

II.1-Présentation des stations météorologiques de référence

Sur le plan biogéographique, la région d'étude appartient à la zone méditerranéenne, au secteur des hauts plateaux et au secteur de l'atlas saharien selon les subdivisions du Quezel et Santa.

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

Tableau 1: Les stations météorologiques de référence

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

Source ONM

II.2. Présentation des données climatiques (pluviométrie et Températures)

La situation géographique de la wilaya de Naama permet d'observer un gradient pluviométrique N-S décroissant avec la latitude de Nord au Sud. La répartition de la moyenne mensuelle des précipitations des pluies et les températures moyennes mensuelles durant les périodes 1913-1938 Seltzer et 1983 à 2008 (annexe 1 et 2).

II.3. Calcul des différents paramètres climatiques

- Calcul de l'indice d'aridité de Martonne

$I = P/T + 10$. Où P : Pluviosité moyenne annuelle, T : Température moyenne annuelle (°C). Plus l'indice est faible plus le climat est aride, et plus grand plus le climat est humide

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

- Le climat insulaire : $M - m < 15 \text{ }^\circ\text{C}$,
- Le climat littoral : $15 \text{ }^\circ\text{C} < M - m < 25 \text{ }^\circ\text{C}$,
- Le climat semi-continental : $25 \text{ }^\circ\text{C} < M - m < 35 \text{ }^\circ\text{C}$;
- Le climat continental : $M - m > 35 \text{ }^\circ\text{C}$

- Calcul de Régime saisonnier : Le régime saisonnier présente la variation saisonnière : Hiver, printemps, Été & Automne.

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

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

Où : Q_2 : le quotient pluviothermique, P : Pluviosité moyenne annuelle en (mm), M : la moyenne des maxima thermiques du mois le plus chaud en en Kelvin, m : la moyenne des maxima thermiques du mois le plus froid en en Kelvin, $M + m / 2$: température moyenne mensuelle, $M - m$: l'amplitude thermique, La valeur $(M + m) / 2$ du fait de son expression en degrés Kelvin.

- Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson

Elles permettent de comparer l'évolution des valeurs des températures et des précipitations.

III. RESULTATS

- Variabilité de la précipitation

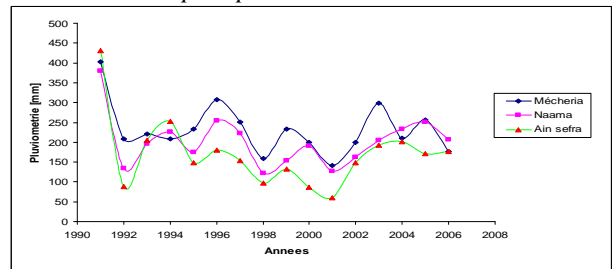


Figure 2. Pluviométrie moyenne pluriannuelle de trois stations Mécheria, Naama et Ain Sefra (Période 1991 à 2006).

- Calcul de Continentalité thermique

Tableau 2 : La continentalité thermique des stations

Stations	P	M (°C)	m (°C)	M - m (°C)	La Continentalité Thermique
Mécheria	P1	35.1	1.5	33.6	Le climat semi-continental
	P2	35.04	2.12	32.92	Le climat semi-continental
Naâma	P1	-	-	-	-
	P2	33.4	0.5	32.9	Le climat semi-continental
Ain sefra	P1	37.6	-0.3	37.9	Le climat continental
	P2	38.11	0.84	37.27	Le climat continental

- Calcul de l'indice d'aridité de Martonne

L'indice d'aridité de Martonne confirme également la tendance à la sécheresse et l'aridification du climat de la région de Naama sur toute sa superficie et dans un transect nord-sud.

Tableau 3 : L'Indice d'Aridité de DeMartonne

Stations	P	Indice De Martone	Type de climat
Mécheria	P1	9.26	Aride
	P2	8.45	Aride
Naama	P1	-	-
	P2	7.50	Aride
Ain sefra	P1	7.24	Aride
	P2	6.14	Aride

- Synthèse climatique

-Diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gausson

La schématisation de la comparaison entre les précipitations et les températures selon Bagnouls et Gausson (1954) souligne également un allongement de la période de sécheresse qui oscille entre 7 et 10 mois.

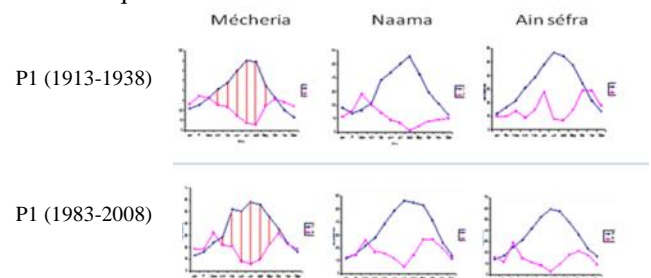


Figure 3. Comparaison de Diagramme ombrothermique entre les deux périodes

- Quotient pluviométrique

Le tableau (4) récapitule sur trois périodes les valeurs du quotient pluviothermique d'Emberger (1955) et un glissement de la zone d'étude vers plus d'aridité pour les 3 stations de référence dans la région de Naama.

Tableau 4 : Valeurs du quotient pluviométrique

Stations	P	Q ₂	m (°C)	Étage bioclimatique
Mécheria	P1	28.41	1.5	C M Aride Supérieur à Hiver Frais
	P2	26.53	2.12	C M Aride Moyen à Hiver Frais
Naâma	P1	14.38	0.5	C M Aride Inférieur à Hiver Frais
	P2	19.47	-0.06	C M Aride Inférieur à Hiver Froid
Ain sefra	P1	17.37	-0.3	C M Saharien Supérieur à Hiver Froid
	P2	17.64	1.16	C M Saharien Supérieur à Hiver Frais

CM : Climat méditerranéen, P : Périodes, P1 : 1913-1938, P2 : 1983 à 2008

- Calcul de Régime saisonnier:

Tableau 5. Le régime saisonnier des trois stations:

Stations	P	H	P	E	A	Type
Mécheria	P1	85.3	81.6	27.2	84	HPAE
	P2	55.92	74.87	23.81	76.99	PAHE
Naama	P1	36.68	63.3	16.16	21.04	PHAE
	P2	38.43	58.63	31.23	74.25	APHE
Ain sefra	P1	38	38	43	73	AEHP
	P2	36.78	55.13	20.81	57.54	APHE

P : Périodes, P1 : 1913-1938, P2 : 1983 à 2008

Le tableau 7, montre que le régime saisonnier variable d'une station à l'autre. Pour la station de Mécheria, La variation saisonnière est des de type HPAE pour la période P1 et de type PHAE pour la période P2 est de type PAHE. Pour la station de Naama, La variation saisonnière est de type APHE pour la période P2. Pour la station de Ain sefra, la variation saisonnière est des de type AEHP pour la période P1 et de type APHE pour la période récente P2.

-Localisation des stations sur le climagramme d'Emberger

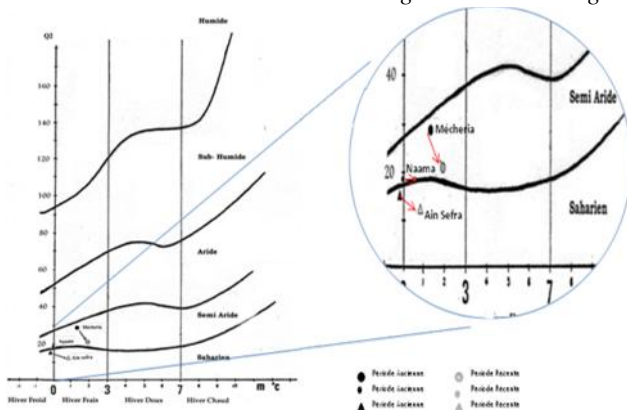


Figure 4. Fluctuation des stations d'étude

IV. DISCUSSIONS

Une simple comparaison des résultats obtenus à travers les différents indices climatiques sur les trois périodes (1913-1938 et 1983-2008) met en relief une nette augmentation de l'aridité. Cela provient de la sécheresse induite par l'abaissement des précipitations et l'augmentation des températures minimales et maximales.

En général la pluviométrie demeure faible et irrégulière; elle est hétérogène dans le temps et dans l'espace, cette irrégularité des fréquences confirme l'apparition des périodes sèches qui ont sévit dans la région. Du point de vue bioclimatique, la région ne reçoit annuellement que moins de 300 mm de pluie et appartient à l'étage bioclimatique aride. L'étude de l'évolution spatiotemporelle sur un gradient nord-sud confirme une diminution des précipitations et une augmentation de la durée de la période sèche de 2 mois.

La position géographique de la wilaya de Naama n'est guère favorable pour une bonne situation climatique. Ceinturé par la chaîne de l'Atlas Tellien au nord et par les grands massifs Marocains (plus de 3000 m) à l'ouest, les régions intérieures de l'Algérie occidentale sont privées de précipitations. Avec une orientation SW-NE, l'atlas saharien constitue une barrière aux mouvements convectifs inhérents aux contraintes thermiques entre les massifs montagneux et les hautes plaines. Au niveau de l'atlas saharien, le front saharien est orienté E-W et présente un maximum de netteté en hiver et en printemps.

La schématisation de la comparaison entre les précipitations et les températures selon Bagnouls et Gausson (1954) souligne également un allongement de la période de sécheresse qui oscille entre 7 et 10 mois.

-Station de Mecheria : La lecture des climogrammes de montre clairement que cette station, pour les 2 périodes, est située dans l'étage aride à hiver frais, avec le «M=35,1°C» qui est assez importante en comparaison avec les autres stations. La région présente une période de sécheresse allant du mois de mars au mois d'octobre, juillet le mois le plus sec et mars le mois plus arrosée ceci pour la période ancienne (P1). Pour la période récente (P2) la sécheresse qui débute du mois de Avril s'étale jusqu'à mois de Novembre, avec le mois de Mars qui est bien arrosé et le mois de Juillet qui est le plus sec.

-Station de Naama : pour la période récente (P2), on remarque que le mois de juillet est le plus sec et le mois le plus arrosé c'est le mois d'octobre. La période de sécheresse qui est interrompue par une brève période de pluie (mois de Mars). En revanche, que pour les deux périodes on a la sécheresse qui s'étale presque toute l'année ceci s'étend depuis plusieurs années due à son climat aride.

-Station d'Ain Sefra: elle glisse de l'étage saharien à hiver froid en période ancienne vers l'étage saharien à hiver frais. La période de sécheresse est très importante pour l'ancienne période (P1), le mois le plus sec est juillet et les pluies atteignent les maximum le mois d'octobre. Pour la période récente P2 (1983-2008), la sécheresse s'étale du mois de mars jusqu'au mois de décembre (neuf mois et demi) avec un maximum des précipitations au mois de mars.

La comparaison des diagrammes ombrothermiques de Bagnouls et Gausson montre que, très généralement, la surface comprise entre les deux courbes est toujours plus importante sur la période récente. Il y a donc nettement accentuation de la sécheresse. Les modifications climatiques des vingt cinq dernières années ont marqué le paysage déjà fragilisé par la pression humaine, ce qui entraîne sans aucun doute un appauvrissement du patrimoine floristique de la partie occidentale de l'Algérie.

Les facteurs climatiques (pluie, température, vent sirocco, gelées ...) et bioclimatiques (étages aride, semi-aride ...) conditionnent toute l'activité humaine, en particulier les activités de productions animales et végétales. Ainsi, une

sécheresse cycliquement répétée peut entraîner des pertes considérables dans le procès de production agricole qui dépend, en dernière analyse, dans les régions steppiques de la disponibilité en eau souterraine ou superficielle. Ces perturbations sont liées aux successions de fronts froids et chauds lorsque l'air polaire s'éloigne vers le sud en descendant très bas ce qui provoque des pluies sur la région. Quant aux perturbations liées aux frondes alizées, elles sont provoquées au début de la saison estivale lorsque l'air frais s'enfonce sous l'air chaud méditerranéen ou saharien en entraînant une ascendance rapide qui provoque le déclenchement d'averses orageuses au niveau de l'atlas saharien.

V. CONCLUSION

L'écosystème dans un état avancé de dégradation et où la population locale et leurs moyens de subsistance sont sous une pression et menace de plus en plus aigues des effets pervers des changements et variabilités climatiques. Les travaux effectués sous climat aride montrent que la dégradation des terres et la désertification commencent souvent par la réduction ou la destruction du couvert des plantes pérennes (Le Houérou, 1992 ; de Soya et al., 1998).

Les changements climatiques fait partie des questions environnementales qui préoccupent la communauté internationale. La désertification surtout dans zones arides peut être favorisée par des changements climatiques et des changements peuvent avoir des néfastes conséquences écologiques et socioéconomiques les plus menacées comme l'écosystème steppique où la végétation est fortement dégradé. Ces sécheresses récurrentes ayant sévi depuis ces dernières décennies, la pression démographique croissante ainsi que l'intensification et l'extension des systèmes de productions agro-pastorales, ont eu pour conséquence immédiate d'accroître la vulnérabilité des écosystèmes. Ceci

a conduit principalement à amplifier les phénomènes de dégradation des terres, de désertification et de l'ensablement.

RÉFÉRENCES

- [1] - Bagnouls F. & Gaussen H., 1953: « Saison sèche et indice xérothermique ». Bull. Soc. Hist. Nat., Toulouse, 88 : 193-239.
- [2] - Benaradj A., 2009. Mise en défens et remontée biologique des parcours steppique dans la région de Naâma : dissémination et multiplication de quelques espèces steppique. Mémoire de Magistère, Fac. Sci. Nat. et de la Vie, Univ. Mascara, 229p.
- [3] - De Soya A. G., Whitford W. G., Herrick J. E., Van Zee J. W., Havstad K. M., 1998. Early warning indicators of desertification: examples of tests in the Chihuahuan Desert. *J. of Arid Environ.*, 39: 101-112
- [4] - Djebaili S., 1984. Steppe algérienne, phytosociologie et écologie. O.P.U. Alger. 171p.
- [5] - Djellouli Y. et Djebaili S., 1984: « Synthèse sur les relations flore-climat en zone aride : cas de la Wilaya de Saïda ». Bull.Soc. Bot. Fr, 131, Actual. Bot. (2/ 3/ 4) : 249-264.
- [6] - Djellouli Y., 1990. Flores et climats en Algérie septentrionale. Déterminismes climatiques de la répartition des plantes. Thèse Doct., USTHB., Alger, 210 p.
- [7] - Emberger L., 1955. Une Classification Biogéographique des Climats ». Rev. Trav. Lab. Bot. Geol. Zool. Fac. Sc. Montpellier, série bot., n° 7. pp 3-43.
- [8] - Le Houérou H.N., Claudin J. & Pouget M., 1979. Étude bioclimatique des steppes algériennes (avec une carte bioclimatique à 1/1 000 000°). Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle d'Afrique du Nord, 68 : 33-74.
- [9] - Le Houérou, H.N., 1992.- An overview of vegetation and land degradation in world arid lands. In: H.E. Dregne (ed.). Degradation and restoration of arid lands. International Center for Arid and Semi-Arid Land Studies, Texas Technical University, Lubbock: 127-163.
- [10] - Quezel P. et Santa S., 1962-1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. C.N.R.S. Paris. 2 vol. 1170p.
- [11] - Seltzer p., 1946 : « Le climat de l'Algérie ». Inst. Météor. et de Phys. du Globe. Université d'Alger, 219p.
- [12] - TAD., 2003. Etude du phénomène d'ensablement au niveau de la wilaya de Naâma, Mission III: schéma directeur de protection, rapport final». Direction de l'environnement de la wilaya de Naâma. 118 pages.

ANNEXES

Annexe 1 : Répartition des précipitations moyenne mensuelles en mm

Stations	Périodes	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct.	Nov.	Dec	Année
Mecheria	1913-1938	26.2	34.9	32.5	25.7	23.4	14.5	7.1	5.6	24.4	31.6	28.0	24.2	278.1
	1983-2008	18.56	18.68	32.25	21.75	20.87	8.25	5.75	9.81	22.62	31.75	22.62	18.68	231.62
Naama	1972-1987	11.02	15.66	28.3	20.5	14.5	8.5	6.5	1.16	4.2	7.8	9.04	10	137.18
	1983-2008	12.23	14.8	25.76	16.96	15.91	11.65	5.25	14.33	27.08	27.05	20.12	11.40	202.58
Ain sefra	1913-1938	10	10	14	9	15	28	8	7	15	29	29	18	192
	1983-2008	16.1	11.56	29.25	14.86	11.02	8.44	2.76	9.61	18.18	21.59	17.77	9.12	170.31

Annexe 2 : Les températures moyennes mensuelles en degré Celsius (°C) des stations de référence

Stations	Per	Jan	F	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov,	Dec	M	m
Mecheria	P1	11	12,6	16,4	20,7	24,1	30,2	35,1	34,5	22,6	16,4	10,1	6,65	35,1	1,5
	P2	7.12	8.7	10.5	13.5	17.3	23.5	27.8	27.4	22.8	16.5	11.4	7.6	35.04	2.12
	P3	6.65	8.24	11.85	14.41	26.04	24.98	28.89	27.98	22.70	17.58	11.40	7.93	39.12	1.93
Naama	P1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	P2	9.1	7	8.2	11	19	22	25	28	21.3	14.7	10.7	6.4	33.4	0.5
	P3	5.61	7.59	11.09	14.00	19.13	24.5	28.31	27.45	26.47	20.53	12.14	7.12	35.71	-0.06
Ain sefra	P1	6.05	8.35	10.7	15.65	19.4	24.05	28.4	27.2	23.7	17.05	10.6	6.9	37.6	-0.3
	P2	7.42	6.3	12.4	14.8	19.19	24.8	28.59	28.06	23.6	17.05	11.79	8.21	36.45	1.16
	P3	7.085	8.76	12.71	15.92	20.87	26.24	29.81	28.77	23.85	18.32	11.95	8.36	38.11	0.84