

ETUDE DE LA VARIATION SPATIALE DE LA SALINITE DES EAUX EXPLOITEES DANS LA CUVETTE D'OUARGLA

BOUDJENAH S.¹ ; DADAMOUSA B.¹ ; HADJ-MAHAMMED M.²

- 1) laboratoire de protection des écosystèmes en zones arides et semi arides. Faculté des Sciences De La Nature et de la Vie Et Des Sciences De La Terre Et De L'univers. Université K.M. de Ouargla. BP 511 Route de Ghardaïa 30000 Ouargla. Algérie. E-mail : harunsali@yahoo.fr
- 2) laboratoire de biogéochimie des milieux désertiques Université K.M. Ouargla.

Résumé

Les eaux exploitées dans différents domaines (AEP et irrigation) dans la ville de Ouargla, qui renferme d'importantes réserves, sont issues de deux grands systèmes aquifères connus au Sahara Algérien ; Le Complexe Terminal (CT), regroupant les nappes du Mio-Pliocène et du Sénonien et le Continental Intercalaire (CI) qui est représenté par la nappe de l'Albien. Ces trois nappes se distinguent par leur profondeur et leur formation géologique. L'objet de cette étude est d'évaluer la qualité des eaux de ces aquifères à travers une analyse physico-chimique et l'étude de l'évolution de la qualité de ces eaux au cours des traitements chimiques. A cet effet cinq (5) forages ont été étudiés. Les résultats obtenus nous ont permis de situer la qualité des eaux échantillonnées par la détermination des faciès hydro chimiques et d'identifier les principaux processus qui contrôlent les variations chimiques de ces eaux.

Mots clés : Salinité, Eaux potables, Sahara, Forage, Aquifères

I-INTRODUCTION

La composition chimique des eaux naturelles est liée à la nature des terrains traversés expliquant ainsi des salinités différentes en quantité et en qualité d'une région à l'autre (1). A Ouargla, le climat aride caractéristique de la région n'a pas empêché l'existence d'importantes ressources en eaux souterraines. Néanmoins les exploitants d'eau dans cette région, sont de plus en plus confrontés au problème de la présence de sels à des teneurs dépassant souvent les normes de potabilité et à une dureté élevée de l'eau.

Ainsi, lorsque certains paramètres physiques, chimiques ou bactériologiques se situent en dehors des normes de qualité fixées par la réglementation sanitaire pour la consommation humaine, des traitements correctifs doivent être appliqués avant la distribution. Le choix du traitement à appliquer dépend de la composition de l'eau et de son usage. (2 et 3). Il faut d'abord connaître l'eau par une analyse et bien définir le but de traitement (4). Ce travail porte sur la détermination des caractéristiques physico-chimiques des eaux souterraines de cette région et l'étude des variations spatiales de la salinité ainsi que les facteurs contrôlant cette variabilité.

II. MATERIEL ET METHODES

Les forages que nous nous sommes proposés d'étudier sont au nombre de cinq (05). Ils sont répartis de la façon suivante :

- 02 forages de la nappe Mio-Pliocène, (forages de Bahmid et de l'Université)
- 02 forages de la nappe Sénonienne (forages de Hadji et de Gharbouz)
- 01 forage de la nappe Albienne (forage d'El Hadeb II)

Ces forages sont choisis en fonction de leur exploitation, leurs caractéristiques sont regroupées dans le tableau I.

Parmi les paramètres physico-chimiques et chimiques analysés dans notre étude figurent :

- *Le **pH**, mesuré à l'aide pH-mètre type 632 (5)
- * **la conductivité électrique (C.E)**, mesurée à l'aide conductimètre type C0150 (HACH) (5)
- ***Dosage des carbonates et bicarbonates (CO₃⁻ et HCO₃)** par titrimétrie
- * **Mesure de la dureté totale (TH) par la méthode colorimétrique (6)**
- ***Dosage du calcium, sodium et potassium**, à l'aide d'un spectrophotomètre à flamme type 410 CORNING (7)
- ***Dosage des nitrates, sulfates et chlorures**, à l'aide d'un colorimètre type 92120 Montrouge (8)
- * **Dosage de la silice par spectrophotomètre type DR2000 (9)**

Tableau.1. Caractéristiques des forages échantillonnés (10)

Etages	Lithologie	Profondeur (m)	Température de l'eau
Mio-pliocène	Alternance de : calcaire, argile, sable et gypse	180	23 – 25 °C
Sénonien supérieur	Bond d'anhydrite calcaire	500	30 °C
Sénonien inférieur	Anhydrite massive, dolomie passée d'argile et de marne	900	
Albien	Sables, argiles et grés sableux	1660	55 °C

II. RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les résultats de toutes les analyses effectuées sont regroupés dans les tableaux 2 à 4 et cela pour chaque forage.

1-Analyses physico-chimiques

PH : La valeur du pH varie dans tous les échantillons analysés de 7,41 à 7,94, elle est donc conforme aux normes. Sa variation est liée principalement au contact de la chaux présente dans le sol au niveau de la zone de pompage d'après Endré Dupont (11)

La conductivité électrique : Les eaux de tous les sites étudiés présentent des conductivités électriques supérieures à 2000 µs/cm. La mesure de la conductivité électrique permet d'évaluer rapidement mais très approximativement la minéralisation globale de l'eau et d'ensuire l'évolution. (12)

Minéralisation globale : D'après la classification adoptée par l'OMS, ces eaux analysées sont très minéralisées et dépassent la norme (1000 mg/l) en raison de leur forte salinité, en effet les forages présentent un taux élevés de la salinité admettent une conductivité électrique élevée. (13)

Selon **J.Rodier (14)** les eaux très minéralisées semblent bien contribuer à l'homéostasie de l'homme est surtout de l'enfant cependant, elles peuvent poser des problèmes endocriniens très complexe.

Tableau.2. Composition physico-chimique de la nappe Mio-pliocène

Eléments et paramètres		Nappe Mio-Pliocène	
		Bahmid	Université
Paramètres physico-chimiques	T (°C)	26	27
	PH	7.55	7.61
	C-E ($\mu\text{s/cm}$)	3890	3901
	M-G (mg/l)	2952.5	2960.8
Eléments dissous	cations	mg/l	mg/l
	Ca ⁺⁺	237.7	231.5
	Mg ⁺⁺	120.4	119.4
	Na ⁺	400	412.7
	k ⁺	39.1	39.1
	anions	mg/l	mg/l
	Cl ⁻	702	716
	SO ₄ ⁻	790	786
	HCO ₃ ⁻	125	121.2
	NO ₃ ⁻	7	6.2
Dureté total(°F)	TH	108.8	106.7

Tableau .3. Composition physico-chimique de la nappe Sénonienne

Forages		Nappe Sénonienne	
		(Hadji)	(Gharbouz)
Paramètres physico-chimiques	T (°C)	27	27
	PH	7.52	7.72
	C-E ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	2140	2840
	M-G (mg/l)	2132.3	2155
Eléments dissous	cations	mg/l	mg/l
	Ca ⁺⁺	236.5	204
	Mg ⁺⁺	75.37	83.75
	Na ⁺	264.4	331.7
	k ⁺	26.3	22.6
	anions	mg/l	mg/l
	Cl ⁻	429	518.2
	SO ₄ ⁻	686.8	695.6
	HCO ₃ ⁻	116.6	108.7
NO ₃ ⁻	6.4	7	
Dureté total(°F)	TH	90	85.35

Tableau .4. Composition Physico -chimique de la nappe Albienne

Forages		Nappe Albienne	
		EL HADEB II	
Paramètres physico-chimiques	T (°C)	52	
	PH	7.42	
	C-E ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	1852	
	M-G (mg/l)	1405.7	
Eléments dissous	cations	mg/l	
	Ca ⁺⁺	170	
	Mg ⁺⁺	107.2	
	Na ⁺	250	
	k ⁺	40	
	anions	mg/l	
	Cl ⁻	170	
	SO ₄ ⁻	107.2	
	HCO ₃ ⁻	250	
NO ₃ ⁻	40		
Dureté totale(°F)	TH	86.5	

2-Analyses chimiques

Le Calcium : La teneur en calcium dans les eaux échantillonnées est inférieure à la norme qui est 200 mg/l selon l'OMS. La plus faible teneur est remarquée dans les eaux de HDEB II, ceci est dû à une précipitation de carbonate de calcium à l'émergence causée par la perte de CO₂. Le calcium est un élément indispensable au corps humain, mais sa présence avec un taux élevé est nuisible et indésirable pour les consommateurs.

Le Magnésium : La teneur en magnésium est supérieure à la norme dans les eaux de Miopliocène et Sémonien, tandis qu'elle répond aux normes dans celle de l'Albien (50-150 mg/l selon l'OMS). La teneur élevée du magnésium est liée à sa présence dans la composition des argiles qui constituent des formations imperméables et semi-perméables des toits et /ou des murs des horizons renfermant les nappes.

D'après Rodier cet élément ne présente aucun danger sur le plan sanitaire par contre il peut communiquer un goût amer à l'eau à partir de 100 mg/l.

Le Sodium : Les eaux analysées présentent un excès en sodium. Ceci est lié principalement à la dissolution des sels minéraux en particulier celle du chlorure de sodium.

Ce métal n'étant pas toxique pour un être humain sain (jusqu'à 10 g/l), il doit cependant être recommandé d'éviter de dépasser la norme pour les personnes souffrant d'hypertension ou d'insuffisance cardiaque. (14)

Le Potassium : Le potassium dépasse la norme dans les eaux de N'Goussa, son excès est plus important dans les eaux de HDEB II. Il peut avoir comme origine, le lessivage des engrais potassiques sur les sols pauvres en humus. La présence du potassium est liée à la lithologie de la région étant donné que cet élément entre dans la composition des argiles qui se trouvent dans la majorité des couches géologiques. (6)

Les Chlorures : La teneur en chlorure est hors norme dans toutes les eaux échantillonnées.

Cette teneur dépend de celle des métaux alcalins (Na⁺, K⁺) et des métaux alcalino-terreux (Ca²⁺, Mg²⁺) auxquels ils se trouvent associés sous forme de sels solubles et puisque 3/4 de ces éléments se trouvent en excès dans l'eau, ce qui a pour conséquence l'augmentation de leur teneur. Leur propriété lessivante fait qu'ils soient présents dans toutes les eaux. Leur principal inconvénient est la saveur désagréable qui communique à l'eau surtout lorsqu'il s'agit de chlorure de sodium, le cas de l'ensemble de nos forages. Les chlorures ne présentent pas de risque sur la santé sauf pour les personnes devant suivre un régime hyposodé. (14)

Les Sulfates : Dans les eaux analysées les sulfates présentent une teneur variant de 632 à 983 mg/l, ce qui dépasse la norme qui est de 400 mg/l. Leur présence est due essentiellement à la dissolution des gypses et surtout lorsque le temps de contact avec les roches est élevé.

Toutefois, d'un forage à un autre, cette teneur est variable ceci s'explique par la lithologie gypseuse de la région. Sur le plan sanitaire et en dehors du goût désagréable communiqué à l'eau, ainsi que les diarrhées infantiles on peut également signaler certains effets laxatifs des sulfates en particulier s'ils sont associés au magnésium et au sodium. (9)

Dureté TH : Les teneurs de la dureté, sont très élevées par rapport aux normes (50°F) dans l'ensemble des forages. À noter qu'une eau dure est aussi potable qu'une eau douce. Cependant deux inconvénients peuvent se présenter et nécessitent un adoucissement :

La réaction avec les savons et la précipitation sous forme de carbonate de calcium dans les bouilloires par exemple. L'augmentation de la dureté est liée essentiellement aux terrains calcaires et gypseux. (5)

La représentation des résultats des analyses par le diagramme de Schoeller et Berkloff montre que la qualité de ces eaux est passable à médiocre. Figure 1

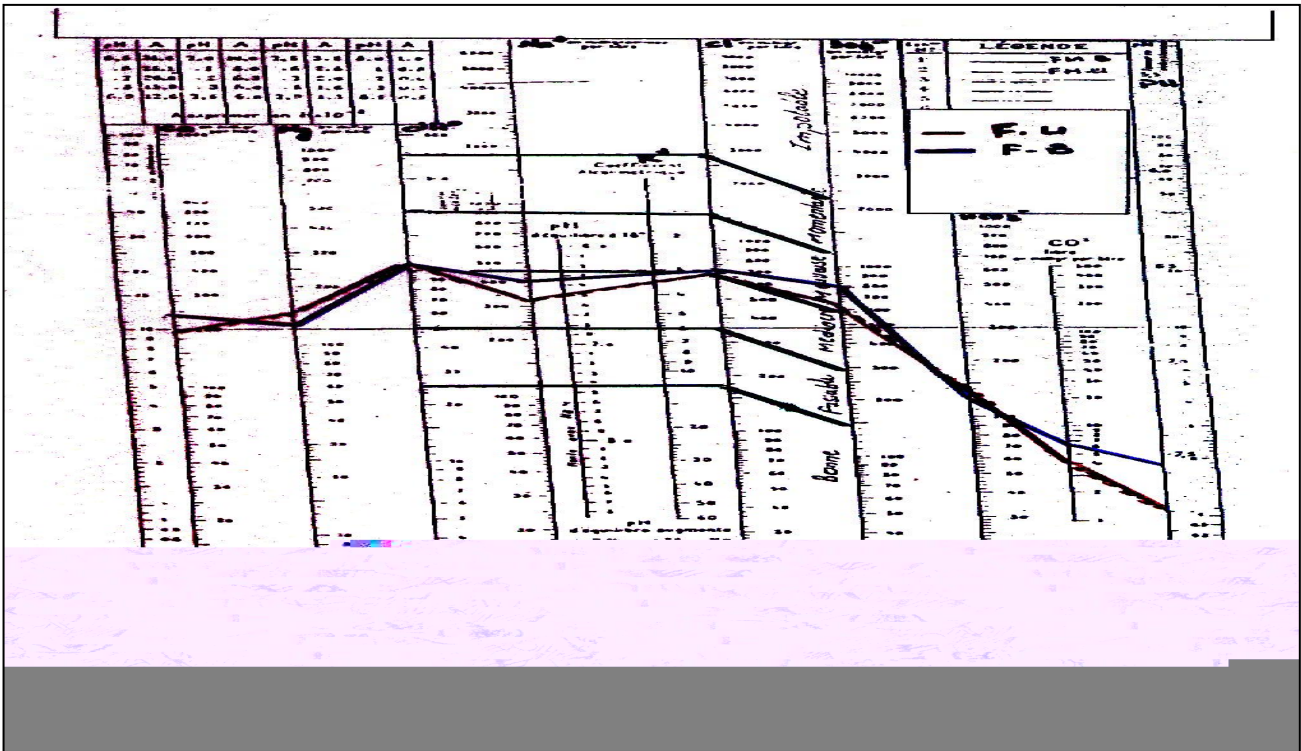


Fig.1. Représentation des résultats des analyses sur le diagramme de Schoeler et Berkloff

IV. CONCLUSION GENERALE

Ce travail nous a permis de mettre en évidence la qualité de quelques forages destinés à l'alimentation. À travers les résultats obtenus. Leur qualité chimique, vérifiée par la représentation graphique des résultats des analyses sur le diagramme de Schoeler et Berkloff, est de qualité passable à mauvaise

La majorité des paramètres dosés dépassent les normes préconisées par l'OMS. La salinité de ces eaux varie de **1405.7** à **2952.5** mg/l, de ce fait, elles sont classées comme eaux légèrement saumâtres.

D'après leur dureté variant de **86.5** à **108** °F, ces eaux sont classées très dures.

Les chlorures et les sulfates sont les anions les plus dominants et pour les cations, ce sont le calcium et le sodium qui le sont.

L'étude des faciès hydrochimiques, indique que le type des eaux étudiées est sulfaté-sodique, justifié par l'abondance des gypses et des argiles dans ces aquifères.

Les résultats analytiques montrent que la nappe albienne est relativement meilleure à cause de sa salinité et de sa dureté moins élevées.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] COQUE R. - Géomorphologie, Ed Arman COLLIN Paris, (1977)
- [2] DUCHAUFFOUR PH., Abrégé de pédologie, Ed Masson, (1984)
- [3] DEGREMONT, Mémento technique de l'eau, Ed Paris, Tome 1, (1989)
- [4] BELLAIR P., POMEROL C. Eléments de géologie, 5^e éd. Armand Colin, Paris, (1977)
- [5] SCHOELLER H. - Les eaux souterraines, éd MASSON et Cie, (1962)
- [6] PLOTNICOV N.A. – Ressources en eau souterraines : classification et méthodes d'évaluation, Gauthier-Villars et Cie, (1962)
- [7] GUILLEMIN C. et ROUX J.C. Mystères et réalités des eaux Souterraines, la vie des sciences, vol. 11, P. 87 – 114, (1994)
- [8] GANOULIS J.G. –Engineering risk analysis of water pollution, VCH Verlagsgesellschaft mbH, D-69451 Weinheim (Federal Republic of Germany), (1994)
- [9] MOUSTY P., MORVAN J.P., DUTANG et DAMEZ F. Sécurité de l'alimentation en eau potable : une nouvelle génération de systèmes d'alerte à la pollution, science et technique de l'eau, vol. 22, n° 3, août (1989) .
- [10] VALIRON F. –L'utilisation des eaux souterraines pour l'alimentation en eau potable, compte rendu du séminaire des 23-24 janvier 1991 à Fontainebleau, hydrogéologie, n°2, p.141-145, (1991)
- [11] LEFROU C. – Une ressource à redécouvrir : L'eau souterraine, P.C.M-Le PONT, vol.88, p.44-46, nov. (1990)
- [12] GERMAIN L., COLAS L., ROUQUET J. -Le traitement des eaux, Paris, (1976)
- [13] LEGRAND L., POIRIER F., Chimie des eaux naturelles, EYROLLES, (1976)
- [14] RODIER J. -L'analyse de l'eau, 7^{ème} Ed, 1353 P, (1984)