



ETUDE DE LA QUALITE PHYSICO-CHIMIQUE ET BACTERIOLOGIQUE DES EAUX DE LA SOURCE AIN SALAMA-JERRI (REGION DE MEKNES –MAROC)

GHAZALI D.¹, ZAID A.¹

¹Université Moulay Ismail, Faculté Des Sciences, Équipe Eco-Conseil en environnement, Laboratoire de Chimie-Biologie appliquée à l'environnement. Département de Biologie, faculté des Sciences, Meknès, Maroc.

driss.ghazali@yahoo.fr

RESUME

L'eau est menacée de nos jours par la pollution du fait alors d'une pareille dégradation des ressources hydriques la connaissance de la qualité de l'eau est une condition primordiale permettant l'instauration d'un système de gestion qui contribuera à garantir l'approvisionnement en eau dans le futur.

L'objectif de notre travail est de déterminer et de quantifier la pollution minérale et bactérienne de la source Ain Salama, accessible à partir de la route régionale R 701 reliant Meknès à Oulmès et la route provinciale P 7064.

Cette étude a envisagé d'effectuer des analyses physicochimiques et bactériologiques en vue de caractériser le milieu (eau de source souterraine) et mettre en évidence les paramètres qui déterminent la qualité de l'eau à savoir : La conductivité ; la température ; le pH ; les cations (calcium, magnésium, potassium et sodium) ; les anions (chlorure, sulfate, nitrate et bicarbonate) ; les éléments de traces (Fer, Manganèse, Fluorure...);...etc.

Les résultats ont montré que la majorité des paramètres physico-chimiques répondent aux normes en vigueur (normes marocaines NM 03.07.001 /2006). Pour les analyses bactériologiques, elles montrent l'absence de la plus part des germes pathogènes.

Mots clés: Ain Salama, qualité, physicochimique,paramètres, microbiologie.

ABSTRACT

The water is threatened nowadays by pollution of the fact then of a similar degradation of the water resources knowledge of water quality is a paramount condition allowing the introduction of a management system which will contribute to guarantee the water provision in the future.

The objective of our work is to determine and quantify the mineral and bacterial pollution of the source Ain Salama, accessible from the regional road R 701 connecting Meknes to Oulmes and the provincial roads P 7064.

This study planned to carry out physicochemical and bacterial analysis in order to characterize the medium (underground spring water) and to highlight the parameters which determine water quality namely: Conductivity; the temperature; pH; the cations (calcium, magnesium, potassium and sodium); the anions (chloride, sulfate, nitrate and bicarbonate); elements of traces (Iron, Manganese, Fluoride...); ... etc

The results showed that the majority of physicochemical parameters meet the standards (Moroccan standards-MS-03.07.001/2006). For bacteriological analysis, they show the absence of most of the pathogens.

key words: Ain Salama, quality, physicochemical, parameters, microbiology.

INTRODUCTION

La source Ain Salama (Figure 1) fait partie du plateau de Meknès qui occupe la partie Ouest du bassin Meknès- Fès.

La géologie de la région regroupe une mosaïque de zone aux caractères très variés appartenait à des domaines structuraux distincts.

En effet le bassin de Saiss est un vaste synclinal dissymétrique de direction Est-Ouest. Il est encadré par les rides prérimaires au nord et les affleurements du causse moyen atlasique au sud. A l'Ouest il est limité par la vallée Oued Beht et ses affleurements paléozoïques qui font parties de la meseta occidentale, et enfin l'Est par le col de Touabar qui sépare le bassin du couloir Fés-Taza (ABHS,2007).

La source se trouve dans l'étage bioclimatique semi -aride à hiver tempéré avec une pluviométrie moyenne annuelle de 500mm et une température moyenne annuelle de 17.5°C (Annuaire régional HCP, 2008).

La qualité globale des eaux souterraines de la région est généralement moyenne et semble être dégradée (tendance à la nitratisation). En effet les rejets domestiques, considérablement évolués en quantité et en qualité, sont enrichies de produits plus complexes (matières organiques, phosphates, nitrates,...) peuvent polluer les eaux souterraines, en plus d'herbicides et d'autres produits phytosanitaires utilisées essentiellement en agriculture.

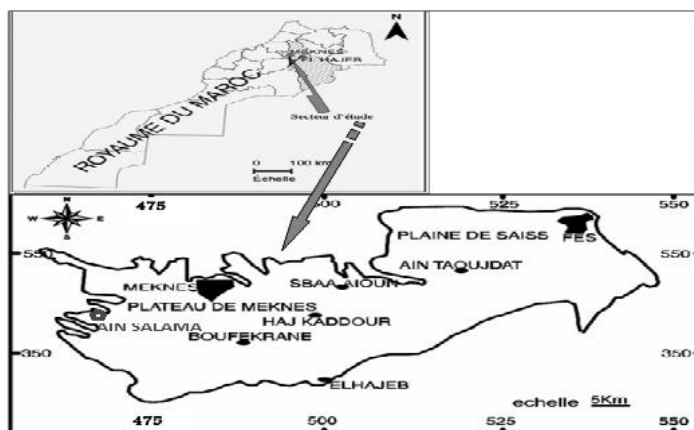


Figure 1 : Localisation géographique d'Ain Salama

MATERIEL ET METHODES

Echantillonnage

Pour l'étude qualitative des eaux de la source les prélèvements ont été réalisés à la tête du forage avec une fréquence de 30 jours sur une période de 12 mois (Septembre 2010 à Août 2011) pour les paramètres physico-chimiques et avec une cadence de 60 jours sur une période de 24 mois (Septembre 2009 à Août 2011) pour les paramètres bactériologiques.

Analyses physico-chimiques et bactériologiques :

Les méthodes utilisées lors des analyses physico-chimiques suivent de près celles adoptées par l'ONEP d'après le guide des méthodes d'essai de Janvier 1990. Les échantillons d'eau sont prélevés dans des bouteilles de 1,5L afin de mesurer 11 paramètres de pollution à savoir la température ($^{\circ}\text{C}$), le potentiel d'hydrogène (pH), la conductivité (C.E.), la turbidité (NTU), la dureté totale (TH), les chlorures (Cl^-), l'oxygène dissous (O_2), les sulfates (SO_4^{2-}), les nitrates (NO_3^-), les nitrites (NO_2^-), et les silicates (SiO_3^{2-}).

Pour l'analyse bactériologique, le prélèvement des eaux est effectué dans des flacons stériles d'une capacité de 0,5L et le dénombrement des bactéries indicatrices de la contamination fécale : coliformes totaux (CT), coliformes fécaux (CF), streptocoques fécaux (SF), et *Clostridium perfringens* (CP) a été réalisé selon les techniques décrites par Rodier (1984).

RESULTATS ET DISCUSSIONS

Qualité physico-chimique des eaux de la source Ain Salama

La température de l'eau

C'est important de connaître la température de l'eau avec une bonne précision. En effet celle ci joue un rôle dans la solubilité des gaz, dans la dissociation des sels dissous et dans la détermination du pH, pour la connaissance de l'origine de l'eau et les mélanges éventuels, etc. En outre, cette mesure est très utile pour les études limnologiques. Et d'une façon générale, la température des eaux est influencée par l'origine dont elles proviennent (superficielles ou profondes). (Rodier, 1984).

Dans la zone d'étude, nous avons remarqué que la température indique les 39°C comme valeur moyenne ce qui montre que AIN SALAMA est une source thermale par excellence, (Figure 2).

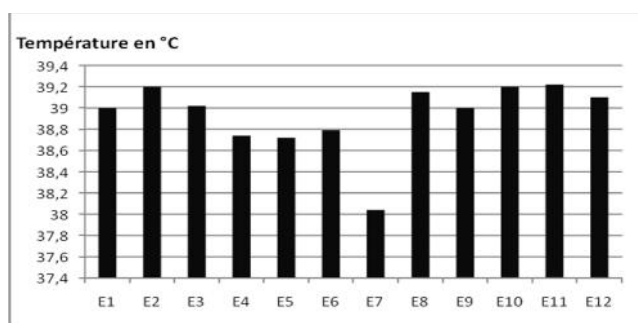


Figure 2 : Variations annuelles de la température.

Le Potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH (potentiel Hydrogène) mesure la concentration en ions H^+ de l'eau. Il traduit ainsi la balance entre acide et base sur une échelle de 0 à 14, 7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibres physico-chimiques, et dépend de facteurs multiples, dont la température et l'origine de l'eau, il représente une indication importante en ce qui concerne l'agressivité de l'eau (aptitude à dissoudre le calcaire).

Les valeurs du potentiel Hydrogène se situent entre 6 et 8,5 dans les eaux naturelles (Chapman et al., 1996), pour ce qui est des eaux de la source AIN SALAMA (Figure 3) elles ne montrent pas de variations notables et ont tendance d'être basiques.

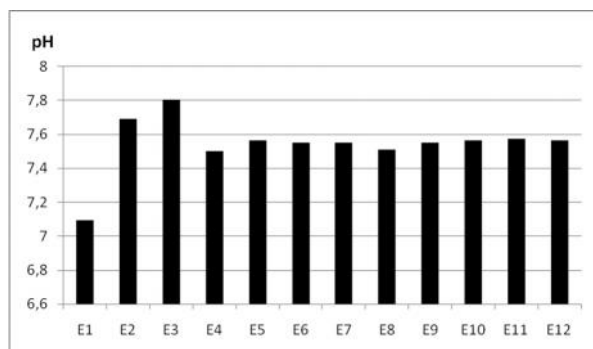


Figure 3 : Variations annuelles du potentiel hydrogène.

La conductivité électrique

La conductivité représente l'un des moyens de valider les analyses physicochimiques de l'eau, en effet des contrastes de conductivité mesurés sur un milieu permettent de mettre en évidence des pollutions, des zones de mélange ou d'infiltration....

La conductivité est également fonction de la température de l'eau, elle est plus importante lorsque la température augmente. Elle sert aussi d'apprécier la quantité de sels dissous dans l'eau (Pescod, 1985 ; Rodier, 1984).

Les valeurs enregistrées pendant les analyses sont importantes et semblent dépasser les normes préconisées (Figure 4) ; ce qui reflète la forte minéralisation de la source thermique et fait que les eaux AIN SALAMA doivent être consommées avec modération.

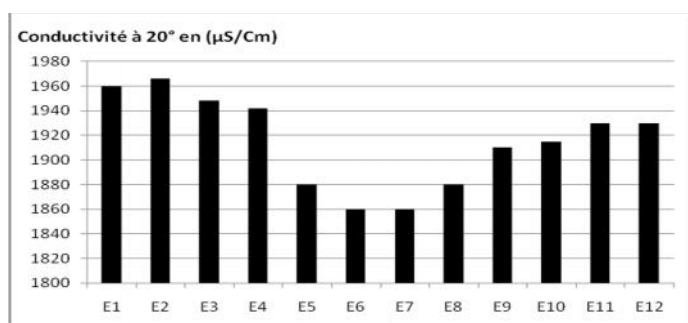


Figure 4 : Variations annuelles de la Conductivité électrique.

La turbidité

La turbidité est un paramètre organoleptique et une expression des propriétés optiques d'une eau à absorber ou/et à diffuser la lumière elle est due à la présence des matières en suspension finement divisées : argiles, limons, Les

désagréments causés par une turbidité auprès des usagers est relative: certaines populations habituées à consommer une eau très colorée n'apprécient pas les qualités d'une eau très claire. Cependant, une turbidité forte peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur les particules en suspension: la qualité bactériologique d'une eau turbide est donc suspecte.

Il est recommandé d'effectuer la mesure de la turbidité aussi rapidement que possible après prélèvement ; sinon l'échantillon doit être conservé à l'obscurité pour une durée maximale de 24 h, toute conservation prolongée peut provoquer des modifications irréversibles de la turbidité.

Dans notre cas La valeur obtenue est égale à 0,46 NTU qui' est alors acceptable selon la norme (NM 03.07.001 /2006).

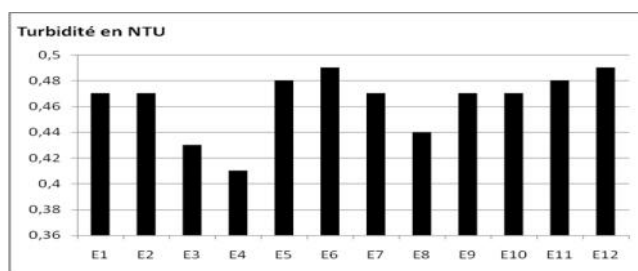


Figure 5 : Variations annuelles de la turbidité.

La dureté totale

La dureté totale d'une eau est la concentration totale en ions calcium, magnésium et autres cations bivalents et trivalents de cette eau. Dans les eaux étudiées (Figure 6), cette élément présente une dureté allant de 6 à 7 méq/l qui serait liée à la nature lithologique de la formation aquifère et en particulier à sa composition en magnésium et en calcium.

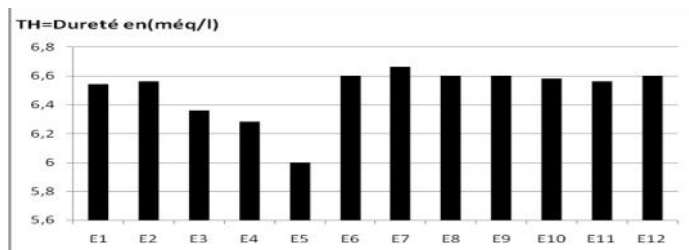


Figure 6 : Variations annuelles du titre hydrotimétrique.

Les chlorures

La teneur en ion chlore des eaux naturelles est essentiellement associée à celle du sodium. Selon les normes marocaines, la concentration en cet élément ne devrait pas dépasser les 300 mg/l.

La teneur en chlorures des eaux Ain Salama est extrêmement élevée (533 mg /l) chose liée principalement à la nature des terrains traversés (Bremond et Vuichard, 1973) ce qui concorde avec les résultats des autres analyses ayant mentionnées l'augmentation frappante des chlorures et bien évidemment la qualité moyenne de l'eau hydrothermale (Figure 7).

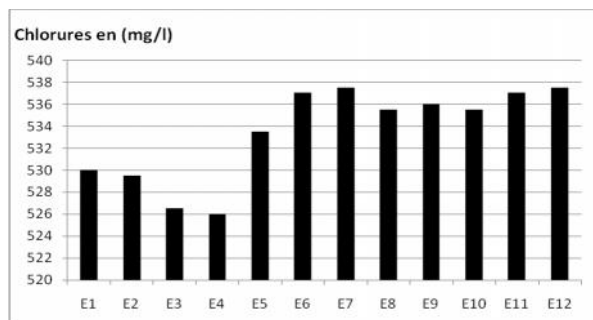


Figure 7 : Variations annuelles des chlorures dans les eaux AIN SALAMA

L'oxygène dissous

L'oxygène dissous mesure la concentration du dioxygène dissous dans l'eau (Rodier, 1984) il participe à la majorité des processus chimiques et biologiques en milieu aquatique. La teneur moyenne dans les eaux d'AIN SALAMA est de l'ordre de 6.33mg/l (figure 8) et les eaux de la source se montrent alors bien oxygénées, les eaux de la source peuvent être classées alors dans la catégorie des eaux de bonne qualité (NM 03.07.001 /2006).

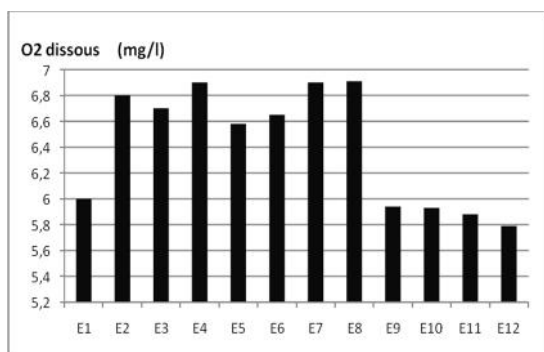


Figure 8 : Variations annuelles des teneurs en oxygène dissous dans les eaux AIN SALAMA

Les sulfates

Les origines naturelles des sulfates sont l'eau de pluie et la mise en solution de roches sédimentaires évaporitiques, notamment le gypse (CaSO_4), mais également de la pyrite (FeS) et plus rarement de roches magmatiques (galène, blende, pyrite).

Les origines anthropiques sont la combustion de charbon et de pétrole qui entraîne une production importante de sulfures (qu'on retrouve dans les pluies), et l'utilisation d'engrais chimique et de lessive (Barry, 1989). La transformation réversible des sulfates en sulfures se fait grâce au cycle du soufre (Peck, 1970; Smith, 1974).

D'une façon générale, la présence de sulfate dans des eaux naturelles "non polluées" invoque la présence de gypse ou de pyrite. Leur concentration est généralement comprise entre 2,2 et 58 mg/l (Meybeck et al., 1996).

La valeur moyenne des sulfates dans les eaux AIN SALAMA est proche de (50 mg/l) (Figure 9) ce qui montre que les eaux en question sont conformes aux normes en vigueur (NM 03.07.001 /2006).

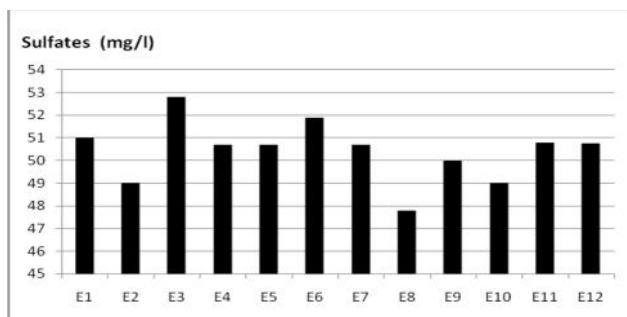


Figure 9 : Variations annuelles de la teneur en Sulfates dans les eaux AIN SALAMA.

Les nitrates

Présents à l'état naturel et solubles dans le sol, les nitrates pénètrent dans le sol et les eaux souterraines et se déversent dans les cours d'eau. Mais ils sont aussi apportés de manière synthétique par les engrais (Chapman et al, 1996). Ils sont l'une des causes de la dégradation de l'eau.

Transformés en nitrites par l'organisme, ils peuvent provoquer la transformation de l'hémoglobine en "méthémoglobine" et provoquer un mauvais transfert de l'oxygène vers les cellules. Cette pathologie peut affecter les nourrissons de moins de 6 mois. Le risque est très difficile à établir. Partant d'un principe de précaution, la norme de potabilité pour l'eau a été fixée à 50 mg/l. Au-delà de 100mg/l, l'eau ne doit pas être consommée.

Cependant les eaux de la source AIN SALAMA ne sont pas assujetties à un risque de pollution par les nitrates du fait que les valeurs enregistrées lors des analyses oscillent entre un minima de 5mg/l (E5) et un maxima de 5,8 mg/l (E1, E6, E11) (figure 10) et qui restent d'ailleurs inférieures à la valeur admissible par les normes marocaines.

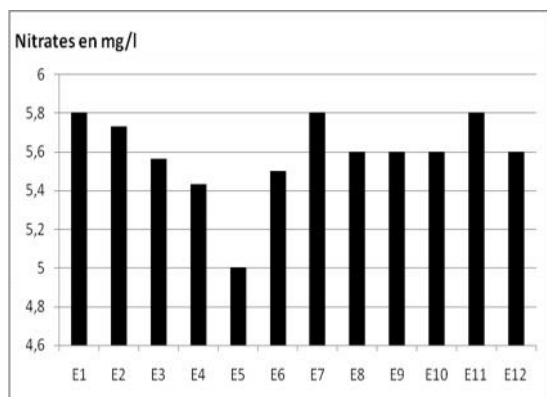


Figure 10 : Variations annuelles de la teneur en nitrates dans les eaux AIN SALAMA

Les nitrites

Les nitrites sont considérés comme étant des ions intermédiaires entre les nitrates et l'azote ammoniacal, ce qui explique les faibles concentrations rencontrées en milieu aquatique (quelques micromoles par litre d'azote nitreux). Une concentration supérieure à 0,10 mg/l ne devrait pas être dépassée dans une eau d'origine profonde (Rodier, 1984). Dans le cas comme le notre la concentration des nitrites est nulle (Figure 11) ce qui prouve que la source Ain Salama est bien protégée des apports en nitrites (NM 03.07.001 /2006)

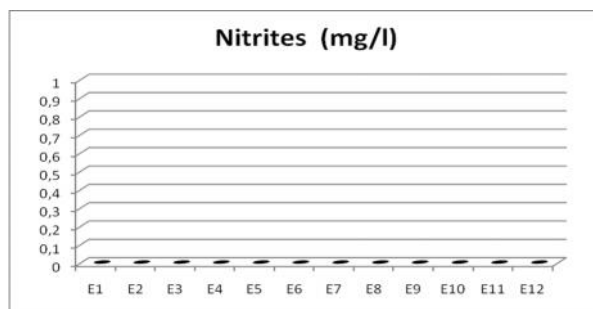


Figure 11 : Variations annuelles de la teneur en nitrites dans les eaux AIN SALAMA

Les silicates

La silice est rencontrée dans l'eau, soit à l'état dissous, soit à l'état colloïdal ; les eaux des régions granitiques peuvent en contenir plusieurs dizaines de milligrammes par litre. Cependant, il y'a lieu de tenir compte de l'interaction fluoro-silicium qui peut être responsable de manifestations d'hyperfluoroses. Expérimentalement, le silicium développe chez l'animal «un squelette de silex »très particulier, il pourrait être associé au calcium dans le processus de minéralisation des tissus osseux et entraîner ainsi une action anticariogène.

Une eau potable de bonne qualité ne contient pas plus de 20 mg/l de silice. Il semble que l'on puisse tolérer jusqu'à 40 mg/l sans inconvénient grave. Cependant la concentration des silicates dans les eaux de la source n'excède pas les normes(Figure 12) et se montre loin de menacer la composition minéralogique de l'eau du forage (NM 03.07.001 /2006).

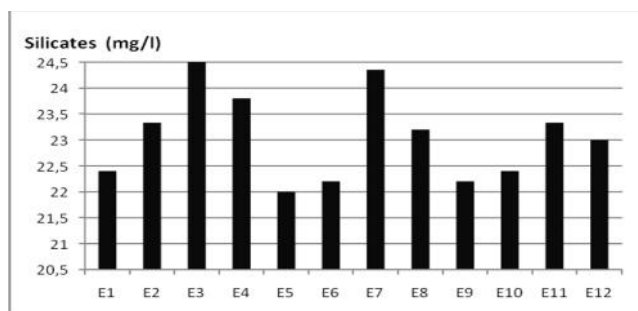


Figure 12 : Variations annuelles de la teneur en silicates dans les eaux AIN SALAMA

Qualité bactériologique des eaux de la source Ain Salama

La recherche des Coliformes et des Streptocoques fécaux dans les échantillons s'avère négative mise à part l'apparition de quelques colonies de saprophytes (fausse manœuvre, contamination lors de l'embouteillage, mauvais prélèvement....) (Figure 13).

A présent l'eau de la source respecte l'ensemble des exigences de qualité réglementaires et sanitaires elle peut être consommée sans restriction d'usage (Laziri et al., 2009).

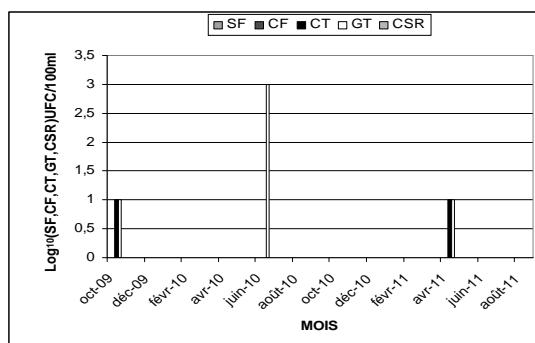


Figure 13 : Concentrations moyennes des streptocoques fécaux, des coliformes fécaux, des coliformes totaux, des germes totaux et des clostridiums dans les eaux AIN SALAMA.

CONCLUSION

D'après nos analyses et selon les paramètres indicateurs de la qualité des eaux souterraines l'eau de la source montre :

- Une conductivité électrique assez importante (au voisinage de 2000 $\mu\text{S}/\text{Cm}$) ce qui permet d'évaluer la minéralisation globale et d'estimer la totalité des sels solubles dans l'eau qui s'avère, à ce propos, très élevée chose qui pourra influencer la composition minéralogique de l'eau. De ce fait cette eau est strictement interdite aux nourrissons dont l'organisme ne peut s'adapter à une surcharge minérale, et aux gens qui souffrent d'une insuffisance cardiaque grave ou d'une hypertension artérielle labile.
- Une concentration élevée des chlorures (532,5 mg/l) ce qui reflète, entre autre, la qualité moyenne de l'eau Ain Salama (Figure 7). Les autres paramètres comme les Sulfates, les Silicates, ...etc., montrent des concentrations relatives aux normes en vigueur (NM 03.07.001 /2006).

Jusqu'à maintenant La qualité bactériologique d'Ain Salama est, généralement, satisfaisante est loin d'être contaminée mais ça n'empêche de prévoir le développement des communautés bactériennes halophiles et halotolérants notamment que le degré de salinité augmente d'une année à l'autre sans nier la forte probabilité d'existence de la légionelle qui cohabite les sources thermales.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- AGENCE DU BASSIN HYDRAULIQUE DE SEBOU (ABHS). (2008). Courrier ABH/DAR/REDV/0138/08.
- BARRY G.S. (1989). Sodium sulphate. Canadian minerals yearbook – 1988. Mineral Report, n° 37. Division des ressources minérales, énergie, mines et ressources. Ottawa.
- BREMOND, R., VUICHARD, R. (1973). Paramètres de la qualité des eaux. Ministère de la protection de la nature et de l'environnement. SPEPE, Paris. 179 p.
- CHAPMAN D., KIMSTACH V. (1996). Selection of water quality variables. Water quality assessments : a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman edition, 2nd ed. E & FN Spon, London, pp. 59-126.
- HAUT COMMISSARIAT AU PLAN. HCP. (2008). Annuaire statistique du Maroc -Région Meknès-Tafilalt.
- MEYBECK M., FRIEDRICH G., THOMAS R., CHAPMAN D. (1996). Rivers. Water quality assessments : a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring, Chapman edition, 2nd ed. E & FN Spon, London, pp. 59-126.
- ONEP. (1990). « normes marocaines relatives aux eaux d'alimentation humain » méthodes d'essai Janvier.
- PECK H.D. (1970). Sulphur requirements and metabolism of microorganisms. Proceedings of a symposium on sulphur in nutrition. D.H. Muth & J.E. Oldfield. Ari Publishing Co., Westport, CT.
- LAZIRI F. (2009). Thèse de doctorat, Calculs urinaires marocains : Epidémiologie et exploration par l'analyse morpho-constitutionnelle, p.181.
- PESCOD M.B. (1985). Design, operation and maintenance of wastewater stabilization ponds in treatment and use of sewage effluent for irrigation. Ed Pescod and Arar, 93-114.
- RODIER J. (1984). L'analyse de l'eau : Eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer. Edition Dunod Paris.
- STE AIN SALAMA SARL. (2009). Dossier technique du projet 1995*2005 et extension- par MEDITEC IN.