	-0,51	-0,67	-2,21
At1	-2,24	0,73	-0,34	Ch3	0,70	-0,36	-1,33	Mt	0,12	0,78	0,82	Sv1	-1,52	-1,01	1,02
Av2	0,40	1,34	0,62	Dg1	0,70	1,01	-0,69	Ms	0,84	-0,11	0,22	Ss1	-1,41	-1,12	-1,48
Av3	1,44	-0,45	-0,34	Dg2	-1,80	0,15	0,24	Mb	1,05	-1,04	0,38	Sp1	-1,00	0,47	-2,29
Aa	-0,13	0,45	1,69	Dc	0,52	2,00	0,28	Mc	-0,95	-0,05	0,07	Sp	0,07	-0,32	-0,52
Am4	-0,05	1,65	1,06	Dcm	-1,72	0,59	0,21	Na	-0,90	0,05	0,83	Sh	-0,25	1,12	2,15
Ah1	1,18	-0,98	-0,23	Dc1	0,56	0,66	0,01	Nm1	-0,51	0,38	-0,10	Sm1	0,84	2,11	0,16
Am5	1,07	-0,19	-1,04	Dp	-0,29	-1,37	2,07	Ov2	-0,16	0,69	0,70	Sl	-0,23	1,60	-1,83
Ab	-0,67	0,33	-2,02	DI	-0,90	-1,22	1,32	Oe	0,04	0,88	1,82	Sv2	-0,06	-0,42	-0,89
Ah2	1,59	0,12	0,03	Er	-0,69	0,01	-2,07	Op3	0,44	-0,78	-0,04	Sa2	-0,94	-1,07	-0,08
Ac1	1,66	-0,29	-0,08	Es	-0,18	-0,83	-0,35	Or1	0,49	0,13	-1,05	Ss3	1,04	0,10	-0,35
Ac2	-0,39	1,78	1,07	Ec	-1,71	-0,04	-0,79	Ov1	-0,06	-1,19	-1,45	Sc	-1,86	0,51	0,56
As	-0,37	-0,91	1,52	Em	-1,37	0,77	0,06	Oll	-0,28	-1,08	-0,34	Sg1	0,92	2,14	0,35
Ba	1,27	-0,63	0,64	Et1	1,75	-0,43	0,21	Op1	-0,32	-0,80	2,29	Sa3	0,23	-0,48	-2,10
Bs	1,25	-1,23	-0,71	Et2	1,75	-0,43	0,21	Osb	-0,98	1,28	1,13	Sa6	-0,65	1,11	2,52
Bd	0,66	-1,33	0,92	Fc1	-1,17	0,12	-0,86	Otf	-1,34	1,07	-0,41	Sa4	1,19	1,41	0,34
Br1	1,66	-0,60	0,01	Fc3	1,81	-0,45	0,04	Ott	-0,67	0,59	-0,76	Sa7	-1,00	-0,65	-0,23
Bf	1,81	-0,15	-0,05	Fp	0,70	-1,31	-0,08	Oi	-1,44	-1,30	0,06	So	-1,98	1,56	1,38
Bm2	1,13	-0,35	0,06	FI2	1,36	0,21	0,11	Oo	0,03	-1,49	-1,07	Tc1	-0,53	-1,22	-0,39
Br3	1,81	-0,15	-0,05	Ft	1,67	-0,20	0,05	Ou	-1,32	0,36	0,27	Tpc	-0,19	-1,89	2,07
Br2	-0,98	-1,39	-0,44	Fc4	0,35	-0,57	0,12	Or2	-1,00	0,47	-2,29	Tp	1,70	-0,36	0,01
Bs	-1,04	-1,65	0,11	Gd	0,37	0,00	-1,11	Os	0,72	-0,67	0,77	Ta	0,74	1,43	0,29
Bm3	-0,40	1,46	0,26	Gt	-0,93	0,07	-1,22	Ps1	1,75	-0,13	0,13	Ta1	0,38	0,18	-2,21
Ca1	-1,20	2,24	-0,28	Ga1	0,41	1,78	-0,87	Pa1	1,65	0,32	-0,08	Tc	1,10	-0,36	-0,22
Cs1	1,46	0,30	-0,30	Gv1	0,06	-2,15	2,04	Ps2	1,63	-0,01	-0,07	Ts1	-1,73	-0,12	-0,47
Cvi	-0,59	-1,81	2,06	Gv2	0,87	-0,22	0,24	Pm1	-0,36	0,35	0,67	Ts2	-0,32	-1,24	1,49
Cd	-0,28	1,99	-0,48	Ge	0,78	1,25	0,12	Pa3	0,59	1,91	1,18	Up	1,70	0,27	-0,07
Cha	-0,94	-1,47	0,21	Gi	-0,34	1,42	1,18	Pc	-0,31	-1,62	-0,30	Um	-0,37	-1,32	-0,47
Cg	-0,74	-0,14	0,34	Hg	-0,27	-0,27	-0,27	Pe	1,67	-0,27	0,02	Up1	1,04	0,10	-0,35
Ch1	0,38	-0,78	2,23	Hsc	1,58	0,50	0,17	Ph	1,35	0,30	0,21	Vc	-0,79	-0,53	-0,30
Cc1	-0,43	1,11	0,89	HI	0,36	-1,14	-0,92	PI1	0,72	0,96	1,18	Vd	-1,59	1,04	1,43
Cc2	-0,96	1,19	-1,92	Hr1	-1,17	-0,84	-2,20	PI2	0,52	-0,57	0,25	Vt	-0,82	0,37	-1,03
Ci2	1,02	0,28	-1,20	Hr2	-0,02	-0,15	1,05	PI3	*	*	*	Vs	-1,35	0,97	1,17
Cn1	0,22	-0,54	0,33	Hm2	1,71	-0,07	0,19	Pmc	-1,53	-1,55	0,58	Va	0,04	0,55	1,27

ANNEXES

STATION : KARKOUM SIDI BOUMEDIENE :

Code	Axe1	Axe2	Axe3												
At	1,14	-0,48	0,53	Cp3	1,05	0,08	-1,07	Hr1	-1,16	1,54	-0,22	PI3	-0,47	1,40	-1,25
Av1	-0,16	-0,80	-1,34	Cs2	0,40	-2,17	-0,51	Hr2	-0,98	-0,34	2,08	Pmc	0,03	1,68	-2,12
Ag	0,21	0,38	-1,97	Ch2	0,82	-1,18	-1,56	Hm2	0,71	-0,32	0,72	Pp	-0,20	-1,31	-0,21
Ap	-1,13	-0,15	0,83	Cl	-0,72	1,80	2,10	Ix	-0,11	1,34	-0,03	Pm2	1,95	-0,34	0,06
Am2	-1,80	0,98	0,58	Cm	-0,90	2,19	-0,83	Lo1	1,87	-0,37	0,16	Po	0,79	0,60	-0,88
Amt	-0,73	-0,86	0,85	Ca5	0,64	0,57	-0,84	Lac	1,46	0,25	0,46	Qc	0,24	1,90	0,15
App	-1,35	-1,58	-0,18	Ca4	-1,63	-2,24	-0,04	Ld	0,50	-1,25	1,37	Rg	-0,44	-0,08	-1,08
Av4	0,34	0,47	-0,38	Cc3	0,61	0,68	-1,28	Ls3	-1,13	-1,32	-1,29	Rp1	-0,51	-1,41	-1,86
Aap	0,66	0,60	-1,27	Ct	1,30	-0,38	-1,13	Lp1	0,15	1,35	-0,75	Ra1	-1,29	0,52	1,13
Aal	0,16	1,52	-1,28	Cv2	0,65	-1,46	0,77	Ls1	0,44	-0,30	-0,06	Rp2	-0,15	-2,15	2,07
Al	-0,30	0,83	-0,83	Cs3	-1,85	1,09	1,69	Ls2	0,65	0,32	0,31	Raa	-0,80	-1,15	-1,84
At1	-0,62	-0,27	0,29	Cc4	1,32	0,26	0,23	Lr	-0,79	0,62	-0,31	Rl	-1,01	0,35	0,55
Av2	-0,48	0,24	0,40	Ch3	-0,03	0,07	2,33	Lo2	0,18	0,52	0,21	Rp1	0,91	-0,44	-0,56
Av3	1,27	-0,28	-0,52	Dg1	0,26	0,40	1,07	Lp2	-0,45	0,47	1,34	Sa1	-1,37	-0,49	0,17
Aa	-1,78	0,82	0,01	Dg2	-1,06	0,92	0,01	Mh	0,39	-0,38	0,90	Sv1	0,21	0,04	-1,60
Am4	0,31	0,80	0,06	De	0,18	1,13	0,68	Mp	-1,97	0,16	0,09	Sm	-0,27	0,03	2,00
Ah1	0,30	-0,82	-0,23	Dcm	0,39	0,16	-0,68	Mo1	0,75	-0,42	0,00	Sa5	0,07	1,80	0,63
Am5	0,29	1,54	-0,44	DI	0,26	0,06	-0,09	Mt	-0,06	1,67	0,46	Ss1	0,91	-1,85	0,78
Ab	-0,06	-0,24	-0,28	Dss	0,57	0,95	-1,08	Mb	-0,07	-1,46	-2,02	Sp1	-1,84	-0,96	-0,73
Ah2	1,15	0,15	1,29	Er	-1,09	-0,45	0,12	Mc	0,91	0,25	1,20	Sp	-0,04	0,45	0,91
Ac1	0,83	0,11	-0,91	Es	0,80	1,22	-0,10	Na	-1,52	-0,17	0,95	Sh	0,67	-1,43	0,44
Ac2	-1,31	-0,52	0,60	Em	-0,56	-1,44	1,38	No	-3,15	0,01	-0,06	Sl	-0,56	-1,69	-1,89
As	1,95	-0,34	0,06	Et1	0,46	0,68	1,08	Nv	-0,63	0,44	-0,50	Sv2	-0,36	0,67	-0,45
Ba	1,60	0,23	-0,12	Et2	0,26	0,35	1,72	Oe	-0,65	1,07	0,47	Sp2	-0,77	-1,62	0,75
Bs	0,25	1,20	0,63	Fc1	-0,58	-0,66	1,21	Ob1	-0,12	-1,20	0,51	Sa2	0,88	0,03	-1,15
Bd	1,95	-0,34	0,06	Fc2	0,20	-1,45	-0,44	Op3	0,00	-0,40	-0,72	Ss3	-1,08	0,21	0,30
Br1	1,95	-0,34	0,06	FI1	0,23	0,54	-1,80	Or1	0,04	-0,62	1,21	Sc	-0,43	-1,35	0,02
Bf	1,64	0,39	0,17	Fc3	1,95	-0,34	0,06	Os1	-0,07	0,79	0,39	Sg1	-0,59	-0,02	0,67
Bm2	0,84	-0,74	1,81	Fc5	-0,42	-1,52	0,33	Ov1	0,48	-0,44	1,33	Sa3	0,90	0,79	-0,07
Br3	1,74	0,30	0,19	Fp	1,87	-0,37	0,16	Os	-0,81	1,46	0,06	Sa4	0,63	0,09	-1,26
Br2	1,54	0,09	0,20	FI2	1,87	-0,37	0,16	Otf	-0,32	-0,04	-0,77	So	-0,43	-0,95	-0,79
Bs	1,95	-0,34	0,06	Ft	-0,78	-1,52	-1,46	Ott	-0,73	-0,05	-0,38	Tpc	0,06	-0,68	-1,19
Bm3	-1,21	0,32	1,53	Gd	0,00	-0,83	-0,03	Oo	0,26	1,32	0,49	Tp	-0,65	-1,19	-0,30
Ca1	-0,94	-1,30	0,16	Gt	0,55	0,84	1,57	Ou	-0,79	1,00	-0,27	Ta	1,69	-0,53	0,24
Cs1	-1,07	-1,09	2,50	Ga1	-0,39	1,03	-0,04	Or2	-1,93	2,25	-0,91	Ta1	0,75	0,05	0,58
Cvi	-0,47	0,32	-1,28	Gv1	-0,50	-1,64	-0,89	Ps1	1,22	0,20	0,56	Tc	1,32	0,64	0,09
Cd	-1,26	1,76	-2,10	Gv2	0,17	0,65	1,20	Pf	-1,43	-1,60	1,38	Ts1	-0,03	-1,84	-2,11
Cha	1,29	-0,56	-1,29	Gea	0,08	-2,40	-0,08	Pa1	0,04	0,19	0,55	Ts2	0,63	1,09	0,08
Cg	-0,52	1,22	1,87	Gaa	-1,42	-0,03	-2,11	Ps2	1,01	0,02	0,12	Up	1,04	1,12	0,37
Ch1	0,27	0,24	-0,05	Gi	-0,43	2,00	-0,32	Pm1	-0,57	-1,19	-0,54	Um	1,95	-0,34	0,06
Cc1	-1,33	-0,15	-0,55	Ga3	-1,54	-0,60	0,70	Pa3	0,72	0,37	0,25	Up1	*	*	*
Cc2	-0,40	-1,08	1,62	Hc1	-1,02	0,72	0,38	Pc	-0,98	-0,54	-1,04	Vc	-1,89	0,40	-0,24
Ci2	0,22	1,18	0,67	Hg	0,25	1,38	0,23	Pe	-0,42	1,71	0,29	Vd	-0,96	-2,17	0,07
Cn1	-0,59	1,45	-0,91	Hsc	0,09	0,44	-0,80	PI1	1,95	-0,34	0,06	Vt	0,10	0,17	1,72
Cp2	-1,03	-0,94	-1,79	HI	-0,03	0,90	-2,24	PI2	1,22	-0,08	0,65	Va	-1,28	-0,51	0,00

ANNEXES

STATION : D'OULED CHAABAN

Code	Axe1	Axe2	Axe3												
At	1,63	-0,35	-0,01	Cn1	-1,09	2,13	0,02	Hr2	-0,72	-1,40	0,71	Pmc	-1,21	0,50	-0,07
Av1	1,16	-0,71	-0,90	Cp2	-0,87	1,31	-1,17	Hm2	1,22	-0,69	-0,48	Pp	0,00	-1,97	1,57
Ag	0,37	0,29	-0,22	Cp3	0,38	-0,56	-2,14	Ix	0,27	1,49	-1,81	Pm2	1,28	-0,46	-0,18
Ap	-1,75	-0,15	-0,69	Cs2	-1,08	-1,52	0,83	Lo1	0,36	-0,41	-0,79	Po	-1,48	-0,88	-0,82
Av1	-2,18	0,60	0,49	Ch2	1,68	0,33	-0,45	Lac	-1,41	0,70	-0,11	Qc	0,97	-0,23	0,25
Am2	0,74	-1,03	-1,07	Ca3	1,25	-0,01	0,28	Ld	-1,07	0,43	-0,23	Qi	-0,72	-1,10	2,04
Ac3	-1,49	-2,22	-0,20	Cm	1,98	0,02	0,07	Lp1	-0,07	0,26	-0,36	Rg	0,04	-0,04	-1,60
Ac4	-1,34	-0,07	-0,09	Ca5	0,77	-0,43	0,43	Ls1	-0,29	0,80	1,00	Ra1	-0,76	-0,09	1,72
Apq	-0,64	0,47	0,48	Ca4	1,06	0,35	-0,11	Ls2	0,05	-0,33	0,75	Rp2	-0,58	2,32	0,38
Av4	-0,52	0,94	-0,52	Cc3	-0,54	0,16	-0,45	Lr	1,17	0,34	-0,28	Raa	0,26	-1,91	-0,33
Aap	0,56	0,56	0,21	Ct	-0,51	-0,13	-0,15	Lo2	0,55	-0,66	-0,36	Rr	-1,52	-1,46	0,23
Aal	0,04	-0,80	-0,57	Cv2	-1,57	0,85	0,36	Lp2	-0,46	1,63	0,49	Ra2	-0,48	0,10	1,34
Al	-0,62	0,35	-0,32	Cs3	0,14	1,42	0,24	Mh	0,18	-1,83	-0,91	Rp1	0,77	-1,49	0,79
At1	1,29	0,02	0,79	Com	0,49	0,92	1,93	Mv	0,54	0,29	-1,21	Sa1	-0,78	-2,44	0,28
Av2	-1,30	0,84	-0,19	Cc4	-0,15	-0,60	-1,68	Mp	-1,94	-0,64	-0,76	Sv1	-1,48	0,79	0,93
Av3	-0,13	0,68	0,53	Cc5	0,20	1,02	-1,55	Mo1	-0,24	-0,54	0,22	Sm	-0,88	-1,90	-1,78
Aa	0,23	-0,42	-0,37	Dg1	1,46	0,18	1,12	Mt	0,19	1,25	-0,40	Scn	*	*	*
Am4	-0,01	1,89	1,02	Dg2	-1,10	1,71	0,71	Ms	-0,96	1,04	-2,82	Sa5	0,66	0,42	1,23
Ah1	-0,45	-0,58	2,57	Dc	-0,61	-1,61	1,79	Mp	-0,66	-0,48	0,35	Ss1	1,01	-0,38	-1,04
Am5	0,73	0,38	-0,87	Dcm	-0,26	0,21	-0,85	Mb	0,64	-0,06	0,89	Sp1	-0,66	-2,01	-0,23
Ab	1,04	0,20	-1,94	Dp	0,19	1,24	1,15	Mc	-0,45	-1,15	-0,55	Sp	-1,16	-0,34	0,05
Ah2	-1,69	-1,79	-1,55	DI	-0,27	-0,06	2,41	Na	-0,61	0,55	1,79	Sh	0,95	1,35	0,61
Ac1	1,98	0,02	0,07	Dss	0,58	-1,50	-0,75	Nm1	0,29	0,12	-0,65	Sl	0,08	-0,60	0,38
Ac2	1,51	0,51	-0,35	Er	0,39	0,81	-0,59	Ov2	-1,12	1,13	-1,01	Sv2	-0,11	-1,01	-1,01
As	-0,25	1,29	1,17	Es	0,25	-1,25	0,64	Oe	0,12	0,17	-2,52	Sa2	1,26	-0,57	-1,48
Bt	-1,30	1,16	-2,00	Ec	-0,14	-1,81	0,85	Ob1	-0,63	0,07	0,43	Ss3	0,18	-1,67	0,80
Ba	-1,18	0,35	-0,74	Em	1,91	0,14	0,22	Op3	0,10	2,23	1,26	Sc	-0,45	-0,11	-1,28
Bs	0,09	-0,07	-0,25	Et1	1,91	0,14	0,22	Or1	-0,98	0,76	0,85	Sg1	0,64	0,22	0,32
Bp	0,89	-0,13	0,42	Et2	1,47	-1,45	-0,43	Ov1	-1,64	1,64	-0,98	Sa3	0,81	0,70	0,21
Bd	1,98	0,02	0,07	Fc1	-0,26	-0,84	0,91	Ob2	0,73	0,14	-0,90	Sa4	0,51	-1,46	-0,66
Br1	1,81	0,13	-0,09	Fc3	1,46	0,49	0,03	Ofm	-1,64	-1,71	1,79	So	0,79	1,65	0,98
Bf	-0,62	0,11	0,63	Fp	1,07	-0,09	0,59	Oll	-0,20	0,21	-2,31	St	-1,40	0,27	0,79
Bm2	1,98	0,02	0,07	Fl2	-0,64	-1,31	0,30	Omm	0,96	0,40	0,58	Tpc	1,53	0,41	-0,22
Br3	1,98	0,02	0,07	Ft	-0,27	0,66	-1,55	Ooh	-1,63	-0,74	-0,67	Tp	0,43	-0,49	1,57
Br2	1,98	0,02	0,07	Fc4	0,20	-2,26	1,21	Op1	-1,18	-1,03	-1,15	Ta	1,98	0,02	0,07
Bs	-0,03	-0,13	0,94	Gd	-0,31	0,17	-0,40	Os	-0,63	0,69	1,30	Tc1	0,18	1,03	0,73
Bm3	-1,69	0,96	-0,39	Gt	-1,07	1,13	-1,64	Ott	-0,82	-0,97	-0,66	Ta1	-0,42	-0,80	-0,98
Bl	-0,64	-0,12	0,56	Ga1	0,32	0,31	1,94	Oi	-1,05	1,24	-0,80	Tc	0,95	-0,10	1,31
Ca1	-0,59	1,18	0,26	Gv1	-0,64	0,88	-0,79	Ou	-0,39	0,35	-1,86	Ts1	0,12	-0,59	0,71
Cs1	-0,45	-0,13	0,53	Gv2	-0,54	0,64	0,43	Or2	-0,51	0,40	1,40	Ts2	-0,70	1,35	0,05
Cvi	1,10	-0,03	0,41	Ge	-1,14	0,81	1,36	Ps1	1,16	1,20	-0,65	Up	-0,63	-0,68	-0,11
Cd	-0,30	-1,09	1,52	Gaa	0,68	0,86	-1,06	Pa1	-0,10	-0,58	-0,23	Um	1,64	-0,18	0,36
Cha	0,09	1,76	0,63	Gi	-1,36	0,32	0,44	Ps2	1,98	0,02	0,07	Vc	-0,20	0,21	-2,31
Cg	-0,72	1,80	0,39	Hh	-1,43	-0,83	0,25	Pm1	0,79	0,99	-0,92	Vd	-1,11	0,93	0,36
Ch1	-1,17	-2,11	-0,11	Hg	0,70	-0,69	-0,94	Pa3	-0,47	1,58	0,42	Vt	-1,60	-2,35	-0,50
Cc1	1,25	-0,11	-2,02	Hsc	-0,16	1,88	0,48	Pl1	1,98	0,02	0,07	Vs	0,35	0,33	0,69
Cc2	0,77	-1,47	2,05	Hl	-0,50	0,60	0,76	Pl2	0,96	-0,43	1,01	Va1	0,65	0,09	-0,03
Ci2	1,09	-1,22	-1,32	Hr1	-0,20	1,17	0,68	Pl3	-0,41	-1,33	-0,67	Va	-0,66	-0,25	0,46

ANNEXES

STATION : EL-HYADRA

Code	Axe1	Axe2	Axe3												
At	0,93	-0,08	0,28	Cs4	0,48	0,29	0,17	Ld	0,00	-2,03	-0,60	Rp1	0,21	1,35	-2,44
Aip	-0,90	-0,91	-0,69	Ch2	-2,96	-0,58	-1,28	Lm	0,65	-0,31	-0,61	Ra1	-1,04	0,77	-0,02
Am1	0,45	1,39	-0,87	Ca3	1,57	0,10	-0,08	Lt	0,25	-1,38	0,81	RI3	0,35	-1,24	-0,10
Av1	0,11	0,82	-0,09	Ci4	1,30	-0,27	0,07	Ls1	0,56	-0,72	0,93	RI1	0,10	-0,87	-1,71
Am2	0,03	-0,96	1,08	Ca3	-0,56	-0,54	-1,38	Ls2	1,18	-0,22	0,38	Rp1	0,55	0,35	-0,17
Av4	0,14	-0,67	0,49	Cv1	1,10	0,66	-0,52	Lt2	-1,04	0,26	-0,62	Raa	0,18	0,54	1,65
Amt	-0,94	0,53	-1,17	Cl	0,84	-0,44	-0,59	Lm	-0,22	-0,37	-0,64	RI	-1,15	1,08	0,44
Agr	-0,91	-0,77	2,43	Cm	-1,58	-0,53	-1,71	Lr	-0,81	0,70	0,22	Rc	-1,96	0,26	-1,81
Aap	-0,60	-0,50	-0,04	Ca5	-0,27	0,03	2,15	Li	1,00	-0,89	0,03	RI2	-0,42	-1,74	1,05
Aal	-1,47	-0,94	0,55	Ca7	0,51	-0,50	0,32	Lo2	-0,43	1,25	0,40	Rp1	-0,50	1,55	-2,02
Af	0,29	0,41	2,06	Ca4	0,57	0,19	0,41	Lp2	0,25	1,08	0,27	Sa1	-2,48	1,88	0,24
Ai	-0,34	1,71	0,40	Cc3	0,28	0,46	-0,96	Lac	0,94	0,91	-0,75	Sv1	-1,11	-1,20	-0,24
Bm2	-0,37	-1,14	-0,35	Ct	-0,24	-1,80	0,40	Mh	0,07	1,88	0,12	Scn	-0,12	-0,57	-1,57
Br2	0,30	-0,11	-0,28	Cn2	0,32	1,16	1,49	Ms1	-0,47	0,00	1,95	Sg4	-0,20	0,81	1,65
Al	-0,20	-1,35	0,67	Ce4	-0,10	0,07	-0,92	Mv	0,97	-0,58	-0,79	Ss1	0,28	0,35	-0,25
At1	-0,33	-2,89	0,21	Dg1	0,24	-1,81	-0,06	Mm	0,79	0,55	-0,51	Sp	0,93	-0,69	0,32
Av2	0,19	-1,95	0,33	Dg2	1,57	0,10	-0,08	Mo1	0,79	0,57	1,83	Sh	1,52	-0,25	0,05
Au	0,00	1,07	0,18	Dc	-0,34	-1,25	-2,07	Mc	0,49	1,36	0,14	Sm1	1,33	0,24	0,23
Av3	0,28	0,91	1,02	Dem	-1,91	-1,44	-0,43	Nm1	-2,13	-0,46	0,98	Sag	0,95	1,25	-0,19
Aa	-1,46	-0,34	1,93	Dp	-0,18	-2,66	0,58	Np	0,17	-0,12	-0,41	Ss2	-0,99	-0,91	-1,36
Ah1	1,57	0,10	-0,08	DI	-1,04	-0,61	-0,12	Op	0,42	-0,32	-0,47	Sv2	1,36	-0,30	0,28
Am5	-1,15	-0,57	-0,20	Es	-1,66	2,14	0,85	Oe	-0,89	0,27	2,27	Sp2	0,91	-0,02	0,93
Ah2	-0,57	-0,60	1,53	Ei	1,57	0,10	-0,08	Op3	0,29	-1,59	0,02	Sf	0,00	-2,03	-0,60
An	1,57	0,10	-0,08	Ev	-1,35	-0,78	-0,65	Os1	-3,14	0,55	-0,25	Ss3	-1,29	0,24	-1,03
Ac2	0,89	0,47	-0,79	Ea	-0,47	-0,90	-1,28	Oa	-0,72	-0,27	-0,44	Sc	-0,68	-0,13	1,33
As	0,25	1,03	1,86	Em	-0,20	2,01	-0,25	Of	-0,13	0,77	-1,17	Sm2	0,56	-0,72	0,93
Bh	0,45	-0,18	-0,75	Em1	-1,91	-1,34	2,31	Oll	1,39	0,15	-0,08	Sa3	1,18	-0,22	0,38
Bt	0,68	-0,47	0,02	Et1	-1,02	-2,81	-0,68	Os	0,32	-0,27	-0,42	Sn	-0,20	0,81	1,65
Ba	0,95	0,71	-1,17	Et2	-0,04	0,98	-1,72	Osb	-0,14	1,91	1,25	Sa4	0,30	-0,81	-0,62
Bs	0,48	-0,59	0,25	Fc1	-1,16	2,11	-1,45	Ott	-2,59	-0,94	-1,56	So	0,67	0,51	-0,39
Bd	1,57	0,10	-0,08	Fc2	0,26	0,61	-1,00	Oo	0,96	-0,17	0,17	Sa7	0,15	-1,25	-0,24
Br1	0,86	-0,45	1,20	Fc3	0,77	0,02	-0,16	Og	0,04	1,60	1,76	Sc1	-0,43	1,25	0,40
Bf	-1,67	1,04	0,20	Fp	0,10	-0,87	-1,71	Os	0,02	0,94	-1,50	St	0,30	1,43	0,14
Bh1	0,12	0,81	-0,35	Fm	-0,14	0,15	-0,44	Olq	-0,54	-1,78	1,62	Ta	0,68	1,14	-1,27
Cal	-0,91	0,95	-0,69	Ft	0,23	0,89	1,53	Ps1	0,23	-0,64	-0,63	Tpc	0,07	1,88	0,12
Cs1	1,35	0,54	-0,24	Gd	-1,15	1,08	0,44	Pa1	-1,35	-0,06	-1,67	Tp	-0,47	0,00	1,95
Cvi	1,57	0,10	-0,08	Ga1	-0,42	-0,09	-1,74	Ps2	-0,13	-0,91	-1,55	Ta2	0,91	-0,93	-0,67
Cc1	0,38	0,56	-0,06	Gv1	-0,24	-1,12	1,16	Pc1	-0,55	-2,52	-0,28	Ta1	0,02	0,02	-0,21
Cg	1,57	0,10	-0,08	Ge	-0,45	1,90	-2,15	Pm1	-1,69	-1,30	1,48	Tc	-0,32	1,32	-0,07
Ch1	1,37	0,44	-0,74	Gt1	-2,48	1,88	0,24	Pd	-0,92	-0,02	0,10	Ts2	-1,09	0,57	0,85
Cp1	1,57	0,10	-0,08	Gi	0,34	-0,77	-1,16	Ph	0,16	0,48	2,40	Tt	0,44	1,01	0,27
Cil	1,57	0,10	-0,08	Ga3	-0,65	0,37	1,50	PII	1,15	-0,32	-0,06	Tm	-0,08	0,04	0,48
Cr	1,25	-0,62	0,20	Hc1	0,28	0,35	-0,25	Pt	-2,78	1,06	0,14	Up	0,48	0,03	-0,60
Cl2	-1,06	-1,50	-0,39	Hb	0,93	-0,69	0,32	PI2	0,96	0,10	-0,19	Um	-0,89	0,27	2,27
Ce2	1,06	0,60	-1,16	Hc2	-0,19	-1,30	0,98	Pp	-0,44	0,75	-0,77	Up1	0,35	-1,24	-0,10
Cc6	1,13	-0,91	-0,18	Hm2	1,28	-0,11	0,36	Pm2	-0,02	0,90	-1,96	Vt	0,93	-0,73	0,33
Cs5	1,37	0,44	-0,74	Ht	0,95	1,25	-0,19	Po	-0,47	2,14	0,89	Vd	0,73	-0,25	-0,02
Cs2	-0,84	-1,04	-0,63	Ix	1,16	0,03	-0,24	Qc	-0,43	0,15	-1,12	Vs	0,91	-0,52	0,30
Cp3	-0,13	-0,52	1,08	Iv	1,36	-0,30	0,28	Qi	0,00	0,27	1,74	Ve1	0,04	1,60	1,76
Cu	1,08	-0,39	0,15	Jo	0,96	0,33	0,80	Rg	-1,58	0,01	-0,85	Va	-2,07	0,84	0,31

Annexe 5: Les phénomènes de dégradation des champs d'olives « la mort des arbres » (Photo : DAHMANI R, 2018).



Annexe 6: Échantillons des sols dans chaque site (Photo : DAHMANI R, 2019- 2020).



Annexe 7: La méthode manuelle traditionnelle pour la récolte des olives (Photo : DAHMANI R, 2018-2019- 2020).



Annexe 8: Estimation de la production d'oliviers sélectionnés au sein de chaque site (Photo : DAHMANI R, 2018- 2019- 2020).





Annexe 9: Estimation le poids moyen de 15 fruits choisis sur chaque olivier (Photo : DAHMANI R, 2019 - 2020)



ملخص

الهدف من هذه الدراسة هو تحديد كمي ونوعي للضغوطات المناخية والبشرية (الرعي الجائر، الحرائق، إلخ) المسلطة على أحراش جبل فلاوسين حيث المناخ شبه الجاف (تلمسان، غرب الجزائر)، ومعرفة العامل الأكثر تأثيراً في الديناميكيات الهيكلية للنباتات والتربة الغابية، والكشف عن الارتباط بين الخواص الكيميائية والميكروبيولوجية للتربة وهذه العوامل. بالإضافة إلى ذلك، الكشف عن الحالة الكيميائية والميكروبيولوجية للتربة الزراعية، والإمكانات الإنتاجية للمحاصيل. لهذا أجرينا تشخيصاً بيئياً نباتياً وتربائياً لهذه المنطقة عبر 8 محطات من أجل معرفة إمكاناتها الإيكولوجية النباتية، من خلال حساب العديد من المؤشرات المناخية والبيئية والضغط البشري والاختبارات الإحصائية (AFC)، (ACP). تم إجراء التشخيص الزراعي البيئي في حقلين من حقول الزيتون المتدهورة في حوض واد تافنة غرب تلمسان خلال 3 مواسم حصاد (2018، 2019، 2020)، تلتها سلسلة من الاختبارات الإحصائية (اختبار مستقل، اختبار مان-ويتني). ثم اختبار تقنية إعادة تأهيل جديدة من خلال استخدام BAMS (الكائنات الحية الدقيقة الأصلية المفيدة) على التربة الزراعية ومحصول الزيتون. أظهرت نتائج التشخيص أن هذه المنطقة بها تنوع بيولوجي كبير. ويقدر بـ 335 صنفاً مقسمة إلى 67 عائلة. معامل الرعي الجائر، مؤشر الفعل البشري ومؤشر الاضطراب مرتفع جداً (على التوالي 91٪، 28 بدون وحدة، 69٪)، يخبرنا عن حجم الضغط ويحدد توازن هذه الأحراش. كشف تحليل عامل المراسلات (AFC) عن وجود ثلاثة مجموعات رئيسية من الأحراش محددة وفقاً للعوامل المذكورة أعلاه. أظهرت تحليلات المكون الرئيسي (ACP) أن ديناميكيات التربة والارتباطات بين الخصائص الكيميائية والميكروبيولوجية تعتمد أيضاً على العوامل المذكورة أعلاه. سمح لنا التوليف المناخي الحيوي بمراقبة تطور المناخ نحو تخفيف عملي لجميع منطقة الدراسة. أظهر التشخيص الزراعي البيئي لعام 2018 في كثير من الحالات ظواهر تدهور الخواص الكيميائية والميكروبيولوجية للتربة وتدبب إنتاج الزيتون، أقل من 20 كغ/شجرة، والثمار لا تتجاوز 5 غ. أظهر التحليل الإحصائي فرقاً معنوياً بين التربة المعالجة بـ MABS والتربة الضابطة من أجل الموصلية (على التوالي 0.214 ± 0.03 ميكرو سيمنز/سم، 0.198 ± 0.029 ميكرو سيمنز/سم)، ولم يتم تسجيل أي فرق إحصائي معنوي بين المعلمات الأخرى. هناك تناوب واضح (كل سنتين) في إنتاج الزيتون للمجموعة الضابطة، بينما لم تسجل أي انخفاض في إنتاج المجموعة المعالجة، زيادة طفيفة لموسم 2019 (19 كغ/شجرة) ثم (30 كغ/شجرة) في عام 2020. لا يوجد فرق كبير في وزن الفاكهة بين مجموعتي "المعالجة والضابطة"، سواء في موسم الحصاد 2019 أو 2020؛ أيضاً هناك فرق ذو دلالة إحصائية كبيرة ($p < 0.001$) في وزن الثمار للمجموعة المعالجة، بينما كان لوزن الثمار في المجموعة الضابطة فرق إحصائي متوسط ($p < 0.05$) خلال موسمي الحصاد.

الكلمات المفتاحية: جبل فلويسين، أحراش، مناخية، بشرية، تربة، MAB، شبه قاحلة، استعادة، طاقة إنتاجية، تلمسان.

Summary

The objective of this study is to qualify and quantify the climatic and anthropic pressures (overgrazing, fires, etc.) exerted on the matorrals of Jebel Fellaouçène where the climate is semi-arid (Tlemcen, western Algeria), and to know the factor most influencing the structural dynamics of the forest vegetation and soil, and reveals the correlations between the chemical and microbial properties of the soils and these factors. In addition, it reveals the chemical and microbiological status of agricultural soils, and the productive potential of crops. To this end, we carried out a phytological and pedological diagnosis of this region through 8 matorrals, in order to know its phytological potentialities, by calculating several climatic, ecological and anthropic pressure impacts and statistical tests (AFC, ACP). An agro-ecological diagnosis was carried out in two degraded olive fields in the Oued Tafna basin in western Tlemcen during 3 harvest seasons (2018, 2019, 2020), followed by a series of statistical tests (*Independent Test, Mann-Whitney Test*). Secondly, to test a new rehabilitation technique using MAB (Beneficial Autochthonous Microorganisms) on agricultural soils and olive yield. The results of the diagnosis showed that this region has a high biological diversity. It is estimated at 335 taxa divided into 67 families. The coefficient of overgrazing and the index of anthropic action, the disturbance index, are very high (respectively 91%, 28 without unit, 69%), informing us about the volume of pressure and determining the balance of the matorrals. The CFA revealed the existence of three main types of matorrals defined according to the factors mentioned above. The PCA showed that soil dynamics and correlations between chemical and microbial properties are also dependent on the above mentioned factors. The bioclimatic synthesis allowed us to observe an evolution of the climate towards aridification practically for the whole study area. The agro-ecological diagnosis of the year 2018, show in many cases phenomena of degradation of the chemical and microbiological properties of the soil and a lowering of the production of olives, less than 20kg/tree, and the fruits do not exceed 5g. Statistical analysis showed a significant difference between the BAM-treated soil and the control soil for conductivity (respectively $0.214 \pm 0.03 \mu\text{s/cm}$ and $0.198 \pm 0.029 \mu\text{s/cm}$), no significant statistical difference was recorded between other parameters. There is a clear alternation (every other year) in the olive production of the control group, while we recorded no decrease in production, of the treated group, a slight increase for the 2019 season (19Kg/tree) and then (30 kg/tree) in 2020. No significant difference in fruit weight between the two groups "treated and control" in either the 2019 or 2020 harvest season, also; a highly significant difference ($p < 0.001$) in fruit weight of the treated group, while the fruit weight of the control group had a statistical difference ($p < 0.05$) during both harvest seasons.

Keywords: Djebel Fellaouçène, matorrals, climatic, anthropic, soils, MAB, semi-arid, restoration, productive potential, Tlemcen.

Résumé

L'objectif de cette étude est de qualifier et quantifier les pressions climatiques et anthropiques (Surpâturage, incendies, ...etc.) exercées sur les matorrals de djebel Fellaouçène où le climat semi-arides (Tlemcen, Algérie occidentale), et de savoir le facteur le plus influent la dynamique structurelle de la végétation et le sol forestiers, et révèle les corrélations entre les propriétés chimiques, microbiennes des sols et ces facteurs. Outre, révèle l'état chimique et microbiologique des sols agricoles, et le potentiel productif des cultures. Pour cela nous avons effectué un diagnostic phytoécologique et pédologique de cette région à travers 8 matorrals afin de connaître ses potentialités phytoécologiques, en calculant plusieurs incidences climatiques, écologiques, de pression anthropique et des tests statistiques (AFC, ACP). Un diagnostic agro-écologique a été réalisé dans deux champs d'olives dégradés dans le bassin de l'oued Tafna de l'ouest de Tlemcen pendant 3 saisons de récolte (2018, 2019, 2020), suivies d'une série des tests statistiques (*Teste indépendant, Test Mann-Whitney*). Ensuite tester une nouvelle technique de réhabilitation par l'utilisation des MAB (Les micro-organismes autochtones bénéfiques) sur les sols agricoles et le rendement d'olive. Les résultats du diagnostic ont montré que cette région présente d'une diversité biologique importante. Elle est estimée à 335 taxons répartis en 67 familles. Le coefficient de surpâturage et l'indice de l'action anthropique, l'indice de perturbation sont très élevés (respectivement 91%, 28 sans unité, 69%), informer nous sur le volume de pression et déterminé l'équilibre des matorrals. L'AFC, a révélé l'existence de trois grands types de matorrals se définis en fonction des facteurs mentionnés ci-dessus. L'ACP a montré que la dynamique des sols et les corrélations entre les propriétés chimiques et microbiennes dépendantes aussi aux facteurs mentionnés ci-dessus. La synthèse bioclimatique nous a permis d'observer une évolution du climat vers une aridification pratiquement pour toute la zone d'étude. Le diagnostic agro-écologique d'année 2018, montrent dans de nombreux cas des phénomènes de dégradation des propriétés chimiques et microbiologiques du sol et un abaissement de la production d'olives, moins de 20kg/arbre, et les fruits ne dépassent pas 5g. L'analyse statistique a montré une différence significative entre le sol traité par les MAB et le sol témoin pour la conductivité «respectivement $0,214 \pm 0,03 \mu\text{s/cm}$ et $0,198 \pm 0,029 \mu\text{s/cm}$ », aucune différence statistique significative n'a été enregistrée entre les autres paramètres. Il y a une alternance nette (une année sur deux) dans la production d'olive du groupe témoin, alors que nous n'avons enregistré aucune baisse de production, du groupe traité, une légère augmentation pour la saison 2019 «19Kg/arbre» puis «30 kg/arbre» en 2020. Aucune différence significative de poids des fruits entre les deux groupes "traité et témoin", que ce soit à la saison de récolte de 2019 ou 2020, également ; une différence hautement significative « $p < 0,001$ » de poids des fruits du groupe traité, alors que le poids des fruits de la groupe témoin avait une différence statistique « $p < 0,05$ » pendant les deux saisons de récoltes.

Mots clés : Djebel Fellaouçène, matorrals, climatique, anthropique, sols, MAB, Semi-arides, restauration, potentiel productif, Tlemcen.