

ÉVALUATION DES CARACTERISTIQUES PHYSICOCHIMIQUE ET BACTERIOLOGIQUES DES EAUX DE SOURCES DE LA REGION DE SAÏDA

SAIDI Abdelmoumen. ⁽¹⁾, KEFIFA Abdelkrim. ⁽²⁾, KADARI Mohamed ⁽³⁾.

⁽¹⁾ Laboratoire de biodiversité végétale : conservation et valorisation, Faculté des sciences, Université Djillali Liabès de Sidi Bel Abbés 22000. Tél. /Fax : 048 54 43 44.

⁽²⁾ Département de Biologie, Faculté des sciences, Université Moulay Tahar SAIDA 20 000.

⁽³⁾ Laboratoire de spectrochimie et pharmacologie structural Univeristé Abou Bakr Belkaid Tlemcen saidimoumen@yahoo.fr 07.70.96.35.28

Résumé — L'eau constitue un élément indispensable pour la vie des êtres vivants et surtout à celle de l'homme. Elle est la matière première la plus vitale pour l'homme et son environnement celle que rien ne peut remplacer. Malheureusement, l'eau malgré son abondance sur la planète, les ressources en eau dans le monde sont menacées dans leur quantité et leur qualité.

La wilaya de SAIDA est reconnue à l'échelle régionale et même nationale par son eau thermo-minérale et pour la diversité de ces sources. Mais, le problème c'est que la majorité de ces sources sont non utilisables à cause de la mauvaise gestion. Dans ce contexte, nous avons essayé dans le cadre de ce travail de contrôler les facteurs physico-chimiques et bactériologiques des eaux brutes de cinq sources localisées dans la région de SAIDA et ce dans le but de donner des directives qui pourront servir dans le cadre de la consommation de ces eaux par la population de la région.

Les travaux effectués sur l'eau des cinq sources de la région de SAIDA, ont révélé des résultats physico-chimiques satisfaisants, les eaux de sources de SAIDA sont des eaux bicarbonatées magnésiennes et douces, ce qui nous amène à dire qu'elles sont d'une assez bonne qualité physique. Les résultats des analyses bactériologiques, ont démontré que les sources d'eau étudiées subissent une contamination importante par des coliformes totaux, coliformes fécaux, streptocoques.

Mots clés : Eau, Analyses physico-chimiques, Analyses bactériologique

I. INTRODUCTION

L'eau représente un élément essentiel et irremplaçable pour assurer la continuité de la vie. Cependant, elle peut être aussi une source de maladie car elle peut jouer le rôle de vecteur d'agents potentiellement dangereux, notamment des micro-organismes pathogènes. La détérioration de la qualité des ressources en eau constitue une menace aussi importante que celle liée au déséquilibre quantitatif. De plus, les sources de pollutions des eaux sont diverses et multiples. Les eaux souterraines, souvent protégées géologiquement, sont exposées à des pollutions agricoles, industrielles et / ou

urbaines. Les activités anthropiques sont à l'origine de la plupart des problèmes de pollution des ressources en eau.

En Algérie, l'eau est une ressource de plus en plus précieuse. La concurrence que se livrent l'agriculture, l'industrie et l'A.E.P pour avoir accès à des disponibilités limitées en eau grève d'ores et déjà les efforts de développement du pays [7].

La dégradation des ressources en eau est devenue durant ces dernières années une préoccupation mondiale. En Algérie les eaux de sources constituent une part importante du patrimoine hydraulique du pays [4].

La wilaya de Saida est reconnue à l'échelle régionale et même nationale par son eau thermominérale et pour la diversité de ces ressources en eau. La majorité de ces sources sont non exploités ou bien mal exploités. Les responsables dans ce domaine continuent à faire des forages tandis que les eaux de sources s'enfuient en surface ou rejetées dans les rivières ou être utilisées pour le lavage des voitures. En plus de cela elles sont dépourvues de protection contre les agents polluants.

Le présent travail a pour objectif de mettre en évidence l'état des sources d'eau qui se trouvent dans la région de Saida, pour atteindre ce but, nous avons choisi cinq sources qui sont les plus utilisés et les plus proches aux agglomérations dans la région.

II. PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

La wilaya de Saida est située à l'ouest de l'Algérie, elle est limitée au nord par la wilaya de Mascara, au sud par la wilaya d'El Bayadh, à l'est par la wilaya de Tiaret et à l'ouest par la wilaya de Sidi Bel Abbes; sa superficie est de 75,84 Km². Le chef lieu (commune de Saida) est limité au nord par la commune de Ouled Khaled, au sud la commune de Ain El Hjar, à l'est El Hassasna et à l'ouest de la commune de Doui Thabet.

La wilaya de Saida est caractérisée par deux formations géologiques :

- Les marnes vertes du CALLOVO-OXFORDIEN : localisés au sud-ouest (djabel Irlem) à l'ouest, au nord et au nord-est de l'agglomération de Saida.

- Les calcaires du JURASSIQUE moyen qui s'étendent au nord de Saida vers le sud ; ces calcaires à grains fins présentent un aspect relativement compact ou l'érosion est très avancée. [3].

L'analyse des données climatiques de la période 1978-2010 [5] montre que la zone d'étude est caractérisée par un climat semi aride à hiver frais, les précipitations moyennes annuelles oscillent autour de 345 mm avec un régime pluviométrique de type HPAE et, les températures moyennes mensuelles sont comprises entre 8,3 °C et 27,1 °C. La période sèche s'étend sur une période de plus de six mois.

III. MATERIEL ET METHODES

Pour réaliser cette étude, les échantillons d'eaux destinés aux analyses bactériologiques et physico-chimiques ont été recueillis aseptiquement dans des flacons stériles, selon les normes de Rodier J [9], puis acheminés au laboratoire.

Étude physico-chimique :

Les prélèvements des échantillons pour l'analyse physico-chimique ont été mis dans des flacons en plastique puis acheminés au laboratoire pour l'analyse. Les analyses physico-chimiques ont concerné les paramètres suivants : T°C, pH, qui sont mesurés in situ à l'aide d'une sonde d'un pH-mètre portable (de type Hanna Hi 8519N), Oxygène dissoute, Bicarbonates, Dureté totale, Chlorures, Sulfates, Nitrates, Nitrites, Calcium, Magnésium, Sodium, Potassium, Fer.

Étude bactériologique :

Les échantillons d'eau sont prélevés soigneusement dans des flacons stériles de 500 ml en verre à bouchon rodé. Ces prélèvements sont effectués aseptiquement en laissant dans le flacon un espace d'air afin de faciliter la remise en suspension des microorganismes par agitation avant l'ensemencement dans les milieux de culture appropriés. Pour la mise en évidence des Salmonelles et des vibrions cholériques dans l'eau, des prélèvements d'eau ont été réalisés dans des bidons en plastique de cinq litres et bien propres.

Cette étude est portée sur le dénombrement: des germes totaux à 22°C et à 37°C, les coliformes totaux et les coliformes fécaux, les streptocoques fécaux, Les bactéries du genre *Salmonella*, les vibrions cholériques et les bactéries anaérobies sulfito-réductrices selon la technique décrite par Rodier J [8].

IV. RESULTATS ET DISCUSSION.

Qualité physico-chimique des eaux étudiées

Les résultats obtenus de l'étude de la qualité physico-chimique des eaux des cinq sources, sont illustrés dans le tableau I.

Tableau I: résultats des analyses physico-chimique.

paramètres physico-chimiques	Source Tbouda	Source Oum E'rkhaïel	Source Ain Baida	Source Sidi Maamar	source vieux Saida	Normes O.M.S.
pH à 20°	7,88	8,19	7,36	7,19	7,73	6,5-8,5
Température (°C)	18,9	18	17,9	18,4	18,7	--
O2 (mg/l)	4,72	3,35	3,70	2,45	3,35	--
TAC	38°F	34,5°F	27,5°F	18°F	14,5°F	--
Bicarbonates (mg/l)	463,6	420,9	323,5	219,6	177	301
Magnésium Mg ⁺⁺ (mg/l)	104,5	121,5	82,65	58,62	63,2	501
Calcium Ca ⁺⁺ (mg/l)	104,2	130,36	28,05	32,08	60,1	150
Chlorures Cl ⁻ (mg/l)	39,04	230,15	42,60	60,35	31,9	250
Sulfates SO ₄ ⁻ (mg/l)	54,62	--	8,22	69,87	8,221	250
Nitrates NO ₃ (mg/l)	--	40,35	27,82	68,76	34,1	50
Nitrites NO ₂ (mg/l)	--	--	--	0,14	0,06	0,1
Sodium Na ⁺ (mg/l)	--	204,6	21,75	27,5	17,2	200
Potassium K ⁺ (mg/l)	--	--	2,5	42,5	2,8	12
Fer Fe ⁺ (mg/l)	--	0,17	--	0,28	--	0,3

Ces résultats permettent de noter que :

La température joue un rôle dans la solubilité des gaz, dans la dissociation des sels dissous et dans la détermination du pH, d'une façon générale, la température des eaux est influencée par l'origine dont elles proviennent superficielles ou profondes (Rodier, 1984). Le degré cette température ne présente pas de grandes variations d'une source à l'autre, avec un minimum de 17,9 °C (source Ain Baida) et un maximum de 18,9 °C (source Tbouda).

Le pH dépend de l'origine des eaux, de la nature géologique du substrat et du bassin versant traversé [1]- [2]. Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques entre l'eau, le gaz carbonique dissous, les carbonates et les bicarbonates qui constituent des solutions tamponnées conférant à la vie aquatique un développement favorable. Dans le cas de la région d'étude, les valeurs du pH ne montrent pas de variations notables, avec un minimum de 7,36 pour la source Sidi Maamar et un maximum de 8,19 pour le cas de la source Oum E'rkhaïel ce qui témoigne d'une légère alcalinité du milieu.

La dureté totale d'une eau est produite par les sels de calcium et de magnésium qu'elle contient. On distingue: une dureté carbonatée qui correspond à la teneur en carbonates et bicarbonates de Ca et Mg et une dureté non carbonatée produite par les autres sels. La dureté est mesurée par le titre hydrotimétrique exprimé en °F (degré français); 1°F correspond à 10 mg de carbonate de Calcium dans 1 litre d'eau. Elle résulte principalement du contact des eaux souterraines avec les formations rocheuses : le calcium dérive de l'attaque du CO₂ dissout par les roches calcaires (dolomies) ou de la dissolution sous forme de sulfate dans le gypse. La dureté d'une eau naturelle dépend de la structure géologique des sols traversés. Dans les échantillons analysés, ce paramètre présente une grande variation d'une source à l'autre qui serait liée à la nature lithologique de la formation géologique.

L'oxygène dissous mesure la concentration du dioxygène dissous dans l'eau [9], il participe à la majorité des processus

chimiques et biologiques en milieu aquatique. Il joue un rôle important dans l'autoépuration. La teneur moyenne est de l'ordre de 2.45 mg/l pour la source Sidi Maamar à 4,72 mg/l pour la source Tbounda, les eaux des cinq sources se montrent alors légèrement sous oxygénées.

Les concentrations en bicarbonates et magnésium (Mg^{2+}), présentent des valeurs très élevées par rapport aux normes de l'OMS, la source d'oum e'rkhail présente le taux le plus élevé de ces deux paramètres.

Le Calcium (Ca^{2+}) est présent avec des taux élevés au niveau de la source de Oum E'rkhail (130 mg/l), alors qu'une faible valeur est notée au niveau de la source Ain Baida (28,05 mg/l). La présence de sodium (Na^+) est importante au niveau de la source Tbounda et Oum E'rkhail (184,06 mg/l et 204,6 mg/l); cependant le potassium est absent dans ces deux sources.

Les sulfates (SO_4^{2-}) proviennent du ruissellement ou d'infiltration dans les terrains à gypse. Ils résultent également de l'activité de certaines bactéries (chlorothiobactéries, rhodothiobactéries, etc.). Cette activité peut oxyder l'hydrogène sulfuré (H_2S) toxique en sulfate. D'après les résultats des échantillons analysés, les valeurs enregistrées restent inférieures à la valeur guide (250mg/l).

La concentration des chlorures dans l'eau dépend aussi du terrain traversé, les eaux trop riches en chlorures sont laxatives et corrosives. Sur la base des résultats des analyses effectuées pour les échantillons des eaux, les teneurs en chlorures est de l'ordre de 31,6 mg/l pour la source du vieux Saida à 230,15 mg/l pour la source Oum E'rkhail. Au niveau de la région d'étude, les teneurs en chlorures sont inférieures à 250 mg/l. Selon les normes de l'OMS relatives à la potabilité des eaux, la concentration en chlorure maximale recommandée est de 250 mg/l. de ce fait, et concernant ce paramètre ainsi discuté, la qualité de l'eau au niveau de la région d'étude est excellente.

Les nitrates (NO_3^-) sont présents dans l'eau par lessivage des produits azotés dans le sol, par décomposition des matières organiques ou des engrais de synthèse ou naturels [11]. les teneurs en nitrates obtenues dans les cinq sources montrent un taux élevé dans la source Sidi Maamar, dans la source Tbounda on note l'absence de ce paramètre. De ce fait, à part la source de Sidi Maamar, les eaux étudiées ne sont pas sujettes à un risque de pollution par les nitrates.

Les Nitrites (NO_2^-) proviennent d'une oxydation incomplète des matières organiques. Comme les nitrates, les nitrites sont très répandus dans l'environnement, les uns et les autres se retrouvent dans une grande partie des eaux. Les fortes teneurs correspondent à la réduction des nitrates en nitrites par les anaérobies sulfito-réducteurs. Elles peuvent également être liées à l'oxydation bactérienne de l'ammoniac. Les teneurs en nitrites varient de 0,06mg/l pour la source vieux Saida à 0,14 mg/l pour la source Sidi Maamar, pour les autres sources ce paramètre est absent, le taux normal en nitrites est fixé à 0,1mg/l selon l'OMS. La présence des Nitrites dans l'eau en quantité importante

dégrade la qualité de l'eau et pourrait affecter la santé humaine. La toxicité liée au nitrite est très significative en raison de leur pouvoir oxydant.

Le fer est absent dans la majorité des sources à l'exception de la source Oum E'rkhail et la source Sidi Maamar mais avec une très faible quantité (0,17 mg/l et 0,28 mg/l).

Qualité bactériologique des eaux étudiées

Les résultats obtenus de l'étude de la qualité bactériologiques des eaux des cinq sources, sont mentionnés dans le tableau II.

Tableau II: résultats des analyses bactériologiques

paramètres physico-chimiques	Source Tbounda	Source Oum E'rkhail	Source Ain Baida	Source Sidi Maamar	source vieux Saida	Normes O.M.S .
Germes aérobies à 37°C	04	14	10	08	09	20
Germes aérobies à 22°C	08	22	18	17	12	<100
Coliformes à 37°C/100ml	05	54	35	54	09	<10
E.coli (c.fécaux)	--	01	01	08	--	--
Streptocoques D	--	02	02	17	--	--
Clostridium S- R à 46°C/ml	--	--	--	--	--	<5
Spores de C .S-R à 46°C/20ml	05	22	15	38	14	--
Salmonelle	--	--	--	--	--	--

Les résultats des analyses des eaux des sources renseignent sur une contamination par les germes dans toutes les sources; on remarque que le taux de germes aérobies à 37°C et 22°C est plus élevé dans la source oum e'rkhail par rapport aux autres sources.

D'après les résultats obtenus, les sources : oum e'rkhail, Ain Baida et la source Sidi Maamar contiennent un nombre plus élevé de coliformes totaux, de coliformes fécaux et de streptocoques D à 37°C, à part la source Tbounda et vieux Saida, où il y a absence de coliformes totaux et de coliformes fécaux, Cette contamination est due Au germes libres de l'air qui sont au contact direct avec les sources dépourvues de protection.

Nous remarquons aussi la présence de spores de clostridium sulfito-réducteurs avec un nombre élevé surtout pour la source Sidi Maamar. La présence des spores des *Anaérobies sulfito-réducteurs* dans une eau naturelle fait penser à une contamination fécale [6]. Elles sont très résistantes et leur présence est un bon indicateur de la vulnérabilité des sources, leurs présence peut être due à des excréments des animaux qui pâtures dans cette région. Mais ce n'est pas le cas pour les clostridium sulfito-réducteurs, le salmonelle et les vibriens cholériques où l'on note une absence totale pour toutes les sources.

V. CONCLUSION ET RECOMMANDATIONS

Les résultats de l'analyse physico-chimique des eaux de sources de la région de Saida peuvent être considérés admissibles et ne présentent aucun danger pour la consommation. Ces eaux sont des eaux bicarbonatées magnésiennes et douces, ce qui nous amène à dire qu'elles sont d'une assez bonne qualité physique.

De point de vue bactériologique, les sources étudiées, présentent des concentrations très élevées en coliformes totaux, coliformes fécaux et streptocoques, ce qui constitue sans doute une menace pour les utilisateurs de ces sources. Mais par un traitement efficace, ces germes peuvent être.

Pour éviter la possibilité de tout risque sanitaire il est recommandé de :

- contrôle et traitement périodique de ces sources par l'utilisation d'hypochlorite à l'aide d'un compte-gouttes.
- protection de ces sources contre les agents polluants surtout les excréments humains et animaux qui contiennent une grande variété de micro-organismes pathogènes (bactéries, virus, protozoaires) et de parasites.
- Le bassin hydrographique doit être protégé des activités humaines polluantes.
- Les activités récréatives devront aussi être limitées et réglementées.

REFERENCES

- [1] Bermond R., Vuichard R. (1973). Les paramètres de la qualité des eaux. Documentation Française, Paris, 179p.
- [2] Dussart B. (1966). Limnologie : Etude des eaux continentales. Gauthier-Villars, Ed., Paris.
- [3] Lucas G. (1952). Bordure Nord des hautes plaines en Algérie occidentale, XIX Congr. Géol. Int. (Alger) Monographies régionales, 1^{ère} série, Algérie 21, 139 p
- [4] Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement. 2001. Rapport national sur la diversité biologique marine et côtière, 50 p
- [5] Office National de Météorologie (2011). Recueil des données climatiques de la wilaya de Saida.
- [6] Organisation Mondiale de la Santé (1994). Directives de qualité pour les eaux de boisson; Volume 1- Recommandation. 2^{ème} édition.
- [7] Remini B. (2001). Les fuites d'eau dans le barrage de Foum-el-Gherza (Algérie), l'Eau, l'Industrie les Nuisances, n°6
- [8] Rodier J. (1978). L'analyse de l'eau. Eaux naturelles, eaux résiduaires, eau de mer, 6^{ème} édition.
- [9] Rodier J. (1984). L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Edition Dunod Paris.
- [10] Rodier J., Baszin C., Broutin J.P., Chambon P., Champsaur H. et Rodier L. (1996). Analyse physico-chimique des eaux naturelles. Analyse microbiologique des eaux In : Quilbé J.M (eds.), Analyse de l'eau: 'eaux naturelles, eaux résiduaires et eau de mer'. Chimie, physico-chimie, microbiologie, biologie, interprétation de résultats. 8^{ème} édition. Dunod, Paris. 753.
- [11] Samake H. (2002). Analyse physico-chimique et bactériologique au L.N.S des eaux de consommation de la ville de Bamako durant la période 2000 et 2001, 77p.