

## Effet des actions anthropiques sur les écosystèmes du matorral de la région de Tlemcen

Merzouk Abdessamad<sup>1</sup>, Dahmani Rachid

Laboratoire d'Ecologie et Gestion des Ecosystèmes Naturels Université de Tlemcen

### Abstract

*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 anthropique) 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 anthropique 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. Sur cette base et partir de ces données, l'aspect qualitatif et quantitatif d'effets anthropique 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 perturbées et dégradées de la zone Nord-Ouest Algérien (wilaya de Tlemcen : cas des matorrals de Djebel Felloucene), qui a un climat semi-aride.*

*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).*

**Key Words:** matorral, action anthropique, ACP, région de Tlemcen.

### Abstract

*In the semi-arid zones of western Algeria, more precisely in the Tlemcen region, many authors have carried out scientific studies dealing with the post-degradation dynamics of forest ecosystems, the correlations between degradation factors (natural or anthropogenic) and vegetation, and only identifying the qualitative aspect of anthropogenic effects (overgrazing, fires, logging, tourism, opening of passes, etc.).*

*However, these studies rarely analyze the qualitative and quantitative aspect of both anthropogenic and bioclimatic impacts on forest ecosystems, as well as the impact of these factors on the dynamics of forest soils; including chemical and microbial properties and their resilience after degradation. On this basis and from these data, the qualitative and quantitative aspect of anthropogenic and bioclimatic effects was of great importance to understand the current state of forest ecosystems, and to assess the structural dynamics of vegetation and soil; and this is what prompted us to carry out this study on disturbed and degraded matorrals in the North-West Algerian zone (wilaya of Tlemcen: case of the Djebel Felloucene matorrals), which has a semi-arid climate.*

*Determine the qualitative and quantitative aspect of the impact of anthropogenic action and overgrazing on forest formations based on indicators and coefficients developed by certain authors: Montaya (1983) and Le-Houerou (1969).*

**Keywords:** matorral, anthropogenic action, ACP, Tlemcen region

---

<sup>1</sup> Corresponding author: [as\\_Merzouk@yahoo.fr](mailto:as_Merzouk@yahoo.fr)

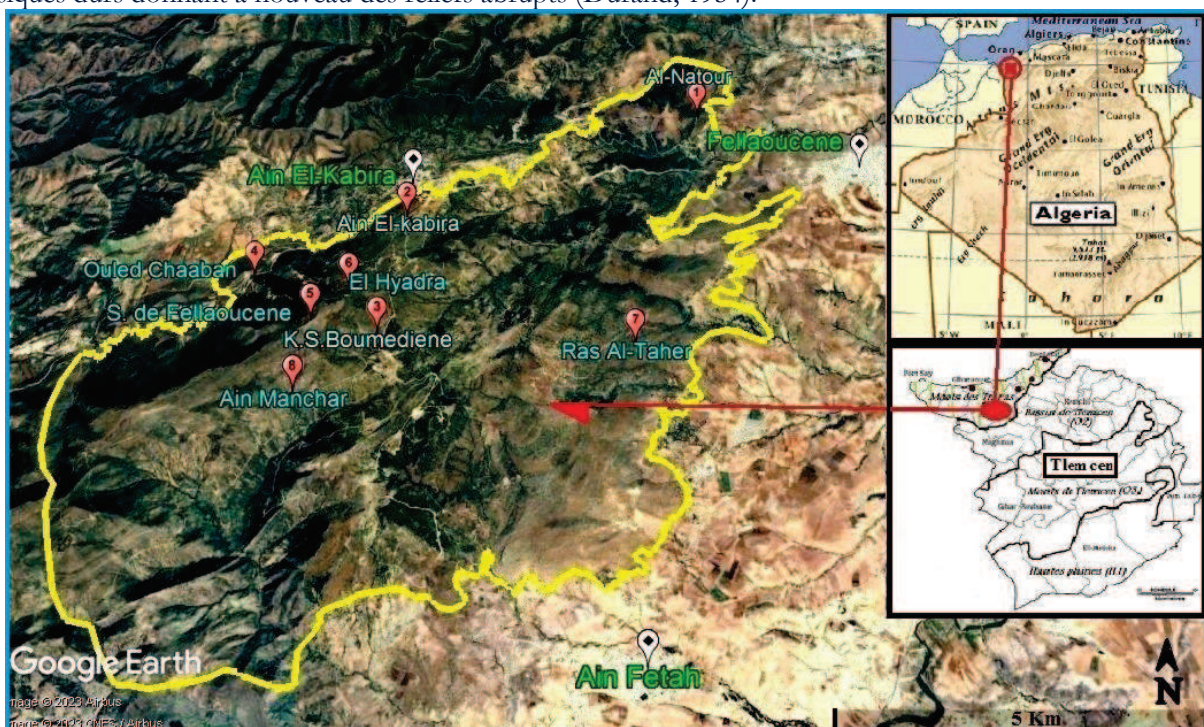
## INTRODUCTION

Dans le bassin 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 se dernière 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 l'évolution des sols, de limiter leur dégradation et de favoriser des pratiques qui permettent une utilisation durable des sols (Vincent et *al.*, 2019). Dans les zones semi-arides d'Algérie occidentale, de nombreux auteurs ont mené des études scientifiques traitant la dynamique post-dégradation des écosystèmes forestiers, et les corrélations entre les facteurs de dégradation (naturel ou anthropique) et la végétation, cependant ces études analysent rarement l'impact de ces facteurs sur la dynamique des sols, en particulier les propriétés chimiques et microbiennes et sa résilience après la dégradation (Borsali et *al.*, 2017 ; Zouidi et *al.*, 2018, Zouidi et *al.*, 2019a).

## 2. Matériel et Méthodes

### 2.1. Présentation de la zone d'étude « matorrals de Djebel Fellaoucene »

La zone d'étude est localisée dans la partie occidentale du nord-ouest Algérien (Oranie) dans les massifs des Traras, « les matorrals de Djebel Fellaoucene » ; entre (35° 05' 44 .74" et 34° 94' 61.06" Nord ; W : 001° 61' 30.60' et 001° 72'.53.72' Ouest) à une altitude de 270m à 1136m avec une superficie de 6259 h. Elle est constituée par trois masses forestières : « Fellaoucene, Ain Kebira, Ain Fetah », (Figure .1). Cette zone de l'étage thermoméditerranéenne en bioclimat semi-aride tempéré et chaud caractérisée par des précipitations moyennes annuelles de 400 à 600 mm avec un régime pluviométrique saisonnier de type : Hivernales > Printemps > Automne > Eté », la température moyenne annuelle est de 18.73°C avec un « m » de 5°C et « M » de 30°C. Les crêtes de ce massif sont constituées par des grès intercalés de calcaire bleus du jurassique supérieur donnant des reliefs abrupts, reposant sur des schistes et argiles oxfordiens qui donnent des pentes régulières et sur des calcaires liasiques durs donnant à nouveau des reliefs abrupts (Durand, 1954).



**Figure 1** : Localisation des différentes stations dans les matorrals de Djebel Fellaoucene (Tlemcen, Algérie Occidentale) (Google Earth, 2022; modifier).

## 2.2. Échantillonnage et choix des stations

Le choix et la délimitation des stations sont faits d'après une prospection préliminaire des matorrals dégradés par les différentes pressions anthropiques " surpâturage, coupe de bois, incendies" et climatiques, qui permet la 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 ces matorrals, 08 stations d'échantillonnage, chacune ont été sélectionnées en fonction des différents pressions anthropiques et climatiques pour étudier les propriétés chimiques « la matière organique, le pH, la conductivité, le calcaire total (CaCO<sub>3</sub>), l'humidité, le carbone » et biologiques « respiration basale, biomasse microbienne, qCO<sub>2</sub> » des sols.

Dans le but de valider statistiquement les résultats, dans chaque station a été répliquée dix (10) fois les échantillons de sol. Malgré l'absence d'une base de données publique sur les différents contraintes anthropiques et climatiques de la wilaya de Tlemcen, notre enquête auprès des services forestiers, des habitants et les observations sur terrain, indiquent que les stations étudiées ont subi du surpâturage par différents types de bétail (bovins, ovins et caprins), la coupe de bois, ouverture de sentiers pour l'extension des pâturages, tourisme, collecte des plants médicinaux, déforestations, et les incendies où les services forestiers nous ont confirmé que le dernier incendie dans la zone d'étude a été enregistré en 2014.

Sur chaque station d'échantillonnage, dix (10) échantillons de sol ont été prélevés aléatoirement, après avoir éliminé la litière, à une profondeur comprise entre 0 et 15 cm correspondant à l'horizon de surface organo-minéral. Les échantillons ont été tamisés à 2 mm, séchés à l'air avant d'effectuer certaines analyses chimiques, ou conservés 15 jours à 4 °C dans l'attente des analyses microbiologiques. Les faciès de végétation, substrat, exposition, cordonné GPS, actions anthropiques et les pentes, des différentes stations sont récapitulés dans le tableau 01.

**Tableau 01.** 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	Nord-est Sud-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> , <i>Cistus monspeliensis</i> <i>L. Calycotum intermedia</i> <i>Chamaerops humilis</i> L. <i>Ulex parviflorus</i> Pourret. <i>Ampelodesmos mauritanicus</i>
2 : Ain EIKabira	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 Fellaoucene	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	

### 2.3. Analyses statistiques

Les analyses en composantes principales (ACP) ont été utilisées pour tester les effets des facteurs de dégradation (naturel ou anthropique) les plus influents sur la dynamique 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 19.

## 3. Résultats

### 3.1. 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 %. Les variables ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de cet axe sont :

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 sèches «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%. Les variables ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de cet axe sont :

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

L'axe 2 se caractérise surtout par un gradient de CaCO<sub>3</sub> 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.

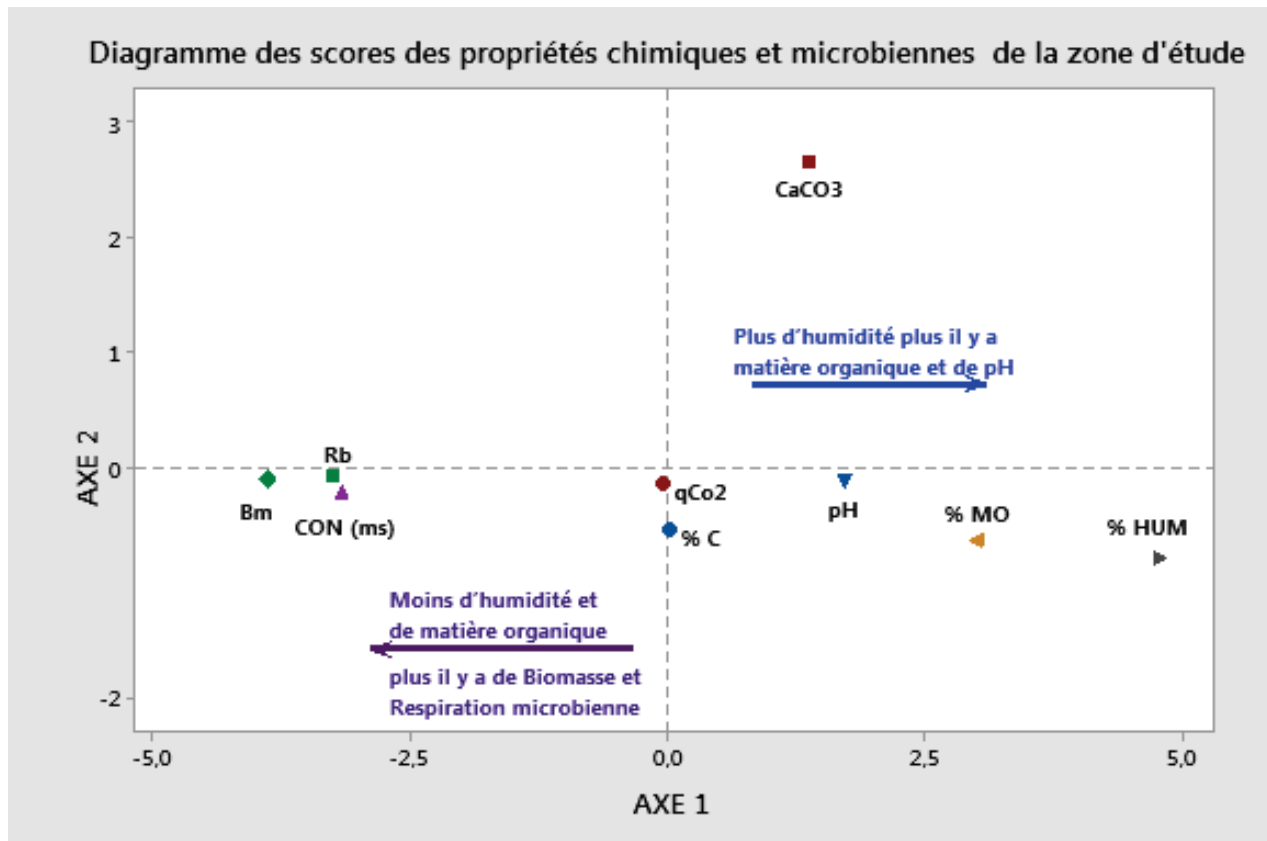


Figure 02. A.C.P des propriétés chimiques et microbiennes des sols de la zone d'étude « HUM : humidité, MO : matière organique, pH : potentiel hydrogène, CON : conductivité, C : carbone organique, CaCO<sub>3</sub> : calcaire total, Bm: biomasse microbienne, Rb: respiration basale, qCO<sub>2</sub>: Quotient métabolique ».

### 3.2. 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 %. Les variables ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de cet axe sont :

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

« NB : Ech.4f : station 4, échantillon f ; Ech.5j : station 5, échantillon j ; ...etc. »

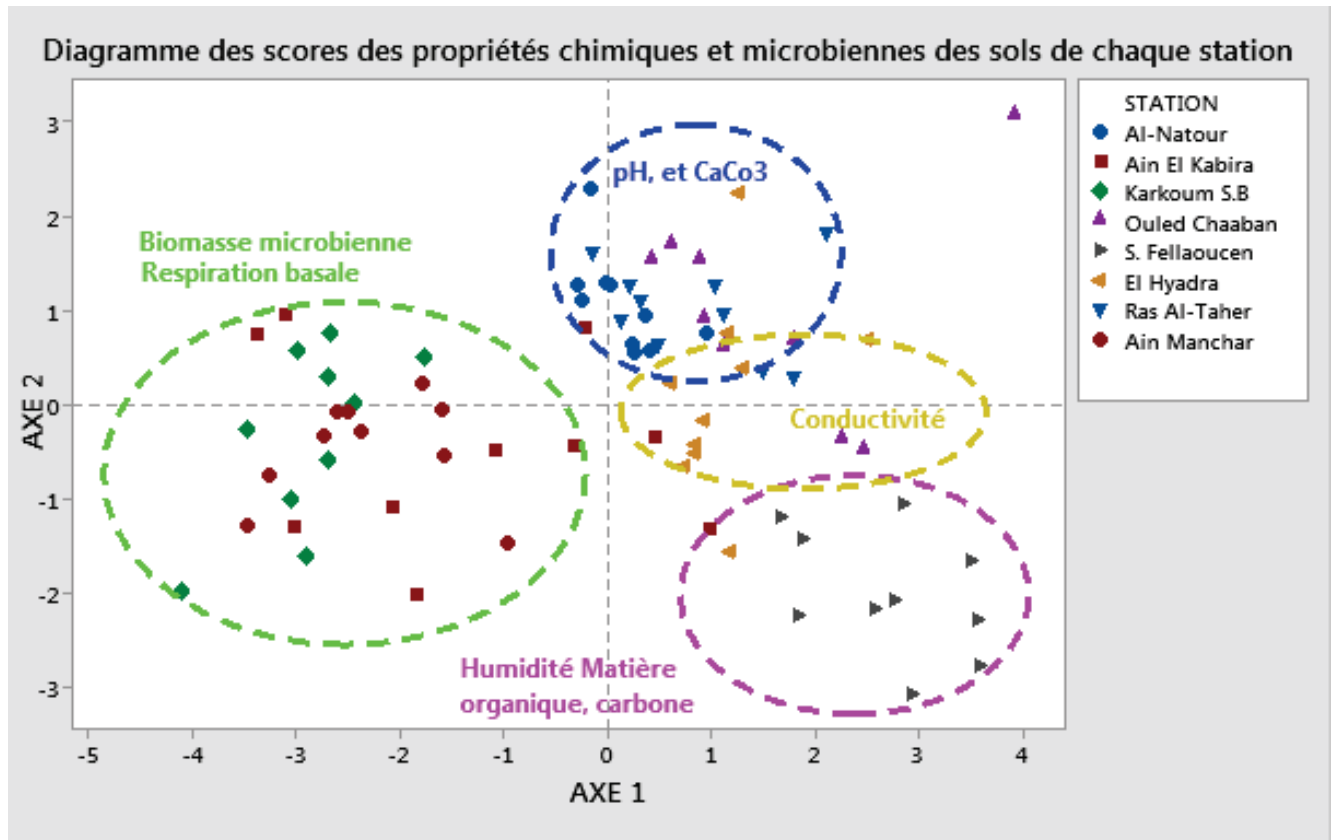
Le côté positif de l'axe 1 se caractérise par les échantillons des stations de : sommet de djebel Fellaoucene, El Hyadra et Ouled Chaaban, ces sols sont plus humides et riche en carbone et en matière organique, on a aussi une certaine influence de l'alcalinité en particulière la station de Ouled Chaaban. Le côté négatif se caractérise par les échantillons des stations de : Ain El Kabira, Karkoum S.B et Ain Menchar, ces sols sont plus sèche, de plus le taux de la masse microbiennes et de respiration basale était élevé par rapport aux autres échantillons. (fig. 3).

L'axe 2 présente une valeur propre de 1,58 avec un taux d'inertie : 17.6 %. Les variables ayant une forte contribution relative aux valeurs propres de cet axe sont :

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

« NB : Ech.4f : station 4, échantillon f ; Ech.5j : station 5, échantillon j ; ...etc. »

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 côté négatif de l'axe comprend des sols de substrat siliceuse ou de faible en calcaire.



**Figure 03.** Analyse en composant principal (ACP) des propriétés chimiques et microbiennes des sols de chaque station

### 3.3. 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. Fellaoucene, 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 les plus importants 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 Kabira, Karkoum S.B, Ain Menchar, et quelques échantillons de la station de: Al-Natour et Ras Al-Tahar. L'un des facteurs les plus importants qui caractérisent 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 à 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. 4).

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 bas et la pression anthropiques, 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 Kabira, Karkoum S.B, Ain Menchar, S. Fellaoucene et certains échantillons de la station El Hyadra, sont distribués à côté négatif de 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. 4).

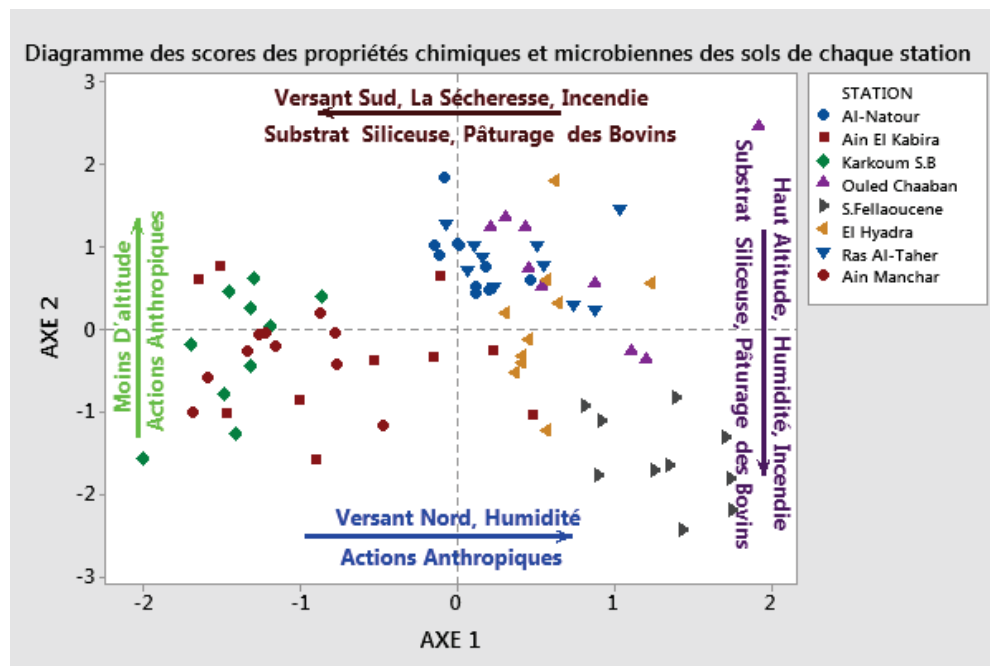


Figure n° 4 : Les principaux facteurs de la corrélation entre les propriétés chimiques et microbiennes des sols.

## 5. Conclusion

Cette étude a montré que la dynamique des propriétés chimiques et microbiennes des sols des matorrals de djebel Fellaoucene 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 la 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.

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, climat et action anthropique ; des fluctuations climatiques.

L'intensification anthropique (ouverture de sentiers pour l'extension des pâturages, tourisme, collecte des plantes médicinales, déforestations), et le surpâturage de différents types 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.

## Références

- 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.
- 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.
- Aouadi, 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.
- Aubert, G., 1978. Méthodes d'analyse des sols. CRDP, Marseille. 189 p.

6. Ayoub, A., Habib, B. A., Abelkrim, K., Mohamed, Z., & Raphael, G. (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.
7. 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
8. 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.
9. 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.
10. 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.
11. Blondel, J., Aronson, J., Bodiou, J. Y., & Boeuf, G. (2010). *The Mediterranean region: biological diversity in space and time*. Oxford University Press.
12. Boix Fayos, C., 1997. The roles of texture and structure in the water retention capacity of burnt Mediterranean soils with varying rainfall. *Catena* 31: 219-236.
13. 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.
14. 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.
15. 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.
16. 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.
17. BSA, (2009). Utilisation et interprétation des paramètres biologiques du sol. VOLLZUG BODEN BIOLOGIE.
18. Chabrouillet, C. (2007). Étude De Remobilisation D'éléments Traces A Partir D'un Sol De Surface Contamine : Influence du vieillissement de la matière organique du sol sur la emobilisation du sélénium. THESE de doctorat. Ecole doctorale Terre, Univers et Environnement (TUE). Université Joseph Fourier Grenoble.
19. 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.
20. Dabin, B. (1970). Analyse des matières organiques dans les sols. O.R.S.T.O.M. Services scientifique centraux - 70 - 74. Laboratoire Chimie des Sols et Pédologie Appliquée. sér. Pédol. no 490.
21. Dahmani,R.(2023). L'effet anthropique et bioclimatique sur la dynamique des matorrals de la région Ouest Algérien aspect qualitatif et quantitatif. Doctorat en Ecologie et Environnement
22. Univ.Tlemcen.2023, 206Pp.
24. Delgado, L. E., & Marín, V. H. (2020). Ecosystem services and ecosystem degradation : Environmentalist's expectation?. *Ecosystem Services*, 45, 101177.
25. 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.
26. Dommergues, Y., & Mangenot, F. (1970). *Écologie Microbienne Du Sol*. Masson Et C<sup>ie</sup>, Éditeurs.
27. Durand J.H., 1954. Les sols d'Algérie. S.E.S. Alger, 243 pp.
28. Eswaran, H., & Reich, P. (2002). A preliminary assessment of the human impact on land systems of the world. *Transactions of the 17th WCSS Bangkok*, CDrom paper 2128.
29. 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.
30. 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.
31. 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.
32. 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.
33. Johnson, D.W., & Curtis, P.S. (2001). Effects of forest management on soil C and N storage: meta-analysis. *Forest Ecol. Manage.* 140: 227-238.
34. 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
35. Kuzyakov, Y., Friedel, J.K., & Stahr, K. (2000). Review of mechanisms and quantification of priming effects. *Soil Biol. Biochem.* 32: 1485-1498.
36. Merzouk,A.(2010). Contribution à l'étude phytoécologique et biomorphologique des peuplements halophiles dans la région Occidentale de l'Oranie (Algérie). Doctorat d'état, Univ. Tlemcen, 250Pp.