



Interactions entre changement climatique et dynamique de la biodiversité dans la région de Tlemcen

Bouayed Ibtissam Sarra ¹and Bemoussat Dekkak Soumia²

¹MCB, Faculté SNV.STU-Université de Tlemcen,

² MCB, Faculté SNV.STU-Université de Tlemcen,

Résumé

La région de Tlemcen, située au nord-ouest de l'Algérie, est caractérisée par une diversité écologique remarquable. Parmi ses zones naturelles sensibles figure la région de Sebâa Chioukb, une localité rurale riche en biodiversité, connue pour ses paysages forestiers, ses ressources en eau et ses écosystèmes variés. Toutefois, ces milieux sont de plus en plus menacés par les effets du changement climatique. La baisse des précipitations, l'irrégularité des saisons et l'augmentation des températures affectent directement les ressources hydriques locales. Les nappes phréatiques s'amenuisent, les sources traditionnelles s'assèchent, et les périodes de sécheresse deviennent plus fréquentes.

Ce stress hydrique fragilise également les écosystèmes locaux. Plusieurs espèces végétales et animales, notamment endémiques, sont en déclin à cause de la perte d'habitat et du manque d'eau. L'agriculture, pilier économique de la région, est également impactée par la rareté de l'eau, ce qui accentue la pression sur les milieux naturels.

Face à ces défis, des initiatives de reboisement, de protection des espèces et de sensibilisation environnementale sont engagées. Toutefois, ces efforts restent encore insuffisants au regard de l'ampleur des changements en cours. Une approche scientifique intégrée et des politiques locales mieux coordonnées sont nécessaires pour protéger durablement la biodiversité et adapter Tlemcen aux effets du changement climatique.

Mots clés : climat, Aridité, Tlemcen (Oranie), Phytoécologie, stress hydrique

Interactions between climate change and biodiversity dynamics in the Tlemcen region

Abstract

The Tlemcen region, located in the northwest of Algeria, this city is characterized by remarkable ecological diversity. Among its sensitive natural areas is the region of Sebâa Chioukb, a rural locality rich in biodiversity, known for its forest landscapes, water resources and varied ecosystems. However, these environments are increasingly threatened by the effects of climate change. Decreasing precipitation, irregular seasons and increasing temperatures directly affect local water resources. Groundwater tables are diminishing, traditional springs are drying up, and periods of drought are becoming more frequent. This water stress also weakens local ecosystems. Several plant and animal species, particularly endemic, are in decline due to habitat loss and lack of water. Agriculture, the region's economic pillar, is also impacted by water scarcity, which increases pressure on natural environments.

Faced with these challenges, reforestation, species protection and environmental awareness initiatives are being undertaken. However, these efforts remain insufficient given the scale of the changes underway. An integrated scientific approach and better-coordinated local policies are necessary to sustainably protect biodiversity and adapt Tlemcen to the effects of climate change..

Keywords: climate, Aridity, Tlemcen (Oranie), Phytoecology, water stress.

¹ Corresponding author: bouayedsarra@gmail.com

INTRODUCTION

La région de Tlemcen, est située à l'extrémité du nord-ouest de l'Algérie, représente une zone de transition écologique et climatique entre les influences sahariennes arides et les influences méditerranéennes plus tempérées. Cette position charnière confère à la région une grande diversité de paysages, de milieux naturels et d'espèces végétales. Toutefois, ces écosystèmes sont aujourd'hui fortement menacés par les effets conjugués du changement climatique et des pressions anthropiques croissantes.

Les conséquences du réchauffement global se manifestent localement par une intensification des sécheresses estivales, des variations extrêmes des températures hivernales, et une altération progressive des régimes pluviométriques. Ces bouleversements climatiques influencent directement les écosystèmes naturels de Tlemcen, affectant la régénération végétale, modifiant la répartition des espèces, et facilitant l'installation de formations végétales dégradées, souvent dominées par des espèces épineuses ou toxiques.

Par ailleurs, la transformation rapide des milieux naturels liée à l'urbanisation, à la déforestation, au surpâturage et à la pression des activités humaines contribue à la fragmentation et à la dégradation des habitats. Dans ce contexte, l'écosystème forestier de Tlemcen, relevant du domaine méditerranéen, connaît depuis plusieurs décennies une régression continue, souvent irréversible.

Face à cette situation, il devient essentiel d'analyser les interactions entre les facteurs climatiques, écologiques et anthropiques afin de mieux comprendre l'évolution actuelle des communautés végétales dans cette région. Cette étude vise à mettre en évidence les effets du changement climatique sur la biodiversité végétale de Tlemcen, en s'appuyant sur les spécificités biogéographiques locales, la dynamique des espèces et les processus d'adaptation des écosystèmes aux nouvelles conditions environnementales.

MATERIELS ET METHODES :

L'étude porte sur la région de Tlemcen qui est située à l'extrême Nord-Ouest Algérien entre 34° et 40' et 2°30' de longitude Ouest, elle s'étend sur une superficie de 9017,69km², limitée géographiquement par :

Au Nord, la mer méditerranée ;

Au Nord Est par la Wilaya de Ain Temouchent ;

A l'Est par la Wilaya de Sidi Belabbes ;

A l'Ouest par le Maroc ;

Au Sud par la Wilaya de Naama

Tlemcen est une zone biogéographique de transition entre les influences sahariennes au sud et les influences méditerranéennes au nord, ce qui lui donne une grande hétérogénéité écologique et climatique. Cette diversité se manifeste à travers une mosaïque de paysages comprenant des zones montagneuses, des plaines agricoles, des formations forestières, et des zones steppiques.

Dans le cadre de cette étude, on a choisi la station de Sebaa Chioukh comme site de référence car cette station est représentative des écosystèmes vulnérables de la région, notamment en raison de la pression climatique et anthropique qu'elle subit. Elle constitue un bon modèle pour évaluer les impacts du changement climatique sur la diversité floristique locale.

La station se distingue par une végétation typique des zones semi-arides, avec des espèces adaptées aux conditions de stress hydrique et de dégradation écologique. Elle présente une forte sensibilité aux variations climatiques saisonnières notamment à l'allongement des périodes de sécheresse et à la baisse des précipitations annuelles. La zone est également soumise à des pressions anthropiques importantes, telles que le surpâturage, la coupe de bois et la conversion des terres.

Des données historiques sur les précipitations annuelles, les températures moyennes et les périodes de sécheresse ont été collectées auprès de l'Office National de la Météorologie (ONM) pour les 20 dernières années.

Ces données ont permis d'évaluer l'évolution des paramètres climatiques dans la région de Tlemcen.

Tableau 01 : Données géographiques de station d'étude

Stations	Latitude	Longitude	Altitude
Sebaa Chioukh	35°06'N	1°24'W	158,3 m



Figure N° 1 : Photos de la station de Sebaa Chioukh (BOUAYED, 2024)

Tableau 02 : Données climatiques de la station de Zenâta située dans la zone d'étude pour l'ancienne période (1913-1938)

Station	Moyennes mensuelles des précipitations et températures	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Zenata (1913-1938)	P (mm)	65	62	49	44	38	11	1	4	23	42	68	67
	T (°C)	9.9	10	10.5	13	15	21	24	26	21.5	17	13	10

(Sources Seltzer, 1946)

Tableau 03: Données climatiques des stations situées dans la zone d'étude pour la nouvelle période (1992-2016)
(Sources O.N.M, 2016)

Station	Moyennes mensuelles des précipitations et températures	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Zenata (1992-2016)	P (mm)	38.24	33.2	29.88	28.6	23.72	4.28	0.84	4	16.24	26.08	41.32	36.76
	T (°C)	11.45	12.06	14.01	16.06	19.32	23.01	26.33	26.93	23.6	20.37	15.49	12.43

Le but de cette analyse bioclimatique, c'est de mettre en relief une étroite comparaison entre l'ancienne et la nouvelle période de la région d'étude mais aussi de préciser l'évolution de la végétation en fonction des gradients climatiques

La synthèse bioclimatique est une étape indispensable à tout projet relatif à l'environnement. Elle conditionne par le biais de ses composantes, le type de climat et du couvert végétal.

Dans le cadre de l'évaluation de l'impact des variables bioclimatiques sur les écosystèmes de la région de Sebâa Chioukh (Tlemcen), une étude floristique a été conduite afin de caractériser la réponse de la végétation aux conditions climatiques locales. La diversité floristique, en tant qu'indicateur écologique, permet de mieux comprendre les dynamiques écosystémiques en lien avec les gradients climatiques.

Afin de cerner l'aspect dynamique de la couverture végétale en place, notre investigation exige une connaissance très précise des facteurs régissant l'installation des peuplements végétaux.

L'analyse de la structure végétale prend en compte la méthode des relevés floristiques qui nous oblige à lister toutes les espèces végétales présentes. Cette liste floristique change d'une station à une autre, d'une année à l'autre dans une même station.

Ce changement est dû en grande partie à la dominance des thérophytes au profit des phanérophytes et des chamaephytes.

On choisit des emplacements aussi typiques que possible et on note des conditions du milieu et la liste des espèces. Les relevés se font à l'aide d'une fiche signalétique complète qui permet de recueillir les données écologiques du site :

- Localisation géographique de la station ;
- Géologie, pédologie, topographie (pente, exposition) ;
- Structure de la communauté végétale (recouvrement, stratification, hauteur, densité) ;
- Situation environnante ;
- Influence humaine et animale (action anthropozoogène) ;
- Variables écologiques descriptives.

Actuellement, la méthode des relevés s'appuie sur la méthode [1] dite Zuricho-montpelliéraine qui consiste à déterminer la plus petite surface appelée « aire minimale » [2] ; [3].

La méthode de l'aire minimale a été établie par [2] puis revue par [3] et [4]. Pour la courbe aire-espèce, on détermine l'air minimal qu'il faudra échantillonner pour avoir une représentativité optimale. Sur le terrain, à l'aide de mètre de cordes, on trace en premier lieu une surface d'un mètre carré pour noter les noms de toutes les espèces qui s'y trouvent et en même temps, on note les caractéristiques de l'endroit de l'échantillonnage ainsi que les indices pour chaque espèce.

RESULTAT ET DISCUSSION :

Dans le cadre de cette étude, les résultats sont présentés selon deux axes complémentaires : d'une part, l'analyse bioclimatique qui permet de caractériser le cadre climatique actuel de la région de Sebâa Chioukh, et d'autre part, l'évaluation de la diversité floristique locale, en tant qu'indicateur de la dynamique des écosystèmes sous l'effet des conditions environnementales.

Ces deux approches permettent d'établir une corrélation entre les paramètres climatiques (précipitations, températures, indice bioclimatique) et la structure de la végétation observée sur le terrain. La discussion qui suit met en lumière les liens entre le climat, la distribution des espèces végétales, et les impacts potentiels du changement climatique sur la biodiversité locale.

Tableau 04 : Régime saisonnier de la station de Zenâta située dans la zone d'étude pour l'ancienne période (1913-1938)

(Sources Seltzer, 1946)

Régime saisonnier				Type
H	P	E	A	
194	131	16	133	HAPE

Tableau 05 : Données climatiques de la station de Zenâta située dans la zone d'étude pour l'ancienne période (1913-1938)

(Sources Seltzer, 1946)

Précipitations annuelles (mm)	474
Température moyenne annuelle (°C)	16,97
Température moyenne du mois le plus chaud (°C)	32,04
Température moyenne du mois le plus froid (°C)	6,7

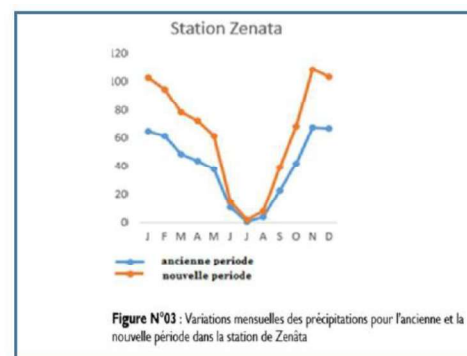
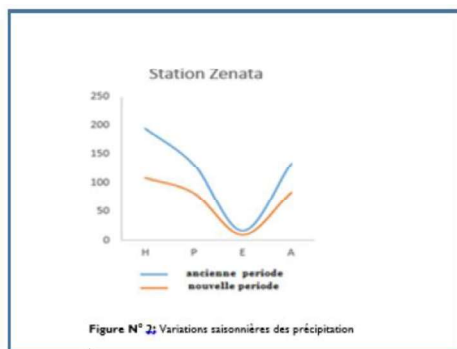
Tableau 06 : Régime saisonnier de la station de Zenâta dans la zone d'étude pour la nouvelle période (1992-2016)

(Sources O.N.M, 2016)

Régime saisonnier				Type
H	P	E	A	
108.2	82.2	9.12	83.64	HAPE

Tableau 07 : Données climatiques de la station de Zenâta dans la zone d'étude pour la nouvelle période (1992-2016)
(Sources O.N.M, 2016)

Précipitations annuelles (mm)	283.16
Température moyenne annuelle (°C)	18.42
Température moyenne du moi le plus chaud (°C)	33.54
Température moyenne du moi le plus froid (°C)	5.97



En ce qui concerne la pluviométrie annuelle et régime saisonnier, nous constatons que pour ;
-L'ancienne période (1913–1938) : la pluviométrie annuelle atteignait « 474 mm », avec un régime saisonnier de type « HAPE » (Hiver > Automne > Printemps > Été). Les précipitations étaient dominées par l'hiver (194 mm) et l'automne (133 mm), avec un minimum estival marqué (16 mm).
-La nouvelle période (1992–2016) est caractérisée par la chute des précipitations à « 283,16 mm » soit une baisse de près de (40 %). Le régime saisonnier reste de type (HAPE), mais avec une accentuation de l'inégalité : l'hiver (108,2 mm) reste dominant, alors que l'été ne reçoit plus que (9,1 mm), confirmant l'aridité estivale méditerranéenne.

Afin de mieux caractériser le climat de la région étudiée, une analyse bioclimatique a été réalisée à partir des données météorologiques de la station de Zenâta sur deux périodes distinctes (1913–1938 et 1992–2016). Cette synthèse sera établie à partir des travaux [5], [6], [7], appliqué sur nos données météorologiques dans le but d'apprécier le climat de la région d'étude. Une combinaison des données pluviométriques et des températures, est très intéressante pour caractériser l'influence du climat de la région. La combinaison de ces paramètres climatiques a permis aux nombreux auteurs, la mise au point de plusieurs indices qui rendent compte du climat et de la végétation existante [8]. La synthèse bioclimatique met en évidence les différentes caractéristiques du climat qui permettent de délimiter les étages de végétation ([9] ; [10]).

• Indice d'aridité de De Martonne

Une combinaison des données pluviométriques et des températures, est très intéressante pour caractériser l'influence du climat de la région

[7] a défini un indice d'aridité utile pour évaluer l'intensité de la sécheresse exprimée par la relation suivante :

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

P : précipitation moyenne (mm)

T : température moyenne annuelle (°C)

I : indice d'aridité

Ce dernier permet d'étudier spécialement les rapports du climat avec la végétation forestière et de positionner la station d'étude dans un climat précis [11].

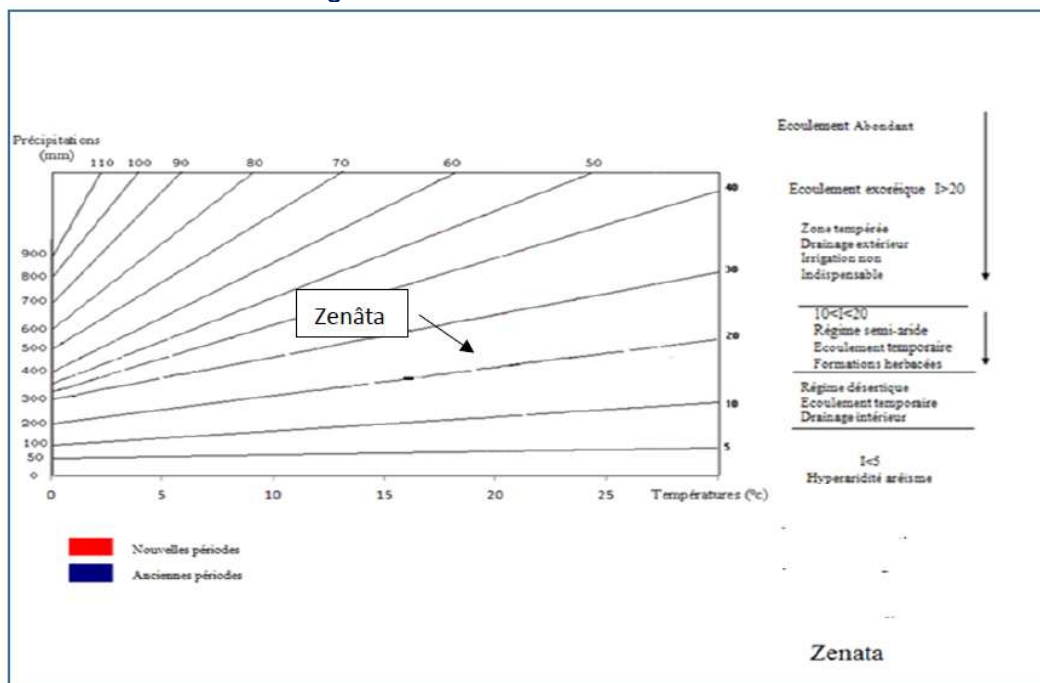
Tableau 08 : Indice d'aridité de De Martonne pour les deux périodes

Stations	Ancienne période (1913-1938)	Nouvelle période (1992-2016)
Zenâta	I= 17.57	I= 10

Tableau 09 : Type de climat en fonction de l'Indice d'aridité de De Martonne pour les deux périodes

Stations	Périodes	I (mm/°C)	Type de climat
Zénata	(1913-1938)	17.57	Semi-aride
	(1992-2016)	10	Semi-aride

Figure N° 4 : Indice d'aridité de De Martonne



Selon les tableaux 08 et 09 ainsi que la figure 4, l'indice d'aridité de De Martonne confirme que la station de Zenâta appartient au type semi-aride pour l'ancienne et la nouvelle période, mais avec une nette tendance à l'aridification. En effet, la valeur de I chute de 17,57 à 10, traduisant un allongement de la période sèche et un climat plus rigoureux. Cette évolution va dans le même sens que l'analyse des précipitations annuelles confirmant la transition progressive vers un semi-aride supérieur.

• **Quotient pluviothermique d'Emberger :**

Pour la détermination des différents étages climatiques qui règne ces dernières années, nous avons eu recours à l'utilisation du quotient pluviothermique d'Emberger. Ce quotient est généralement le plus utilisé dans les régions de l'Afrique du Nord [12]

Ce Quotient permet de localiser les stations d'étude parmi les étages de la végétation tracés sur un climagramme pluviothermique, et permet aussi d'apprécier l'aridité des régions méditerranéennes, les valeurs du Q2 étant d'autant plus basse que le climat est plus sec.

Le quotient Q2 nous permet de localiser les stations d'étude parmi les étages de végétation tracées sur le climagramme d'Emberger, ce qui est un bon indicateur sur la relation qui existe entre le climat et la végétation. A partir de certaines valeurs de (Q2) et (m), la végétation change, elle peut évoluer en même temps que le climat se modifie [13]

L'indice d'Emberger prend en compte les précipitations annuelles P, la moyenne des maxima de température du mois le plus chaud (M°C) et la moyenne des minima de température du mois le plus froid (m°C) [5].

Q2 est calculé par la formule suivante :

$$Q2 = \frac{2000P}{(M+m)(M-m)} = \frac{2000P}{M^2 - m^2}$$

P : Précipitations moyennes annuelles en mm ;

M : Moyenne des maxima thermiques du mois le plus chaud en °K ;

m : Moyenne des minima thermiques du mois le plus froid en °K ;

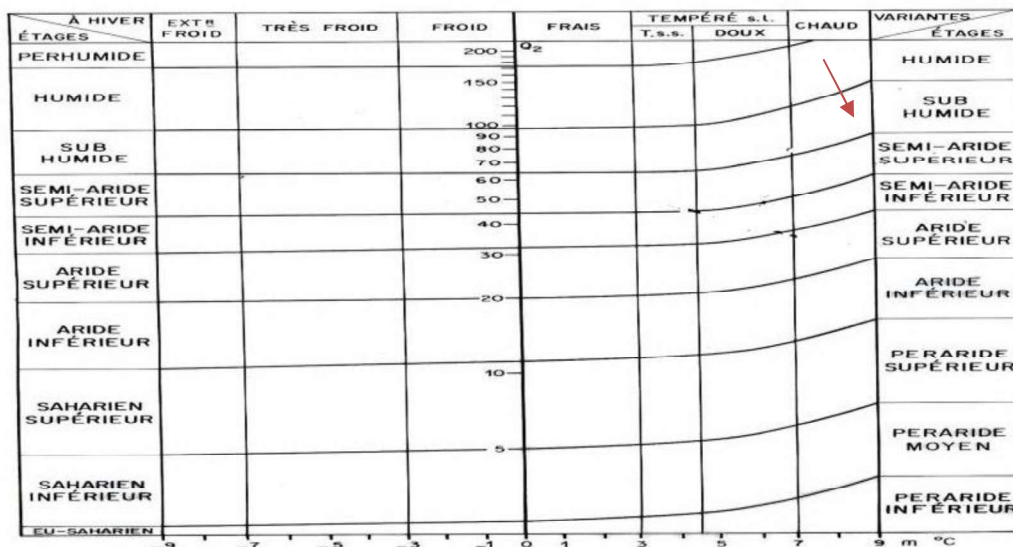
M-m : Amplitude thermique.

M et m : exprimés en degrés absolus (T°k = T°C + 273,2).

Tableau 10 : Etage bioclimatiques de la station Météorologique durant deux périodes en fonction de m et Q2 d'Emberger

Stations	Périodes	m	Q2	Etage bioclimatiques
Zénata	(1913-1938)	6.7	63.97	Etage semi-aride supérieur à hiver tempéré doux
	(1992-2016)	5.12	34.06	Etage semi-aride inférieur à hiver tempéré doux

Figure N°05 : Climagramme pluviothermique du quotient d'Emberger(Q2) dans la station météorologique de Zénata



Nous remarquons que la diminution de la valeur de Q2 entre deux périodes provoque un décalage des étages bioclimatiques voir même d'un sous étage :

* Durant l'ancienne période (1913–1938), Zénata présentait un étage subhumide à été sec, avec un quotient pluviothermique de $Q_2 \approx 101$ et des hivers doux.

* En ce qui concerne la nouvelle période (1992–2016), le quotient pluviothermique baisse à $Q_2 \approx 62$, traduisant un passage à un étage semi-aride à hiver doux.

Ce décalage d'étagé bioclimatique montre une tendance nette à l'aridification au cours de ces dernières années, caractérisée par une baisse des précipitations annuelles et une élévation des températures moyennes.

Diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausson (1957) :

Selon [14], un mois est dit biologiquement sec si, "le total mensuel des précipitations exprimées en millimètres est égal ou inférieur au double de la température moyenne, exprimée en degrés centigrades" ; cette formule ($P \leq 2T$) permet de construire des « diagrammes ombrothermiques » traduisant la durée de la saison sèche d'après les intersections des deux courbes.

La définition du mois sec convient pour les formations végétales, pas forcément pour comprendre le débit des cours d'eau ou le besoin en irrigation, mais pour décrire l'environnement des plantes [15].

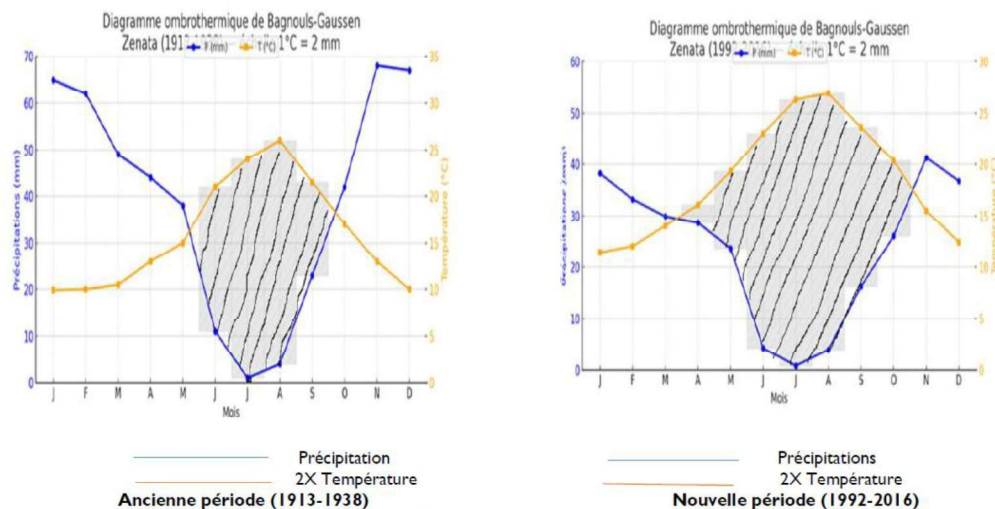


Figure N° 6: Variations mensuelles des précipitations

Selon la figure 06, nous constatons que l'ancienne période (1913-1938) pour la station de Zenâta est caractérisée par deux périodes :

- une saison sèche qui s'étale de Mai à Septembre

* En juillet-août, les précipitations chutent à presque 0 mm , alors que les températures dépassent largement les $20-26 \text{ }^{\circ}\text{C}$ → sécheresse estivale marquée.

- une saison arrosée qui s'étale de d'Octobre à Mai, avec des maxima en hiver ($65-70 \text{ mm}$ en nov./déc.).

En ce qui concerne la nouvelle période (1992-2016) pour la station de Zenâta, elle est caractérisée par deux périodes aussi :

- Une saison sèche qui s'étale de Mars à Octobre

* En juillet-août, $P \approx 0 \text{ mm}$ alors que $T > 26-27 \text{ }^{\circ}\text{C}$ → sécheresse plus longue et plus intense qu'avant.

- une saison humide : raccourcie et moins pluvieuse (pluies d'hiver réduites : $35 \text{ à } 40 \text{ mm/mois}$ seulement en janvier et novembre.)

L'analyse bioclimatique de la station de Zenâta montre une évolution nette du climat au cours du temps. La région est passée d'un régime subhumide à été sec durant la période 1913–1938 à un régime semi-aride à hiver doux entre 1992–2016. Cette tendance à l'aridification, confirmée par les diagrammes climatiques, a des conséquences directes sur la végétation. C'est dans ce contexte que l'étude floristique prend tout son intérêt, car elle permet d'observer comment les espèces végétales réagissent et s'adaptent aux nouvelles conditions climatiques.



Selon [16], il recommande l'utilisation des spectres biologiques en tant qu'indicateurs de la distribution des caractères morphologiques et les caractères physiologiques



Selon la figure 08, la station de Sebaa Chioukh, est représentée par la dominance des thérophytes qui sont les mieux représentés avec un pourcentage élevé de 65%, Leur forte proportion traduit un milieu sec, instable et soumis à des perturbations (pâturage, sécheresse, actions anthropiques) suivis par les Chamaéphytes 17%, ce sont des plantes vivaces basses, adaptées à la sécheresse par leur port bas et leurs organes de survie proches du sol. Elles reflètent une tendance à la xérophilie (adaptation aux milieux arides).

Les Hémicryptophytes quant à elles avec un pourcentage de 8% ce sont des plantes dont les bourgeons persistent au niveau du sol, témoignant de la présence d'espèces adaptées aux conditions un peu plus tempérées, puis les Géophytes 7%, et enfin les Phanérophytes 3% arbres et arbustes de grande taille, faiblement représentés, ce qui confirme la rareté des formations forestières et traduit une dégradation du couvert ligneux.

En conclusion : Le spectre biologique de Sebaa Chioukh traduit une flore dominée par des espèces annuelles et xérophiles, bien adaptées aux contraintes climatiques (sécheresse, été chaud) et aux pressions anthropiques. Ce résultat est cohérent avec vos analyses bioclimatiques (climagramme d'Emberger et diagrammes ombrothermiques), qui montrent une évolution vers un climat semi-aride

La forme de la plante est l'un des critères de base de classification des espèces en types biologiques, la phytomasse est composée des espèces pérennes, ligneuses ou herbacées et des espèces annuelles [17].

L'état de la physionomie d'une formation végétale peut se définir par la dominance et/ ou l'absence des espèces à différents types morphologiques.

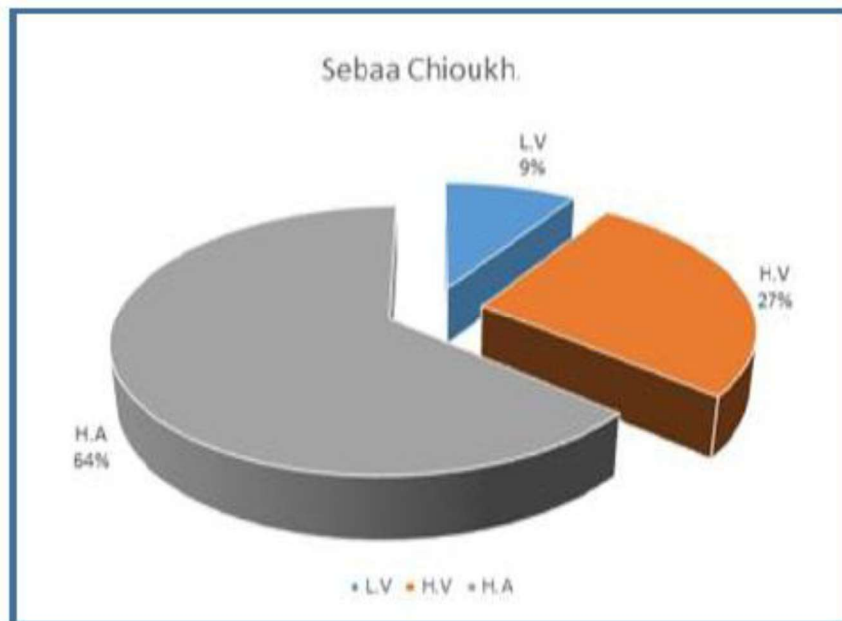


Figure N°09 : Pourcentages des types morphologiques de la station de Sebaa Chioukh

Selon la figure 09, la station de Sebaa Chioukh est dominée par la présence des herbacées annuelles avec un pourcentage de 64% car ces espèces complètent leur cycle rapidement et produisent des graines résistantes, ce qui traduit une forte adaptation aux milieux secs et perturbés. Suivi de 27% d'herbacées vivaces, leur proportion non négligeable montre la présence d'espèces plus résistantes dans le temps, capables de survivre plusieurs saisons grâce à des organes pérennes. Et enfin 09% pour les ligneux vivaces ce qui traduit une régression du couvert arbustif et forestier, souvent remplacé par des formations herbacées.

La végétation de Sebaa Chioukh est largement dominée par des espèces annuelles, adaptées aux contraintes climatiques semi-arides et aux pressions anthropiques. La faible présence des ligneux vivaces traduit une dégradation du couvert végétal au profit d'espèces herbacées

CONCLUSION :

L'étude bioclimatique de la station de « Zenâta » a mis en évidence une évolution marquée du climat, passant d'un régime sub-humide à été sec ($Q_2 \approx 101$) durant la période 1913–1938 à un régime semi-aride ($Q_2 \approx 62$) entre 1992–2016. Cette tendance traduit une aridification progressive du milieu, confirmée par les diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gaussen.

Parallèlement, l'analyse floristique et biologique de la zone de « Sebaa Chioukh » reflète clairement cette dynamique climatique. La flore est dominée par les Astéracées et Poacées, familles typiques des milieux secs. Le spectre biologique montre une nette prédominance des *xérophytes (65 %), indicateurs de milieux arides et perturbés, tandis que les phanérophytes et les ligneux vivaces sont très faiblement représentés, traduisant une régression du couvert ligneux. Enfin, la répartition des types morphologiques révèle la suprématie des herbacées annuelles (64 %) sur les vivaces, ce qui confirme l'impact de la sécheresse et des pressions anthropiques (pâturage, défrichement).

En somme, la combinaison des résultats bioclimatiques et floristiques met en évidence une corrélation forte entre l'évolution climatique et la composition floristique. Le passage vers un climat semi-aride s'accompagne d'une flore dominée par des espèces annuelles et xérophiles, au détriment des espèces ligneuses pérennes. Cette situation illustre un processus de dégradation et de steppisation du milieu, en lien avec la variabilité climatique et les activités humaines.

Références

- [1] Braun-Blanquet J., 1951 : -Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. C.N.R.S. Paris. 297p.
- [2] Braun-Blanquet J., 1952 : -Phytosociologie appliquée. Comm. SIGMA, n 16 Bull.Soc. Bot Afr. 1 /9 (5 -6) : 315 - 334.
- [3] Gounot M., 1969 : -Méthodes d'étude quantitatives de la végétation. I Vol. Ed. Mars. Paris. p. 314-341
- [4] Braun-Blanquet J. (1952)
- [5] Gounot, (1969)
- [6] Guinochet M., (1973) : -Phytosociologie. Ed. Masson et Cie. Paris pp. 227-228
- [7] Emberger L., 1930 : -A) Une formule climatique applicable en géographie botanique. C. R.A cad.Sc, 1991
- [8] Emberger, 1955 : -Une classification biogéographique des climats. Trav. Lab.Bot. Géol. Serv.Bot. Montpellier, 7. Pp : 3-43.
- [9] Bagnoul et Gaussen., 1955 : -Saison sèche et xéothermique. Doct. Cart. Prod. Vég. Ser. GenII, I, art. VIII, Toulouse, 47p. I carte.
- [10] De Martonne E., 1926 : -Une nouvelle fonction climatologique : l'indice d'aridité. La météo. 449-459.
- [11] Ayache A., 2007 : -Les résineux dans la région de Tlemcen (Aspect écologique et cartographie) thèse Mag.Univ Abou BekrBelkaid Tlemcen. Fac.Sci.Départ. bio .Lab. GES. Ecosys. Nat. pp : 14-223+annexes B) La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. Rev.Geo.Bot.42p.
- [12] Riva Martinez, 1981 : – Les étages bioclimatiques de la péninsule Ibérique. Anal.Gard.Bot.Madrid 37(2). PP : 251 -268
- [13] Dahmani M., 1997 : -Le chêne vert en Algérie. Syntaxonomie, phytosociologie et dynamique des peuplements. Thèse Doct. Es sciences. Univ. Houari Boumediene. Alger, 383p
- [14] Derkaoui, 2005 : -Contribution à une étude écologique du *Tetraclinis articulata* dans les monts des Traras. Mémoire d'ingénieur. Univ.AbouBakrBelkaid Tlemcen. PP : 15-109
- [15] Benabadi N., et Bouazza M., (2000,2001) : -Contribution à une étude bioclimatique de la steppe à *Artemisia herba alba*. Dans l'Oranie (Algérie Occidentale) Revue sécheresse II (2) pp 117-123.
- [16] Alcaraz C., 1969 : -Etude géobotanique du pin d'Alep dans le Tell Oranais. Th Doct. 3eme cycle. Fac. Sc. Montpellier. 183 P.
- [17] Bagnoul et Gaussen., 1953 : -Saison sèche et xéothermique. Doct. Cart. Prod. Vég. Ser. GenII, I, art. VIII, Toulouse, 47p. I carte.
- [18] Charre, 1997, « Dessine-moi un climat. Que penser du diagramme ombro-thermique ? », Mappemonde, n° 2, p. 29-31. 2 Reghezza-Zitt
- [19] Rameau J-C., 1987 : - contribution phytoécologique et dynamique à l'étude des écosystèmes forestiers. Applications aux forêts du nord de la France. Université de Besançon thèse d'état
- [20] Kebbas Y., 2016 : - Impact de l'exposition sur la croissance de *Withania frutescens* (solanacées) dans le Nord-ouest algérien, 127-130 p