

Caractérisation des eaux de la nappe du Complexe Terminal (CT) de Hassi Messaoud a l'aide d'analyse statistique multivariée – Sud algérien.

KECHICHED Rabah⁽¹⁾, DJEGHOUBBI Rabah ⁽¹⁾, FOUFOU Atif ⁽²⁾, BELKSIER Med Saleh ⁽¹⁾ & AMEUR-ZAIMECHE Ouafi ⁽¹⁾

⁽¹⁾ Université Kasdi Merbah Ouargla, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et de l'Univers, Ouargla 30 000 Algérie.

⁽²⁾ Université ZIANE Achour Djelfa, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, Djelfa.
kechiched.ra@univ-ouargla.dz

Résumé — Les eaux de nappe du Complexe Terminal (CT) de Hassi Messaoud, ont fait l'objet de cette étude hydrochimique et statistique. La classification à l'aide du diagramme de piper a montré que les eaux de cette nappe sont en majorité, chlorurée sodique. Les statistiques élémentaires ont été effectuées sur les analyses physicochimiques des eaux de 16 forages. L'ACP issue de la diagonalisation de la matrice des corrélations entre ces paramètres, a permis de mettre en évidence les associations suivantes : La première est constituée de Ca⁺⁺, Cl⁻, TH, Na⁺ et CE : Elle indique les eaux influencées par le lessivage des roches carbonatées, essentiellement les calcaires et les roches évaporitiques, en particulier, l'halite. La deuxième association est constituée de Mg⁺⁺, SO₄⁻ et K⁺ : Elle indique les eaux fortement influencées par le lessivage des roches gypso-argileuses ; ces deux associations représentent l'axe de la minéralisation. Une projection des individus sur le plan factoriel (F1F2) a montré deux (2) regroupements : Le premier représente les forages dont la nappe est de lithologie Sénonien-éocène, tandis que le deuxième représente les forages où la lithologie de la nappe est de nature Mio-pliocène.

Mots clés — Statistique ; ACP ; hydrochimie ; Complexe Terminal ; individus.



Fig. 1 : Situation géographique de la zone d'étude et implantation des forages d'eau utilisées sur une photo satellitaire de googleearth, 2012.

I. INTRODUCTION

Les besoins en eau de la région de Hassi Messaoud ne cessent pas à augmenter d'une année à l'autre. En effet, cette région qui représente le pôle de l'économie nationale, avec l'immense activité pétrolière et l'agglomération importante de la population. Cette ville s'alimente de la nappe du Complexe Terminal (CT) pour cela, plusieurs forages visant ce réservoir hydrique ont été implantés. Cette région a connu plusieurs travaux géologiques qui ont été axés essentiellement sur la prospection et le développement des ressources en hydrocarbures, cependant, les études hydrogéologiques sont très peu ou incomplètes. Ce papier propose une caractérisation des eaux de la nappe du Complexe Terminal au niveau de la ville de Hassi Messaoud. Cette ville est localisée à environ 850 km Sud-est d'Alger, à 86 km au sud-est d'Ouargla, à 172 km au sud de Touggourt et à 350 km de la frontière tunisienne (Fig. 1).

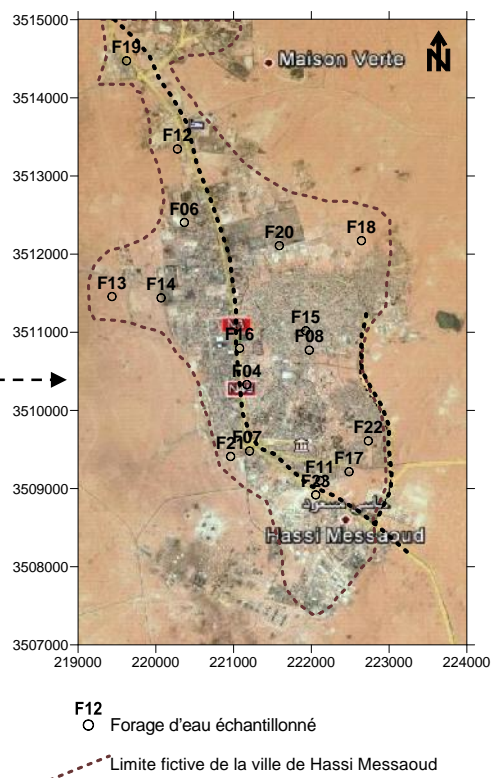


Tableau. 1 : Statistiques élémentaires des paramètres physicochimiques des échantillons.

	N. Act.	Moy.	Min.	Max.	Var.	Ecart-type
T.H (F°)	9,0	95,5	72,7	146,3	812,1	28,5
CE(μS/cm)	16,0	2440,4	1200,0	4890,0	984548,4	992,2
pH	16,0	7,1	6,6	7,8	0,1	0,4
Rés sec	16,0	2347,0	1000,0	4800,0	1004075,2	1002,0
SO ₄ ⁻	16,0	665,9	300,0	1688,0	113335,7	336,7
Cl ⁻	16,0	522,6	140,0	1067,6	67153,8	259,1
HCO ₃ ⁻	16,0	164,75	122,00	207,4	631,61	25,132
NO ₃ ⁻	3,0	8,2	2,0	16,0	50,8	7,1
Na ⁺	16,0	308,3	100,0	780,0	42476,1	206,1
K ⁺	16,0	21,6	10,0	54,0	166,9	12,9
Mg ⁺⁺	16,0	90,9	48,0	181,8	1051,8	32,4
Ca ⁺⁺	16,0	198,2	132,3	264,5	1929,8	43,9
NO ₂ ⁻	13,0	0,4	0,0	5,0	1,9	1,4
PO ₄ ⁻	9,0	0,0	0,0	0,2	0,0	0,1
F	16,0	2,1	1,6	2,9	0,2	0,4
Fe ^{++(tot)}	9,0	0,1	0,0	0,3	0,0	0,1

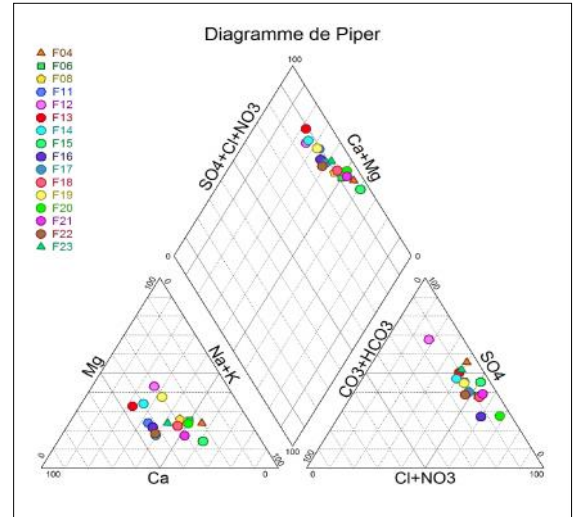


Fig. 4 : Projection sur le diagramme de Piper.

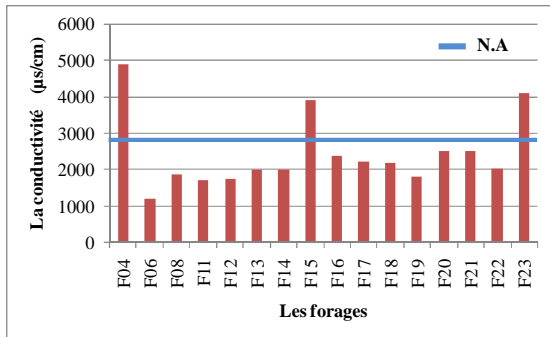


Fig. 3 : Variation de la conductivité dans les forages (Mai, 2013)

Faciès chimique : Les faciès chimique illustrés dans le diagramme de Piper a montré que les eaux du Complexe Terminal (CT) de Hassi Messaoud sont Chlorurés sodique dans la plus part des forages d'eau (Fig. 4).

Tableau. 2 : Matrice de corrélation des paramètres physicochimiques

	T.H	CE	pH	RS	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	Na ⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	F
T.H (F°)	1,00											
CE (μS/cm)	0,94*	1,00										
pH	-0,11	-0,11	1,00									
RS (mg /l)	0,30	0,52	-0,44	1,00								
SO ₄ ⁻ (mg /l)	0,75*	0,87*	0,17	0,51	1,00							
Cl ⁻ (mg /l)	0,89*	0,85*	-0,11	0,34	0,72*	1,00						
HCO ₃ ⁻ (mg /l)	-0,28	-0,17	0,46	-0,20	0,02	-0,40	1,00					
Na ⁺ (mg /l)	0,89*	0,88*	0,10	0,33	0,86*	0,95*	-0,31	1,00				
K ⁺ (mg /l)	0,94*	0,97*	0,04	0,43	0,88*	0,88*	-0,08	0,92*	1,00			
Mg ⁺⁺ (mg /l)	0,52	0,72*	0,35	0,44	0,90*	0,46	0,20	0,66	0,70*	1,00		
Ca ⁺⁺ (mg /l)	0,72*	0,76*	-0,46	0,56	0,58*	0,80*	-0,17	0,68*	0,75*	0,34	1,00	
F (mg /l)	-0,36	-0,40	0,02	-0,02	-0,12	-0,10	0,06	-0,11	-0,27	-0,30	0,02	1,00

0,72* : Corrélation significative

Tableau. 3 : Facteurs de charges de l'ACP

	T.H (F°)	CE	pH	SO ₄ ⁻	Cl ⁻	HCO ₃ ⁻	Na ⁺	K ⁺	Mg ⁺⁺	Ca ⁺⁺	F	Valeur propre	Var (%)	Var. cum (%)
F. 1	-0,94	-0,98	0,04	-0,89	-0,92	0,21	-0,95	-0,98	-0,72	-0,78	0,27	6,6	60	60
F. 2	0,13	0	-0,86	-0,32	0,24	-0,74	-0,01	-0,09	-0,57	0,37	0,11	1,94	17,62	77,6

B. Statistique bivariée

Les coefficients de corrélation simples ont été calculés entre les paramètres physicochimiques. La matrice de corrélation regroupe les résultats de calcul (Tableau. 2). Elle montre que la conductivité (CE) est corrélée positivement à SO₄⁻, Cl⁻, Na⁺, K⁺ et Ca⁺⁺

C. Analyse multivariée -ACP

La diagonalisation de la matrice de corrélation (Tableau. 2), a permis de calculer les facteurs de charges, sur l'ensemble des de paramètres physicochimiques (Tableau. 3). Les cercles de corrélations ont été tracés sur le plan du facteur F1 et F2 qui représente une variance cumulée de 77,6 % (Tableau. 3) ; (Fig. 5). La projection des individus sur les deux facteurs à été faite (Fig. 6).

D. Discussion et interprétation

- Cercles de corrélation sur le plan des facteurs F1F2 (Fig. 5)

Elles montrent l'existence de trois associations : la première constitué de Ca^{++} , Cl^- , T.H, Na^+ , CE : cette association est corrélée négativement avec le facteur F1 et positivement avec le facteur F2 ; Elle montre les eaux influencées par une lithologie constituée des roches carbonatées en particulier le calcaire et des roches évaporitiques (halite). La deuxième est constituée de Mg^{++} , SO_4^- et K^+ : cette association est corrélée négativement avec le facteur F1 et F2. Elle représente les eaux fortement influencée par une lithologie de nature évapo-argileuse (essentiellement gypseuses) et silicatée (argileuse). Ces deux associations représentent l'axe de minéralisation. La troisième Une est constitué de pH et HCO_3^- : cette association est corrélée négativement avec le facteur F1 et F2. Elle représente les eaux fortement influencée par la dissolution des carbonates dans milieu tend à l'acidité.

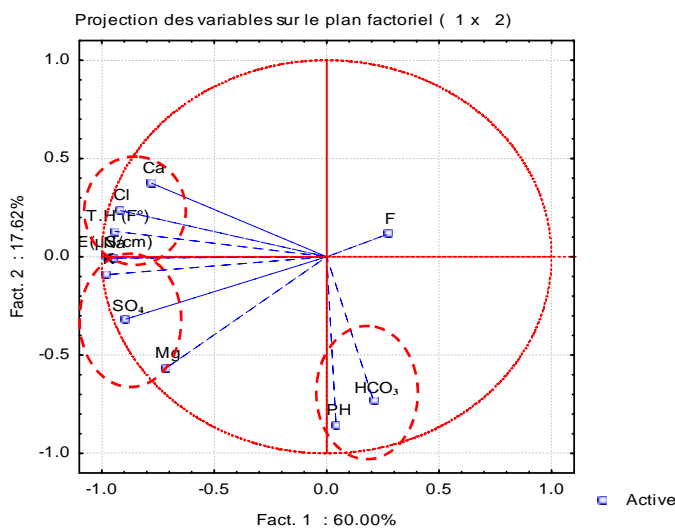


Fig. 5 : Cercles des corrélations des variables sur le plan factoriel F1F2

- Projection des individus (forages) sur le plan des facteurs F1F2 (Fig. 6)

Cette projection montre deux (2) regroupements d'individus :

- Le premier regroupement (A) est constitué des individus (F06, F11, F13, F16, F08 et F12). Il est corrélé positivement avec le facteur F1. Ce sont les forages dans les quels, la formation lithologique est rattachée à l'étage du Sénonien-Éocène.

- La deuxième regroupement (B) est constitué des individus (F04 et F15). Il est corrélé négativement avec le facteur F1. Il représente les forages dont la formation lithologique est rattachée à l'étage Mio-pliocène.

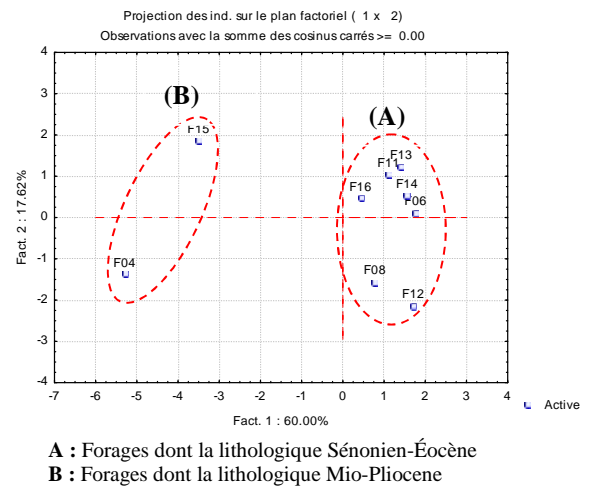


Fig. 6 : Projection des individus sur le plan factoriel F1F2

V. CONCLUSION

La région de Hassi Messaoud renferme d'énormes quantités des eaux souterraines qui jouent un rôle important dans le développement de cette ville industrielle. En effet, cette dernière s'approvisionne de la nappe du Complexe Terminal (CT). L'étude statistique a été effectuée sur les analyses des paramètres physicochimiques. Ceci a permis de distinguer que la minéralisation des eaux est élevée. Le faciès chimique des eaux dans la plus part des forages est Chloruré sodique. La statistique élémentaire et bivariée a été effectuée pour caractériser la qualité des eaux. Il ressort que la concentration des éléments chimiques dans la plus part des puits dépasse les normes algériennes. La diagonalisation de la matrice de corrélation issue du traitement bivariée, a permis de calculer les facteurs des charges et de tracer les cercles de corrélation sur le plan F1F2 qui représente une variance cumulé de 77,6%. Ces cercles nous a permis de mettre en évidence une axe de minéralisation répartie en deux association chacune est rattachée à la lithologie encaissante.

La projection des individus sur le plan factoriel F1F2 a permis de distinguer 2 deux regroupement, l'un est constitué des forages d'eau dont la lithologie de la nappe est sénonien-éocène tandis que le deuxième est Miopliocène. Cette analyse de données statistique multivariée représente une contribution à l'étude hydrochimique des eaux.

REFERENCES

- [1] BEICIP. FRANLAB, "Zone périphérique du champ de Hassi Messaoud, réservoir cambro-ordovicien", *Rapport Interne CRD Sonatrach*, 1979, p 21.
- [2] WEC, "La géologie pétrolière de l'Algérie. In Sonatrach – Schlumberger Well Evaluation Conference - Algérie 2007", *Édité par Schlumberger* 2007, pp. 1.6 – 1.8.
- [3] J. Rodier, "L'analyse de l'eau, 7ème éd", 1984, p.1353.
- [4] D. Marcotte, "Géostatistique minière". Ecole polytechnique, Montréal, 1997, 230 p.