SAGREN
Systèmes Agricoles et Environnement

SAGREN *Vol 01, No 1, mai 2017*

Diagnostic de la qualité des eaux phréatiques dans le plateau de Mostaganem

Benkarouba Badr El Boudour[1], Cheriguène Abderrahim[1] et Benkhelifa Mohammed[2]

1. Département de Biologie, Faculté SNV, Université A. IbnBadis Mostaganem
2. Département d'Agronomie, Faculté SNV, Université A. IbnBadis Mostaganem

Résumé

Après plusieurs années de manque en eau potable dans la wilaya de Mostaganem, les services de l'hydraulique ont ouvert en 2004, l'alimentation par prélèvement d'une part du barrage Gargar en plus desforages pour le pompage des eaux phréatiques. Deux années plus tard, le barrage du Kramis a été mis en service. C'est en 2010 qu'eu lieu la mise en marche du réseau hydrique MAO (Mostaganem Arzew et Oran) composé des barragesdu Cheliff et de Kerada. Si les ressources en eau pour l'AEP (adduction en eau potable)ont vu un développement conséquent,celles en eau phréatique destinée au secteur agricole demeurent plutôt en voie de dégradation. En effet, la baisse exponentielle du niveau de la nappe, accélérée par l'extension des spéculations agricoles lucratives, a atteint un niveau critique. Son rabattement est estimé à 1 $m.an^{-1}$par les services de l'hydraulique. Dans ce cas, il ne suffit pas de prendre en considération, l'épuisement de la nappe provoqué par sa surexploitation mais également sa pollution potentielle due à l'intensification de l'agriculture, de l'industrie et des activités urbaines. Le présent travail est une contribution au diagnostic de la qualité des eaux phréatiques dans le plateau de Mostaganem. Les eaux phréatiques analysées surdes échantillons prélevés dansle cordon littoral, la plaine des Bordjia, le synclinal de Bouguirat et la localité d'El Macta, montrent une forte contamination en sodium, chlorures, nitrates et sulfates. En effet, les concentrations enregistrées pour ces éléments dépassent les normes de qualité des eaux préconisées par l'OMS (organisation mondiale de la santé).Ceci a permis de dégager les facies chimiques : chloruré sodique et potassique ou sulfaté sodique et chloruré et sulfaté calcique et magnésien.

Mots clés : qualité de l'eau, nappe phréatique, facies chimique, plateau de Mostaganem.

Introduction

La qualité potable d'une eau peut être analysée par apport à trois types de paramètres : organoleptiques, physico-chimiques et microbiologiques.

Les paramètres physico-chimiques concernent la forme et la présence d'éléments chimiques tels que : le calcium, le magnésium, le chlorure, le sulfate, le nitrate et d'autresd'éléments susceptibles d'affecter la qualité de l'eau. Les teneurs tolérées sont infimes ce qui exige des analyses quantitatives fines. A l'inverse, la présence de certaines substances peuvent être jugées nécessaires comme les oligo-éléments indispensables à l'organisme humain et animal.

Les paramètres microbiologiques mettent en évidence la présence des bactéries et des virus pathogènes extrêmement déterminants sur la santé humaine et animale.

Après plusieurs années de manque en eau potable dans la wilaya de Mostaganem, les services de l'hydraulique ont ouvert en 2004, l'alimentation par prélèvement d'une part du barrage Gargar en plus desforages pour le pompage des eaux phréatiques. Deux années plus tard, le barrage du Kramis a été mis en service. C'est en 2010 qu'a eu lieu la mise en marche du réseau hydrique MAO (Mostaganem Arzew et Oran) composé du barrage du Cheliff et de celui du Kerada.

Si les ressources en eau pour l'AEP (adduction en eau potable) ont vu un développement conséquent, celles en eau phréatique destinée au secteur agricole demeurent plutôt en voie de dégradation. En effet, la baisse exponentielle du niveau de la nappe phréatique, accélérée par l'extension de spéculations agricoles lucratives, a atteint un niveau critique. Son rabattement est estimé à 1 $m.an^{-1}$ par les services de l'hydraulique. Dans ce, il ne suffit pas de prendre en considération, l'épuisement de la nappe provoqué par sa surexploitation mais également sa pollution potentielle due à l'intensification de l'agriculture, de l'industrie et des activités urbaines.

Le présent travail est une contribution au diagnostic de la qualité des eaux phréatiques dans le plateau de Mostaganem. Des échantillons d'eau sont prélevés à partir de 8 sites répartis dans le cordon littoral, la plaine des Bordjia, le synclinal de Bouguirat et la localité d'El Macta, puis analysés sur les plans physico-chimique et bactériologique.

I. Matériels et méthodes

I.1. Localisation des sites de prélèvement des échantillons d'eau

L'étude porte sur 08 échantillons d'eau prélevés dans la wilaya et que nous avons localisés sur la carte de Mostaganem (Fig. 1).

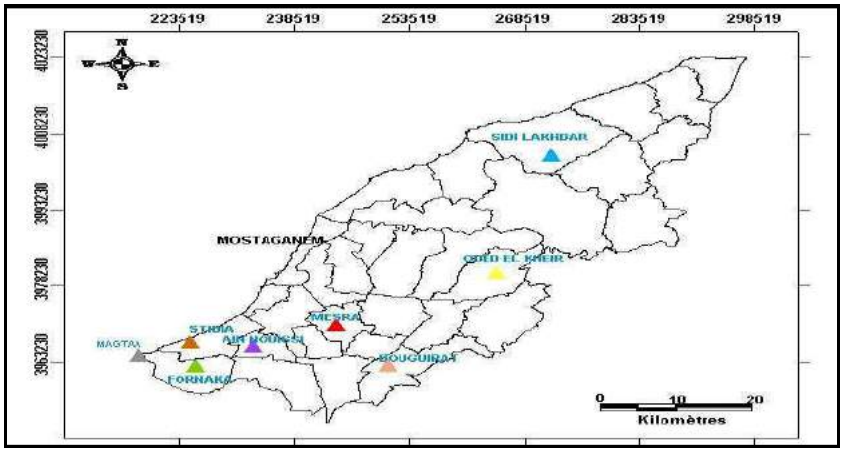

Figure.1. Localisation des points de prélèvement des échantillons d'eau

Les échantillons d'eau étaient prélevés de manière qu'ils soient répartis comme suit :

- 02 échantillons au niveau du plateau de Mostaganem l'un à Mesra et l'autre à Oued El Kheïr
- 02 échantillons d'eau au niveau du cordon littoral, l'un à Stidia et l'autre à Sidi Lakhdar
- 02 échantillons d'eau au niveau de la plaine des Bordjias l'un à Fornaka et l'autre à Ain Nouissy
- 01 échantillon sur le synclinal de Bouguirat
- 01 dernier échantillon sur la localité de La Macta

I.2. Analyses effectuées

I.2.1. Analyses physiques (Ahonon, 2011 ; Coulibaly, 2005)

Température: exprimée en °C, elle est déterminée en raison de ses effets sur la solubilité et dissolution des sels et des gaz, donc sur la conductivité électrique et le pH.

pH: déterminé à l'aide d'un pH-mètre de paillasse.

Conductivité électrique: l'échantillon d'eau est analysé sur un conductimètre.

Turbidité: est mesurée à l'aide d'un turbidimètre.

I.2.2. Analyses chimiques (Anonyme, 2006 ; Bliefert et Perraud, 2008 ; Rodier et *al*., 2009)

Les analyses chimiques reposent sur la méthode volumétrique ou par spectrophotométrie. La méthode volumétrique consiste en l'ajout d'une solution de concentration donnée à un volume d'échantillon avec indicateur approprié jusqu'à l'apparition du virage indiqué par un changement de couleur. Les différentes analyses effectuées par cette méthode sont :

Dureté totale TH (Titre Hydrométrique) : la dureté d'une eau est déterminée par la présence d'ion calcium et magnésium. Lorsque ces deux ions sont présents en forte concentration, l'eau est dite dure.

Titre hydrométrique calcique (TCa^{2+}) *:* dans cette méthode l'agent complexant utilisé est l'E.D.T.A (Ethyle-Diamine-Tétra- Acétique).

Titre alcalimétrique (TA, TAC) *:* le titre alcalimétrique TA et le titre alcalimétrique complet TAC permettent de connaitre la concentration en carbonates, bicarbonates et hydroxyde de l'eau analysée.

Chlorures (Cl-) *:* sont dosés en milieu neutre par solution titrée de nitrate d'argent en présence de chromate de potassium. La fin de la réaction est indiquée par l'apparition de la teinte rouge caractéristique du chromate d'argent.

La seconde méthode de dosage, par spectrophotométrie,est utilisée pour le dosagedes nitrates (NO_3^-), de l'ammonium (NH^{4+}), des sulfates (SO_4^{2-}) et du fer (Fe).

I.2.3. Analyses bactériologiques

L'analyse bactériologique consiste en un dénombrement des contaminants par filtration sur membranes. La filtration est effectuée sur des membranes de 0,45 à 0,22 µm susceptibles de retenir les bactéries.Ceci permet de le recenserles germes totaux, les coliformes fécaux, les streptocoques fécaux et les clostridiums sulfito-réducteurs.

II. Résultats et discussion

II.1. Analyses physico-chimiques

Les résultats physico-chimiques des échantillons d'eau, ont abouti à plusieurs facies chimiques qu'il est possible de présenter comme suit :

Facies chloruré sodique et potassique ou sulfaté sodique: ce type de facies (Fig. 2), concerne les prélèvements effectués à Aïn Nouissy, Fornaka, Stidia, Mesra, El Macta et Sidi Lakhdar.

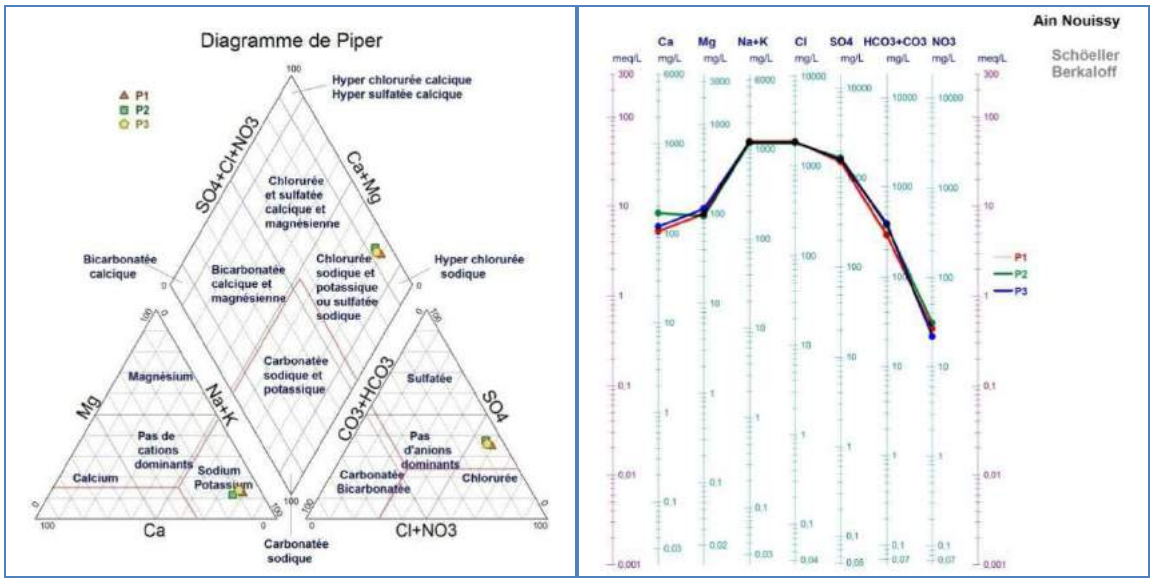

Figure. 2. Représentation Piper et Schöeller Berkaloff dufacies type chloruré sodique et potassique ou sulfaté sodique (cas du prélèvement de Aïn Nouissy)

Facies chloruré et sulfaté calcique et magnésien: ce type de facies (Fig. 3), concerne les prélèvements effectués dans les régions d'Oued el Kheïr et Bouguirat.

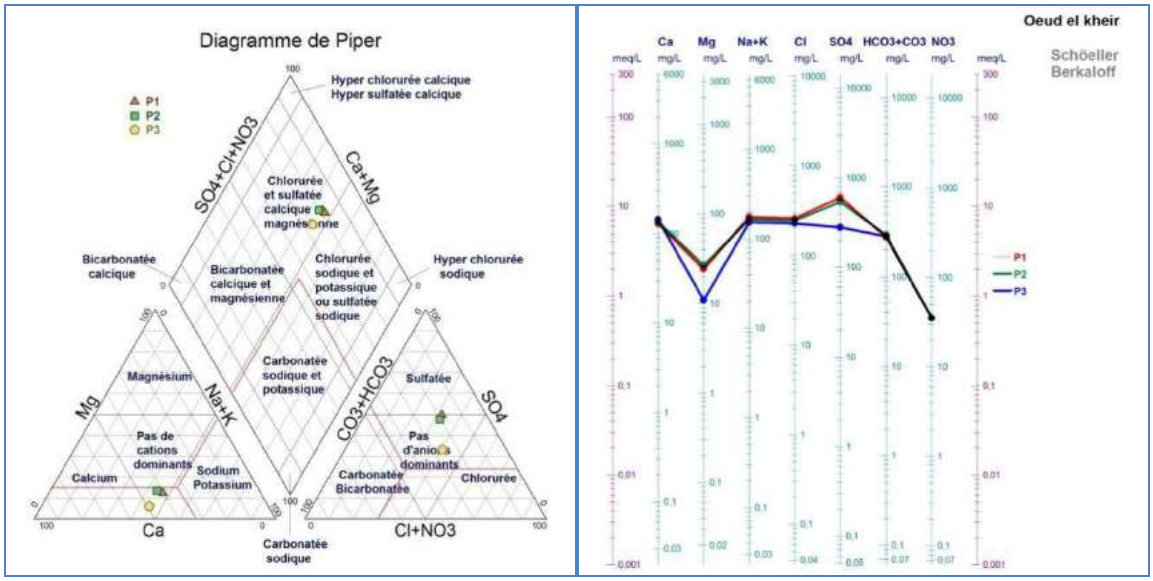

Figure. 3. Représentation Piper et Schöeller Berkaloff du facies type chloruré et sulfaté calcique et magnésien (cas du prélèvement de Oued El Kheïr)

La localisation sur le plan géographique des deux facies obtenus (Fig. 4), montre que celui chloruré sodique et potassique ou sulfatée sodique se trouve dans la partie nord de la wilaya de Mostaganem et semble plus proche du littoral par rapport au second faciès chlorurée et sulfatée calcique et magnésienne qui se trouve plutôt situé dans la partie sud de Mostaganem.

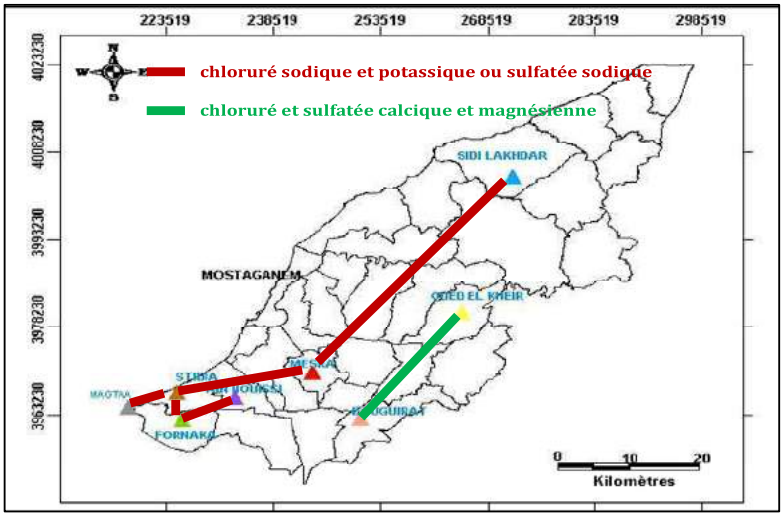

Figure. 4. Localisation géographique des deux facies obtenus

En considérant les moyennes des résultats obtenus pour chaque site (trois répétitions), nous obtenons (Fig. 5) sur les diagrammes de Piper et Schöeller Berkaloff, les mêmes facies pour les deux groupes de sites de prélèvement.

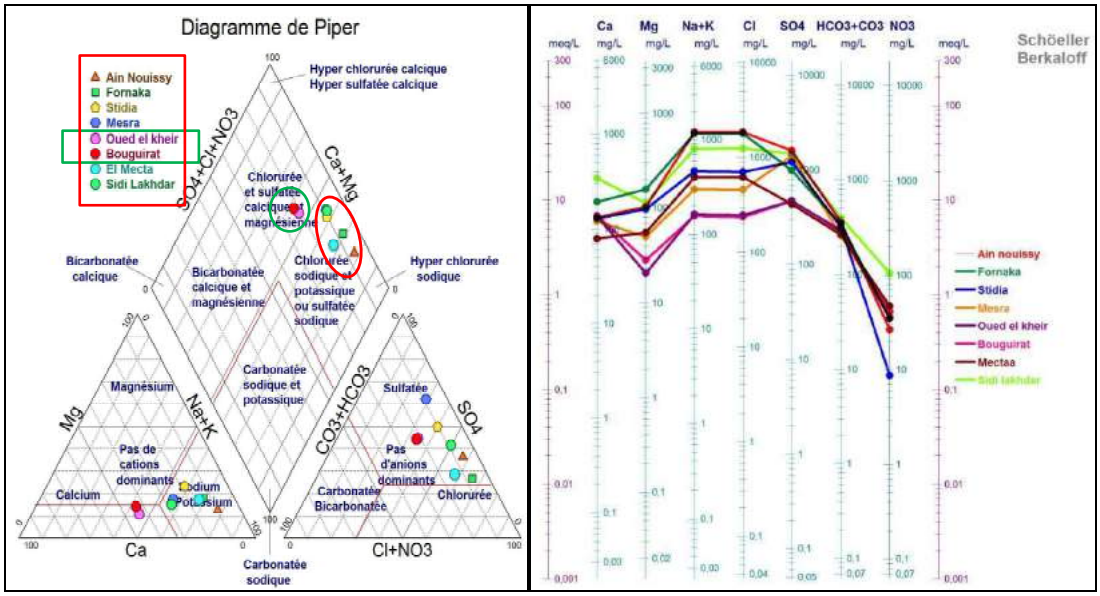

Figure. 5. Faciès chimiques obtenus à partir des moyennes des trois prélèvements

En l'occurrence Aïn Nouissy, Fornaka, Stidia, Mesra, El Macta et Sidi Lakhdar pour le facies chloruré sodique et potassique ou sulfaté sodique (couleur rouge) et Oued El Kheïr et Bouguirat pour le facies chloruré et sulfaté calcique et magnésien (couleur verte).

II.2. Analyses bactériologiques

Les résultats bactériologiques montrent, pour le puits d'Ain Nouissy, près de31 UFC.ml^{-1} en germes totaux (Fig. 6)et 27 C.100 ml^{-1} en coliformes totaux (Fig. 7).

Ces valeurs dépassent les normes de l'OMS qui sont respectivement de 10UFC.ml^{-1}et moins de 10 C.100ml^{-1}.Toujours pour Ain Nouissy, nous avons enregistré une absence encoliformes fécaux, mais une présence enstreptocoques fécaux et enclostridium S/R avec respectivement 5et 3C.100ml^{-1}.

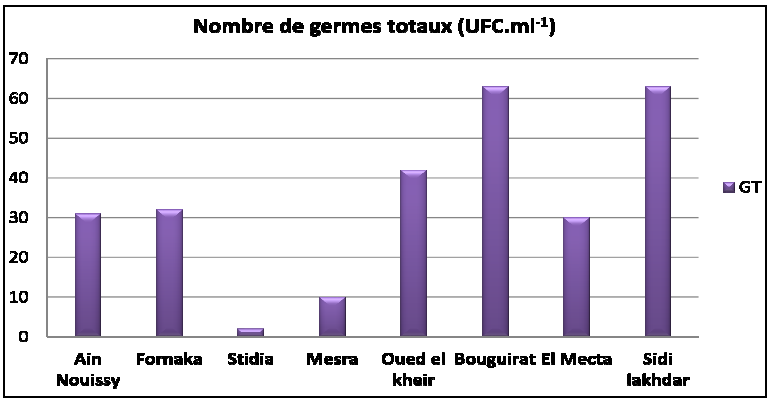

Figure. 6. Nombre de colonie des Germes totaux dans les différents sites de prélèvement.

Pour les autres puits de Fornaka, Stidia,Mesra et Bouguirat (Fig. 6), les germes totaux varient avec unminimum àStidia de 2UFC.ml^{-1} et un maximum de 63 UFC.ml^{-1}à Bouguirat et Sidi Lakhdar.

Pour les coliformes totaux(Fig. 7), nous avons obtenu un maximum de contamination de 117C.100ml^{-1}et un minimum de 6 C.100ml^{-1}pour respectivement les puits de Sidi Lakhdar et Stidia. Dans ce cas, mis à part l'eau du site de Stidia, située à la limite acceptable par rapport aux normes de l'OMS, toutes les autres eaux sont fortement contaminées.
Les coliformes fécaux enregistrent 1 C.100ml^{-1}pour Stidia et Bouguirat, 5C.100ml^{-1}pour Fornaka, 7C.100ml^{-1} pour Mesra, 14 C.100ml^{-1}pour Oued El Kheïr et 25 C.100ml^{-1}pour Sidi Lakhdar. Cette situation dénote une forte contamination et montre une contamination récente. Il apparait une absence en clostridiums sulfito-réducteurs et en streptocoque fécaux à l'exception des eaux des sites d'Aïn Nouissy et Sidi Lakhdar.

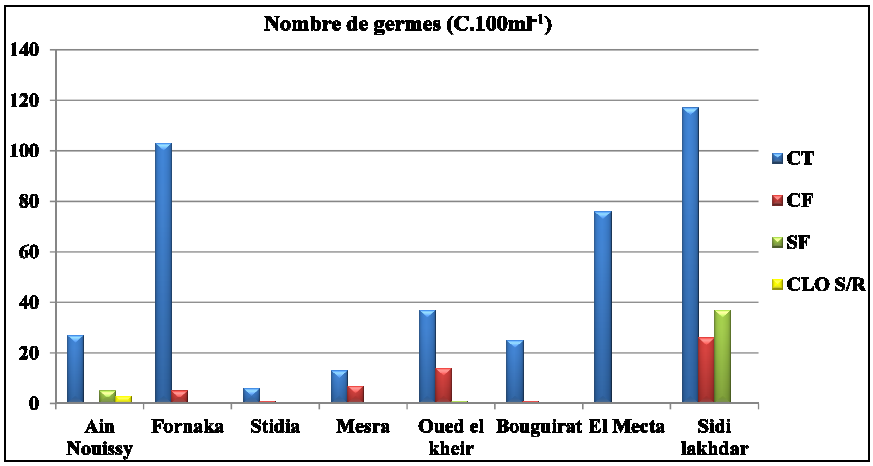

Figure. 7. Dénombrement des différent germes dans les 8 sites de prélèvement d'eau

II.3. Discussion

Sur le plan physico-chimique, la projection des résultats des analyses des eaux phréatiques de Mostaganem sur les deux diagrammes de Piper et Schöeller Berkaloff, fait ressortir deux principaux faciès qui sont :

- **Le faciès chloruré sodique et potassique ou sulfaté sodique** qui se présente comme le faciès dominant représenté par six points de prélèvement (Ain Nouissy, Fornaka, Stidia, Mesra, El Macta, Sidi Lakhdar). Les eaux y présentent une forte minéralisation.En effet, pour le puits d'Ain Nouissy et Fornaka, les teneurs moyennes en nitrates (Tableau 1), varient de 26,58 à 35,44 mg.l^{-1}, en deçà de la norme recommandée par l'OMS (OMS, 2004), située à 50 mg.l^{-1}. Par ailleurs, les teneurs en sodium sont très élevées et varient entre 1150 et 1201 mg.l^{-1}. Dans ce cas, le taux de contamination est très important par rapport au seuil recommandé par l'OMS de 150 mg.l^{-1}. Cette situation est similaire pour les chlorures dont la concentration oscille entre 1776 et 1853mg.l^{-1} par rapport au seuil de 600 mg.l^{-1} de l'OMS. Ceconstat est

aussi valable pour les sulfates dont la teneur varie entre 986 et 1600 mg.l^{-1} par rapport au seuil de l'OMS (250 mg.l^{-1}).

Dans ce cas, ces eaux peuvent avoir des effets non négligeables sur la santé humaine et animale (Apfelbaum et *al*., 1995 ; Guiraud, 1998). Ceci s'apparente avec le fait qu'il n y a aucun contrôle ni sensibilisation sur l'utilisation de ces eaux polluées. En effet, il n'est pas écarté qu'elles puissent être consommé par méconnaissance ou par négligence (Simtchoou, 2011).

Tableau.1. Etat de contamination ionique des eaux étudiées par rapport aux normes OMS

Eléments	Na^+	Cl^-	SO_4^{2-}	NO_3^-
Lieu de	mg.l^{-1}			
Ain Nouissy	1201,1*	1853,9	1600,9	26,6
Fornaka	1150,8	1776,2	986,5	35,4
Stidia	460,4	710,6	1208,7	8,7
Mesra	295,2	455,6	1397,1	38,4
El Macta	400,2	621,2	433,1	47,2
Sidi Lakhdar	793,5	1246,0	1484,7	106,3
Normes OMS	150,0	600,0	250,0	50,0

* Les valeurs soulignées dépassent les normes recommandées par l'OMS

- **Le faciès chloruré sulfaté calcique et magnésien** est représenté par les eaux des échantillons prélevées despuits d'Oued El Kheïr et de Bouguirat.Les eaux de ces puits appartiennent respectivement aux nappes du plateau de Mostaganem et du synclinal de Bouguirat et sont moyennement minéralisées. Les chlorures varient près de 247 mg.l^{-1} pour Oued El Kheïr et 237 mg.l^{-1} pour Bouguirat, les sulfates comptent près de 472 mg.l^{-1} pour Oued El Kheïr et 467 mg.l^{-1} pour Bouguirat. Néanmoins, les nitrates sont près de 35 mg.l^{-1}pour Oued El Kheïr et 41 mg.l^{-1}pour Bouguirat. Les eaux des puits d'Oued El Kheïr et de Bouguirat présentent des teneurs moins élevées pour le magnésium avec respectivement près de 21 et 28 mg.l^{-1}. Ces valeurs restent dans les normes d'une qualité d'eau passable à médiocre (OMS, 2004).

Sur le diagramme de Schöeller Berkaloff (Fig.8), les résultats d'analyses deseaux prélevés à travers les différentes nappes et unités hydrogéologiques de Mostaganem sont comparés à ceux d'un échantillon témoin d'eau exploitée et traitée en l'occurrence l'eau minérale de « Misserghine ».

On constate que ce schéma visualise la prédominance respective des éléments chimiques en fonction du lieu de prélèvement des eaux analysées et montre particulièrement les teneurs en chlorures et en sodium qui dépassent les normes de potabilité de l'OMS respectivement de 600 et 150 mg.l^{-1}. Du point de vue de la qualité hydrochimique, l'eau de l'échantillon témoin présente une qualité bonne à très bonne et les huit autres eaux analysées présentent une qualité de transition passable à médiocre.

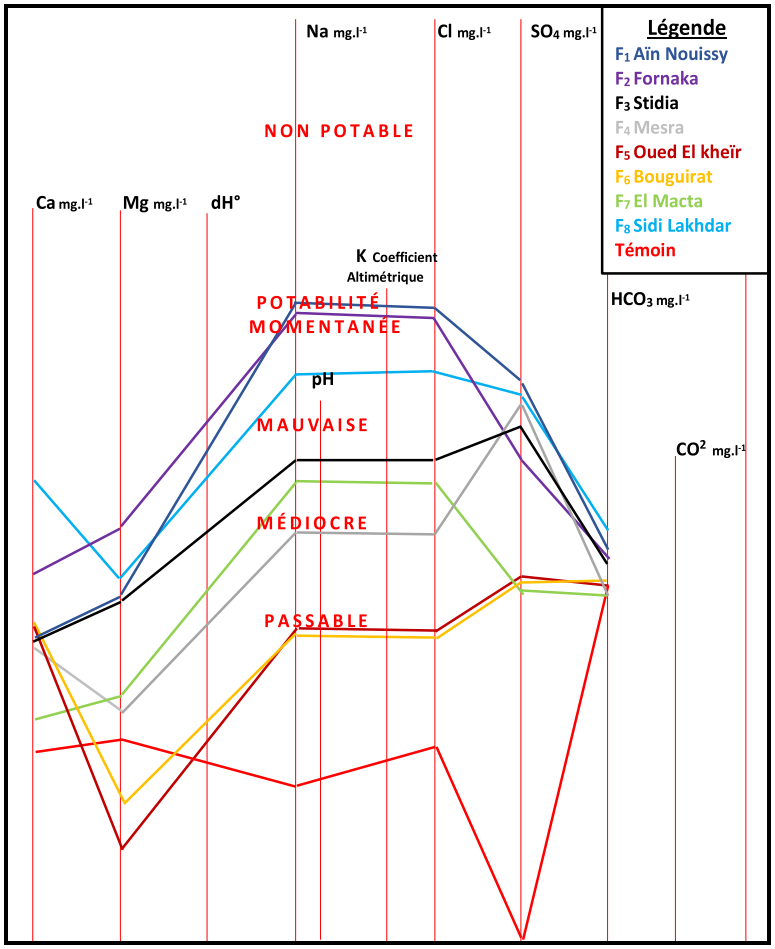

Figure. 8 . Evolution des concentrations en éléments par rapport à une eau témoin de référence (diagramme de Schöeller Berkaloff).

Sur le plan bactériologique, il est important de noter qu'une eau de bonne qualité bactériologique est totalement indemne de germes pathogènes par rapport aux normes nationales et internationales.

Les eaux deshuit sites de prélèvement que nous avons analysés, sont toutes contaminées en germes totaux. Pour les coliformes fécaux, la contamination touche les sites deSidi Lakhdar, Oued El Kheïr, Mesra et Fornaka. La contamination par les streptocoques fécaux ne touche que les eaux du site de Sidi Lakhdar.Il n y a pratiquement pas de contamination par les clostridium sulfito-réducteurs.

Conclusion

Les analyses physico-chimiques des eaux analysées au cours du présent travail, ont révélé deux types de facies chimiques qui semblent clairement localisés sur le plan géographique. Le premier est chloruré sodique et potassique ou sulfaté sodique situé plus au

nord proche du littoral. Le second facies est chloruré et sulfaté calcique et magnésien localisé dans la partie sud de Mostaganem.

Les échantillons d'eau prélevés dans le plateau de Mostaganem, le cordon littoral, la plaine des Bordjia, le synclinal de Bouguirat et la localité d'El Macta, montrent une forte contamination en sodium, chlorures, nitrates et sulfates. En effet, les concentrations enregistrées pour ces éléments dépassent de loin les normes de qualité des eaux préconisées par l'organisation mondiale de la santé OMS.

L'approfondissement du diagnostic de la qualité des eaux par une approche bactériologique a relevé la présence de germes pathogènes en quantités importantes particulièrement en coliformes fécaux et streptocoques fécaux.

En conséquence, il est possible d'admettre que les ressources en eau phréatique dans la région de Mostaganem sont fortement contaminées sur le plan physico-chimique et bactériologique.

Il a été recensé que dans certaines localités marginales ces eaux sont consommées sans aucun contrôle ni sensibilisation sur leur danger sanitaire.

Cette étude n'a pas la prétention d'être exhaustive mais se propose en termes de contribution à la mise en évidence d'un phénomène de dégradation des eaux phréatiques dans la région de Mostaganem qu'il importe d'analyser profondément pour comprendre les causes et processus qui le régissent. Ceci est de nature à orienter les mesures curatives et préventives qui permettraient d'intervenir sur le milieu.

Il est envisageable de continuer cette approche en multipliant les points de prélèvements et en étendant l'analyse au facteur temps pour comprendre et prédire les processus de dégradation des eaux phréatiques dans la région de Mostaganem.

Références bibliographiques

Ahonon A. 2011. Evaluation de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de surface sans les zones montagneuses du sud-ouest du Togo : Cas du canton de la vie. Thèse de master international en environnement eau et santé .Université de lome.42 p.

Apfelbaum M., Romon-Rousseaux M., Dubus M. 1995.Diététique et nutrition. Collection Masson 7ème édition. 528p.

Bliefert C. , Perraud R. 2008. Chimie de l'environnement : air, eau, sols, déchets. Edition De Boeck. 477p.

Coulibaly K. 2005. Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique de l'eau des puits de certains quartiers du district de Bamako. Thèse de doctorat en pharmacie (Diplôme d'Etat). Université de Bamako. 69 p.

Guiraud J.P. 1998. Microbiologie Alimentaire. Editions Dunod. Paris. 615p.

OMS.2004. Directive de la qualité pour l'eau deboisson, 3ème édition, vol 1,recommandations. OMS.Genève.110 p.

Rodier J., Legube B., Merlet N. 2009. Analyse de l'eau, eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer. 9ème édition. Collection : Technique et Ingénierie, Dunod. 160p.

Simtchoou M. 2011. Evaluation de l'acceptabilité socio-économique et de la qualité de l'eau des systèmes d'approvisionnement en eau potable (AEP) en milieu rural et semi-urbain : Cas de la petite station de kpele-sud (Préfecture de Kloto). Mémoire de Master international en environnement eau et santé. Université de Lome.Faculté des Sciences, 38p.