



CORRELATION ENTRE LA VARIABILITE DES PARAMETRES HYDROLOGIQUES AVEC L'ALTITUDE DANS LA REGION D'EL TARF (NORD-EST ALGERIEN)

CORRELATION BETWEEN THE VARIABILITY OF HYDROLOGICAL PARAMETERS WITH ALTITUDE IN THE EL TARF REGION (NORTHEAST ALGERIA)

KHERIFI W.^{1,2}, KHERICI-BOUSNOUBRA H.¹

¹Laboratoire Sols et Hydraulique. Université Badji-Mokhtar, Annaba, Algérie

²Centre de Recherche Scientifique et Technique sur les Régions Arides, Biskra, Algérie.

wahidakherifi@yahoo.fr

RESUME

La région d'El Tarf se situe le long du littoral et fait partie des régions les plus arrosées du Nord-est algérien. Le climat d'El Tarf est du type méditerranéen humide, caractérisé par deux saisons de six mois chacune. Dans cette étude nous avons fait la comparaison entre la variabilité des paramètres climatique annuelle à celle de l'altitude (Z). Le traitement des données par logiciel « XL Stat » a permis de voir les différentes corrélations entre les différents paramètres du climat de la zone d'étude, est faite sur huit variables (Altitude, Tp, Pr, ETP, ETPR, Déficit, Excédent, Aridité) dans quatre stations météorologiques (El Kala, Ain El Assel, Ben M'hidi, les Salines) sur une période de 34 ans (1975-2009).

La variation spatiale des températures et l'ETP reflète l'effet de la position par rapport à la mer. Alors que les précipitations, l'excédent, ETR et l'indice d'aridité augmentent avec l'altitude. Les stations sont regroupées en deux partitions, le premier correspond aux stations situées sur le versant oriental (Est) (Ain El Assel et El-Kala) et le second comprend celles situées sur versant occidental (Ouest) (Ben M'hidi, Saline).

Mots clés : Climat, Météorologiques, Logiciel XL Stat, Humide, Nord-est algérien.

ABSTRACT

The area of El Tarf is along the littoral and fact part of the most sprinkled areas the Algerian North-East. The climate of El Tarf is of the wet Mediterranean type, characterized by two six months seasons each one. In this study we made the comparison between the annual variability of the parameters climatic to that of altitude (Z). The data processing by software "XL Stat" made it possible to see the various correlations between the various parameters of the climate of the zone of study, is made on eight variables (Altitude, Tp, Pr, ETP, ETPR, Deficit, Surplus, Aridity) in four weather stations (El Kala, Ain El Assel, Ben M'hidi, Saltworks) over one 34 years period (1975 - 2009). The space variation of the temperatures and the ETP reflect the effect of the position compared to the sea. Whereas precipitations, the surplus, ETR and the index of aridity increase with altitude. The stations are gathered in two partitions, the first corresponds to the stations located on the Eastern slope (East) (Ain El Assel and El-Kala) and the second understands those located on Western slope (Western) (Ben M'Hidi, Saline).

Keywords: Climate, Weather, Software XL Stat, Wet, North-eastern Algerian

INTRODUCTION

Il est bien connu que les paramètres hydrologiques sont très variables en zone humide ; cette variabilité se manifeste à la fois dans le temps et dans l'espace; elle est inversement liée aux hauteurs moyennes, autrement dit, elle croît avec l'aridité. Toutefois, le degré de variabilité ne dépend pas seulement des précipitations moyennes annuelles, mais aussi du type de climat considéré, c'est-à-dire du régime saisonnier des précipitations et des températures et aussi des conditions géographiques générales et locales (Le Houérou H.N. 1992). D'autres facteurs ont été mentionnés pour avoir un effet inégal sur les précipitations, citons : la position en latitude et longitude (Ninyerola et al, 2000), la distance à l'océan (Carrega et al 2001 ; Boubaker et al 2002), l'effet d'abri (Laborde, Traboulsi, 2002), la topographie (Benichou et al 1987 ; Humbert et al, 1999 ; Fouchier *et al.*, 2004), la végétation (Creech, 2002),...etc.

Corrélation entre la variabilité des paramètres hydrologiques avec l'altitude dans la région d'El Tarf (Nord-Est Algérien)

Dans cette étude nous avons comparé la variabilité des paramètres climatique annuelle (Tp, Pr, ETP, ETPR, Déficit, Excédent, Aridité) à celle de l'altitude (Z). Cette comparaison a été effectuée sur un nombre de sites de la région d'El Tarf.

La région d'El Tarf se situe le long du littoral et elle fait partie des régions les plus arrosées du Nord-Est algérien. Leur climat est du type méditerranéen humide, caractérisé par deux saisons de six mois chacune. La faible densité du nombre des stations principales dans notre zone d'étude (Figure.01) ne facilite pas l'interprétation d'un paramètre météorologique. Ce qui nous a obligés à ajouter quelques postes pluviométriques disponibles qui présente une longue série.



Figure 1 : Situation géographique des stations pluviométriques et hydrométriques dans la région d'étude (Source : Bahroune sofia (2006)).

MATÉRIEL ET MÉTHODE

Matériel

En raison de cerner les caractéristiques climatiques de la zone d'étude le choix a été fixé sur quatre stations au total (Figure 02), qui disposent de longues séries

d'observations. Le tableau 01 présente les coordonnées géographiques des stations retenues dans l'étude.

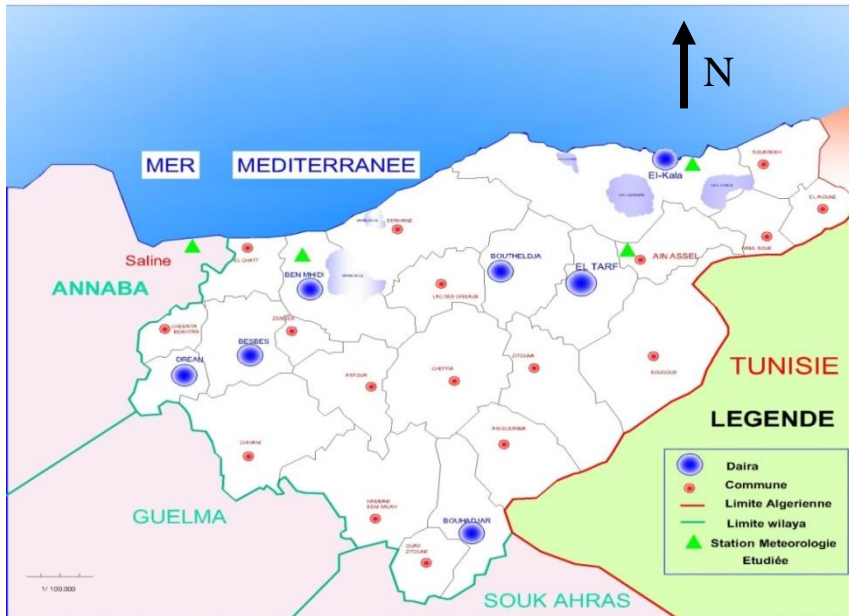


Figure 2 : Situation géographique des stations retenues dans l'étude (Source DHW El-Tarf : Modifiée par Kherifi .W. 2015)

Tableau 1 : Présentation des stations retenues dans l'étude (Source : A.N.R.H de Constantine)

Stations	Type de station	X (Km)	Y (Km)	Z (m)	Série d'observation
El Kala	Station principale	1005,6	403,8	10	1975-2009
Ain Assel	Poste pluviométrique	1005,45	399,83	35	1975-2009
Ben M'hidi	Poste pluviométrique	961,62	397,3	7	1979-2004
Les Salines	station principale	955,8	403,8	0,3	1979-2009

Méthode

Devant la variété de paramètres et le nombre de stations, plusieurs méthodes ont été utilisées pour identifier des zones ou des microzones climatiques : « Analyse en composante principale » par Raffestin M. (2005), « Méthode du gradex » par Paquet. E et al. (2006), Méthode d'interpolation spatiale par Daniel et al (2009).

Afin de synthétiser l'information, traitement statistique par l'ACP (analyses en composante principale) des données climatiques de la zone d'étude (Tableau 02), est faite sur huit variables (Altitude, Tp, Pr, ETP, ETPR, Déficit, Excédent, Aridité) dans quatre stations météorologiques (El Kala, Ain El Assel, Ben M'hidi, les Salines) sur une période de 34 ans (1975- 2009).

Tableau 2 : Les paramètres moyens annuels du climat (1975 -2009)

Station	Z (m)	Tp (C°)	Pr (mm)	ETP (mm)	ETPR (mm)	Def (mm)	Exc (mm)	Aridité
El-Kala	10	18,5	792,6	899	517,6	381,8	275	31,02
Ain El Assel	35	17,5	822,5	864,6	511,4	353,3	310,9	33,6
Ben M'hidi	7	17,6	645,9	874,2	448,8	425,4	196,6	26,88
Les Salines (w. Annaba)	3	17,8	669,8	881,6	454,8	426,7	214,9	27,66

RESULTATS ET DISCUSSION

Analyse multivariée des données climatologiques (ACP)

Dans cette étude nous avons fait la comparaison entre la variabilité des paramètres climatique annuelle à celle de l'altitude (Z). Le traitement des données par logiciel « XL Stat » a permis de voir les différentes corrélations entre les différents paramètres du climat.

Triangle de corrélation

Le tableau 03 permet de constater que la plupart des paramètres du climat entrent de façon significative dans la composante principale.

Tableau 3 : Triangle de corrélation

Variables	Z	Tp	Pr	ETP	ETR	Def	Exc	Aridité
Z	1							
Tp	-0,39	1						
Pr	0,77	0,27	1					
ETP	-0,59	0,97	0,04	1				
ETR	0,63	0,45	0,97	0,23	1			
Def	-0,89	-0,06	-0,97	0,17	-0,91	1		
Exc	0,84	0,14	0,99	-0,09	0,93	-0,98	1	
Aridité	0,88	0,07	0,97	-0,16	0,91	-0,99	0,99	1

Le triangle de corrélation, permet de voir que la nature géographique du terrain (Altitude) a une influence très importante sur les autres paramètres hydrologiques, dont le paramètre (Z) montre de fortes corrélations positives significatives avec ces paramètres (Pr, Exc, ETR, Aridité) et négatives avec le variable de Def ainsi que les paramètres (Tp, ETP) en bonne corrélation, sont corrélés positivement entre elles ($r=0,972$).

En effet, l'analyse statistique montre d'une part, que la précipitation, l'évapotranspiration réelle, l'excédent et l'indice d'aridité d'eau augmentent avec l'altitude, alors que le déficit diminue, ce phénomène est dû à l'existence des grandes surfaces d'eaux libres (Mer, lacs, barrages, marais, Oueds et retenues collinaires) et de l'importance de la couverture végétale. D'autre part, le variable (T°) est bien corrélé positivement avec l'évapotranspiration potentielle (ETP).

Pour exprimer la dominance des axes, un cercle de corrélation (Figure.03) formé par les axes F1-F2 (99,72%) permet de distinguer selon l'axe F1 (70,08%), une opposition d'une part, avec les paramètres (Z, Pr, Aridité, Exc, ETR) dans le pôle positive de l'axe, et d'autre part, avec le paramètre (Def) dans le pôle négative de l'axe.

Selon l'axe horizontal F2 (29,64%), en remarque une opposition avec les deux paramètres (T et ETP) dans le pôle positive de l'axe.

Corrélation entre la variabilité des paramètres hydrologiques avec l'altitude dans la région d'El Tarf (Nord-Est Algérien)

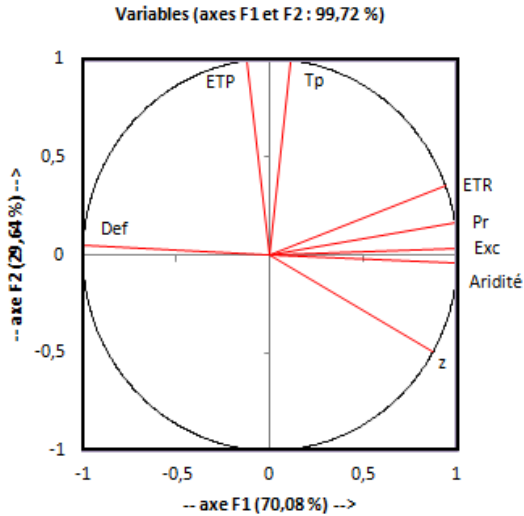


Figure 3 : Projection des paramètres hydrologiques sur le plan factoriel (1x2).

D'après cette analyse statistique, on peut conclure que la précipitation et la température sont des paramètres importants du climat qui varient avec la nature géographique du terrain.

Distribution et variabilité spatiale des données des stations étudiées

La pluviométrie moyenne annuelle (35ans) varie de 645,9 mm à 822,5 mm avec une température moyenne annuelle variant entre 17,5°C à 18,5°C. La variabilité spatiale de la pluviométrie durant 35 ans est modérée, elle varie de 10% à 20%. Cette variabilité est engendrée par l'effet d'altitude, la distance à la mer, et la forme du relief....etc. (Fouchier *et al.* 2004)

L'analyse des données dans la figure (04) montre que les deux stations (Ain El Assel et El kala) sont similaires et s'opposent aux deux autres stations (Les Salines et Ben M'hidi).

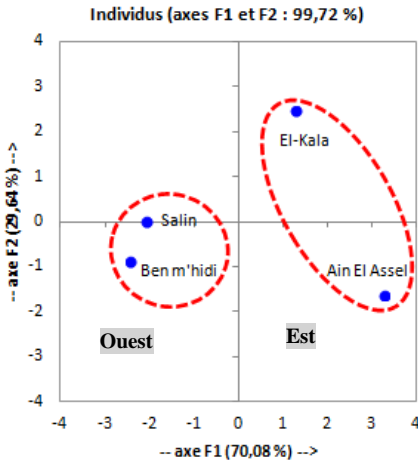


Figure 4 : Projection des stations météorologiques sur le plan factoriel (1x2).

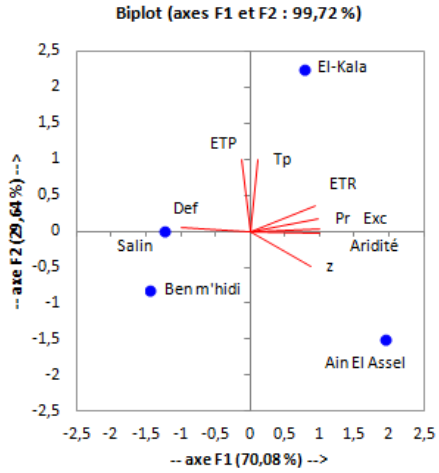


Figure 5 : Projection des paramètres hydrologiques et des stations météorologiques sur le plan factoriel (1x2).

L'irrégularité des précipitations moyennes annuelles même les autres variables (Exc, ETR, Aridité) augmentent de l'Ouest à l'Est où la région d'Ain El Assel et El-Kala reçoivent plus de précipitations par rapport à l'Ouest (Les Salines et Ben M'hidi). Aussi, l'élévation des altitudes (Z) entraîne une hausse corrélative des précipitations, l'excédent, ETR et l'indice d'aridité, tandis que le déficit d'eau diminue, tel que la plus haute station a une altitude de 35m (Station Ain El Assel) et la plus basse est de 3 m (Les Salines). La pluviométrie est un élément fondamental du climat, son importance est telle que les différentes classifications du climat reposent essentiellement sur la moyenne annuelle ou mensuelle des précipitations. En effet, la précipitation varie avec l'altitude (Z) qui représente dans les quatre stations littorales (El-Kala, Ain El Assel, Ben Mhidi, Les Salines), les précipitations augmentent au fur à mesure quand on s'éloigne de la mer. L'étude du paramètre température a révélé que la ville d'El-Kala est située dans une région douce par rapport aux autres stations (Figure.05). Ainsi, l'étude de paramètre ETP a mis en évidence que partout dans la plaine d'El-Kala, cette ETP est importante surtout en été où la température est élevée on peut conclure que l'ETP augmente avec la température.

Toutefois, le gradient pluviométrique est très variable selon les lieux (Descroix, 2001 ; Corbel, 1970 ; Alexandre *et al.* 1999). Dans le même contexte, Boris Sevruk et al (2002) ont montré que le gradient de précipitation s'inverse souvent avec l'altitude. Cette relation entre altitude et précipitation ne sera valide que

sur une partie limitée du territoire mais dans notre région d'étude qui a un climat méditerranéen, la pluviométrie moyenne annuelle augmente selon une principale direction à savoir les altitudes les plus élevées et sont plus proches de la mer. Donc on constate que les précipitations dépendent de l'environnement géographique (Fouchier et al, 2004). En effet, en s'élevant le long des versants, l'air humide se refroidit ; la condensation qui en résulte provoque des précipitations dites orographiques (Roe, 2005).

Classification hiérarchique

Nous avons considéré les paramètres hydrologiques annuels de la série (1975-2009) pour les quatre stations d'étude par le Dendrogramme pour la classification hiérarchique.

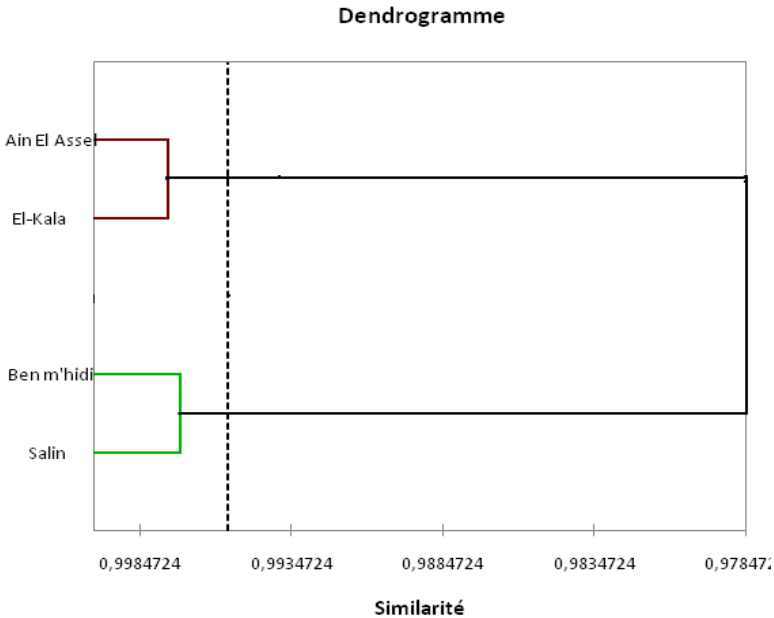


Figure 6 : Le dendrogramme des stations pluviométriques étudiées

La représentation graphique de la figure 06, montre l'arbre de classification des stations de la région d'El-Tarf où on remarque que les deux stations (Ain El Assel et El kala) sont similaires et s'opposent aux deux autres stations étudiées (Saline et Ben M'hidi), ce qui confirme bien les résultats de l'ACP. Les stations

sont regroupées en deux partitions correspond aux zones relativement humides situées sur le littoral. Pour cette zone côtière, nous avons deux sous-groupes ; le premier correspond aux stations situées sur le versant occidental (Ouest) (Ben M'hidi, Saline) et le second comprend ceux situées sur le versant oriental (Est) (Ain El Assel et El-Kala).

CONCLUSION

La variation spatiale des températures et l'ETP reflète l'effet de la position par rapport à la mer. Alors que les précipitations, l'excédent, ETR et l'indice d'aridité augmentent avec l'altitude. L'utilisation de l'ACP dans l'étude des températures et des précipitations nous donne une classification plus pertinente pour les stations étudiées. Les stations sont regroupées en deux partitions, le premier correspond aux stations situées sur le versant oriental (Est) (Ain El Assel et El-Kala) et le second comprend celles situées sur versant occidental (Ouest) (Ben M'Hidi, les Salines). On constate que les précipitations dépendent de l'environnement géographique ce qui peut influencer négativement sur la qualité des eaux du lac Mellah et de ses affluents, particulièrement au cours des années excédentaires.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BAHROUNE SOFIA (2006). Impact des eaux usées urbaines et industrielles sur les eaux naturelles dans la région d'El Tarf. Thèse de Magistère. univ Annaba.
- BENICHOU P., LEBRETON O. (1987). «Prise en compte de la topographie pour la cartographie des champs pluviométriques statistiques». *La Météorologie*, vol. 19. 23-34.
- BOBÉE, B., F. ASHKAR (1991). The gamma family and derived distributions applied in Hydrology, water resources publications, littleton, colorado, 203 P.
- BOBEE B., S. EL ADLOUNI (2015). *Éléments d'analyse fréquentielle*. Institut National de la Recherche Scientifique (INRS –ETE) ; 71P.
- BOUBAKER H., GAMMAR A.M. (2002). Proposition d'un indicateur de continentalité/maritimé pour l'estimation et la cartographie des paramètres climatiques ; application à la pluviométrie de la Tunisie du Nord. In Kergomard C. (éd. sc.), *Publications de l'Association internationale de climatologie, actes du 14^e colloque : « Cartographie, outils et méthodes », Séville, 12-15 septembre 2001. Aix-en-Provence : AIC, vol. 14, p. 263-270.*
- CARREGA P., GARCIA E. (2001). Les fortes précipitations quotidiennes en Toscane et leur cartographie. In Maheras P. (éd. sc.), *Publications de l'Association*

- internationale de climatologie, actes du 13e colloque: «Cartographie des pluies, à fine échelle», Nice, 6-9. Thessalonique: Département de météorologie et de climatologie, université de Thessalonique, vol. 13. 2001. 169-180.
- CORBEL J. (1970). Le Spitsberg, présentation géographique. Spitsberg, mission française 1966, ed. du CNRS, service de documentation et de cartographie géographiques, mémoires et documents, année 1970-nouvelle série, vol. 10, pp. 23-35.
- CREECH T.G., MCNAB A.L. (2002). Using NDVI and elevation to improve precipitation mapping. In 13th Conference on Applied Meteorology, Portland, 13-16 may 2002. Washington: American Meteorological Society. 184-187PP.
- DESCROIX L., NOUVELOT J. F., ESTRADA J., LABEL T. (2001). Complémentarités et convergences des méthodes de régionalisation des précipitations: application à une région endoréique du Nord-Mexique. Revue des sciences de l'eau 14/3. 281-305P.
- FOUCHIER C., LAVABRE J., GREGORIS Y., SOL B., DESOUCHES C., FAURE-SOULET A. (2004). Prédétermination régionale des pluies d'occurrence fréquente à exceptionnelle. Application au pourtour méditerranéen français. Annales de l'Association internationale de climatologie, vol. 1.. 33-44.
- HUMBERT J., DROGNE G., MAHR N. (1999). Cartographie des précipitations par paramétrisation omnidirectionnelle du relief : la méthode pluvia. In Maheras P. (éd. sc.), Publications de l'Association internationale de climatologie, actes du 11^e colloque : « Méthodologie, techniques, réflexions générales », Lille, 2-5 septembre 1998. Aix-en-Provence : AIC, vol. 11, p. 259-266.
- LABORDE J.-P., TRABOULSI M. (2002). Cartographie automatique des précipitations: application aux précipitations moyennes annuelles du Moyen-Orient. In Kergomard C. (éd. sc.), Publications de l'Association internationale de climatologie, actes du 14e colloque: «Cartographie, outils et méthodes», Séville, 12-15 septembre 2001. Aix-en-Provence: AIC, vol. 14. 296-303PP
- LE HOUEROU H.N. (1992). Relations entre la variabilité des précipitations et celle des productions primaire et secondaire en zone aride. Revue My science work ,geography.
- NINYEROLA M., PONS X. ET ROURE J.M. (2000). A methodological approach of climatological modeling of air temperature and precipitation through GIS techniques. International Journal of Climatology, vol. 20, no 14. 1823-1841P.
- ROE G.H. (2005). Orographic precipitation. Annual Review of earth and planetary sciences, vol. 33, p. 645-671.
- SEVRUK B., MIEGLITZ K. (2002). The effect of topography, season and weather situation on daily precipitation gradients in 60 Swiss valleys. Water Science Technology, vol. 45, n° 2, p. 41-48.