



CARACTERISATION DES EAUX DE SURFACE AUX ALENTOURS D'UNE SOCIETE AGRO-INDUSTRIELLE DE MAROUA-CAMEROUN

CHARACTERIZATION OF SURFACE WATER AROUND A AGRO- INDUSTRIAL COMPANY IN MAROUA-CAMEROON

ABOUBAKAR^{1}, ABDOUL W.², BOUBA L.³*

¹ Département des Sciences Biologiques, Faculté des Sciences Université de Maroua-Cameroun, BP 814

² Département de pétrochimie, Institut de Mine et des Industries Pétrolières Université de Maroua

³ Département de Chimie, Ecole Normale Supérieure Université de Maroua, BP 46 Maroua-Cameroun

abou.aboubakar@gmail.com

RESUME

L'objectif de ce travail est d'étudier la qualité des eaux de surface aux alentours d'une société agro-industrielle de la ville de Maroua. Pour ce faire une analyse physico-chimique et bactériologique a été faite. Les résultats obtenus montrent que les différents paramètres, à savoir, les concentrations en nitrates (165 mg/l pour la source S1, 610 mg/l pour la source S4) ; en ammoniums (17,9 mg/l pour la source S1, 3,2 mg/l pour la source S2, 72,2 mg/l pour la source S3, 17,2 mg/l pour la source S4, 87,7 mg/l pour la source S5) ; en fer (0,31mg/l pour la source S1, 1,25mg/l pour la source S2, 0,49 mg/l pour la source S3, 0,48mg/l pour la source S4, 1,06mg/l pour la source S5) présentent des valeurs trop élevées par rapport aux normes internationales dans plusieurs échantillons analysés. Cette contamination s'accroît par les activités humaines et les conditions climatiques de la région qui se caractérisent par des débits des eaux très faibles durant la saison de pluie s'ajoute à cela le déversement de la totalité des effluents industriels dans les cours d'eau sans traitement préalable. Ceci a pour conséquence d'augmenter les concentrations des polluants déversés dans les cours d'eaux entraînant alors une dégradation de la qualité des eaux superficielles. Au vu de ce qui précède les eaux étudiées sont de mauvaises qualités.

Mots clés : eaux de surface, qualité, polluants, analyse, Maroua.

ABSTRACT

The aim of this work is to study the quality of surface water around Agro-industrial entreprise of Maroua. To attend this objective, a physico-chemical and bacteriological analysis was done. The results show different parameters as follow: the highest nitrate concentrations was observed in S1 (165 mg/L) and the lowest was found for the site S4, in the ammonium concentrations observations was (17.9 mg/L for the site S1, 3.2 mg/L in the site S2, 72.2 mg/L in the site S3, 17.2 mg/L for the source S4 and 87.7 mg/L for the site S5). The iron concentrations was observed as follows, (0.31mg/L for S1, 1.25mg/L for S2, 0.49 mg/L for the S3, 0.48mg/L for S4 and 1.06mg/L for the S5). Those values were very high compared to international standards. This is increasing contamination by human activities and climatic conditions of the region are characterized by flows of very small water during the raining season adds to it the dumping of all industrial effluents in the river without treatment. This has the effect of increasing concentrations of pollutants discharged into rivers then causing a deterioration in the quality of surface water .In view of the above the waters studied are of poor quality.

Keywords: Surface waters, quality, pollutants, analysis, Maroua

INTRODUCTION GENERALE

La croissance démographique du Cameroun a été très lente jusqu'en 1960, année où elle a brusquement accéléré, au 1^{er} janvier 2016, la population camerounaise était estimée à 23 636 676 personnes. Il s'agit d'une augmentation de 2,51% (578 079 personnes) par rapport à la population de l'année précédente (23 058 597) (UNESCO, 2016). La migration rurale, dont la pauvreté et la recherche de l'emploi sont précurseurs, constitue la cause principale de la surpopulation dans les zones urbaines (Sadik, 1992) Selon Sadik (1994), le gigantisme urbain accroît les besoins en matière de logement, d'eau, d'hygiène, d'énergie, de soins de santé, d'éducation, de services sociaux, d'alimentation et de difficultés d'assainissement durable. Les rivières, les fleuves et les puits représentent les principales sources d'approvisionnement en eau des populations humaines et animales des zones tropicales et leur pollution constitue un sérieux risque pour la santé (Djuikom et *al.*, 2006). Maroua, capitale régionale de l'extrême nord au Cameroun n'est pas épargné par le problème de l'accès à

l'eau de qualité pour les utilisations divers par les populations les milieux aquatiques de cette localité reçoivent des rejets d'origine animale ou anthropique, le nombre et le type de bactéries présentes sont capables de rendre l'eau impropre à l'utilisation humaine (Hebert *et al.*, 2000). Même dans les pays où la précipitation élevés garantissent un approvisionnement constant, la pollution peut perturber la production d'eau potable et en augmenter le prix de revient. La qualité de l'eau évolue avec les saisons et d'une région à l'autre, même en absence de pollution. La chimie fondamentale et bactériologique des eaux des cours d'eaux et des lacs est déterminée par le sol, les formations géologiques, la topographie et la végétation du versant présent dans le bassin versant. A ces conditions fondamentales s'ajoute les substances introduites à la suite d'une activité humaine. De manière générale le développement des communautés microbiennes dans les eaux de surface comme dans les eaux souterraines est lié aux facteurs météorologiques et l'ensemble des propriétés physico-chimiques et biologique du biotope (Aguiza *et al.*, 2014).

Aux alentours d'une société agro-industrielle de Maroua et ses environs, les populations qui ne sont pas connectées au réseau de la distribution des eaux de la CDE (Camerounaise des Eaux) ont recours aux eaux des cours d'eaux et des nappes phréatiques. L'exposition des cours d'eaux qui drainent les grandes et les petites villes et leurs environs au Cameroun étant très grandes surtout la pollution liée à l'activité humaine, cette étude concerne unique les eaux de cours d'eaux a accès plus facile pour les populations démunis.

L'objectif général pour cette étude est d'étudier la qualité des eaux aux alentours d'une société agro-industrielle de Maroua.

Elle intégrait les objectifs spécifiques suivants :

- Faire le suivi d'une série des points d'eaux dans le mayo Tsanaga et le mayo kalioa.
- Effectuer les analyses chimiques et physico-chimiques sur chaque échantillon d'eau prélevée sur les différents points de prélèvement afin de cerner l'état de pollution.

La démarche méthodologique utilisée pour atteindre les objectifs précités est l'observation des activités mener à proximités des cours d'eau qui nous a permis de déterminer les points d'échantillonnage suivi de la détermination des paramètres très variables tels le pH et la température in situ et l'analyse aux laboratoire des paramètres physiques, chimiques et bactériologiques.

MATERIEL ET METHODES

Présentation du site d'étude

Situation géographique

La ville de Maroua se situe dans la plaine du Diamaré aux confluent de mayo (cour d'eau saisonnier de type oued) le kaliao et le tsanaga. Des inselbergs le délimitent au Sud (hosséré Makabaye) et au Nord (hosséré marouaré) C'est le chef-lieu de la région de l'Extrême-Nord et du département du Diamaré. La ville de Maroua est subdivisée en trois communes d'arrondissement, dont la commune d'arrondissement de Maroua 1er, Maroua 2e et la commune de Maroua 3^e (Bouba *et al.*, 2010).

Climat

Maroua à un climat de steppe, il y a peu de précipitation quel que soit la période de l'année. Sur l'année, la température moyenne est de 28,3°C.

Sols et végétation

Les sols qu'on rencontre à Maroua sont : les vertisols modaux et dégradés, les sols ferrugineux tropicaux et les planosols. On y trouve aussi des sols peu évolués et les sols fersiallitiques. Chacun de ces sols comporte plusieurs faciès liés à l'état de dégradation et à l'utilisation que font les hommes (Seiny-Boukar L., 1990).

Le paysage végétal comprend les cultures, les jachères récentes et les friches anciennes plus ou moins pâturées (Donfack, 1981).

La population

La ville de Maroua, avec ses 400 000 habitants, est parmi les cinq premières villes du Cameroun. Elle a une culture plurielle (Guiziga, Peulh, Moundang, Toupouri, Mafa, etc.), et les mosquées ainsi que les églises se construisent un peu partout dans la ville.

De décembre à mai, Maroua connaît une grande affluence de touristes se rendant dans les parcs nationaux de Waza (situé à quelque 120 km de là) et de

Kalamaloué, ou vers les beaux sites de Rhumsiki, de Djingliya, le pic de Mindif ou encore du col de Koza, autre haut lieu de l'artisanat (Bouba *et al.*,2010).

Caractéristiques des points de prélèvements

Tableau 1 : Caractéristique des cinq points de prélèvements

Point de prélèvement	Nom de la zone	longitude	latitude	altitude
S1	Abattoir DJARENGOL	14°17'44.60"E	10°34'51.58"N	410
S2	derrière SODECOTON	14°18'53.97"E	10°35'5.74"N	404
S3	Mayo Kaliao-pont rouge	14°18'56.54"E	10°35'49.05"N	400
S4	garage KAKATARE	14°19'11.17"E	10°35'56.89"N	403
S5	Mayo DOUGOI	14°20'51.31"E	10°35'49.36"N	396

Les eaux étudiées

Le choix des eaux a été basé sur certaines observations relatives à leur nature, à leur utilisation par la population et leur voisinage des sources de pollution (rejets liquides et solides, activités industrielles, d'agriculture et d'élevage) (tableau2).

Méthodes

Recherches des paramètres physico-chimiques

La température, le pH, la turbidité, la conductivité, les matières en suspensions et TH ont été déterminé par la méthode décrit par Rodier (2009) et le nitrate, le nitrite, le fer par le micro-kit électroniques de marque *HANNA*.

Recherches des paramètres microbiologiques

L'analyse effectuée est l'analyse qualitative décrit selon Rodier(2009).

RESULTATS

Résultats obtenu sur site

Les différentes activités menées aux alentours des sites de prélèvement

La descente sur le terrain nous a permis d'observer les faits suivants :

Tableau 2 : Observations faites lors de la descente sur le terrain

Noms du site	Source	Activités menées aux alentours
Abattoir mayo Tsanaga	S1	Agriculture, Lessive, Vaisselle, Toilette
Derrière l'entreprise	S2	Agriculture, Lessive, Stockage des grains de coton, Abreuvement des animaux, Rejets industrielles
Pont rouge mayo kaliao	S3	Agriculture, Lessive, Toilette, Bar, Abreuvement des animaux
Garage à côté du mayo kaliao	S4	Garage, Toilette, Lessive, Vaisselle, Egout de la prison
Mayo Dougoi	S5	Garage, Lessive Toilette, vaisselle

Il ressort de ce tableau que les activités les plus menées sont l'agriculture et la lessive. Ces activités peuvent impacter sur la qualité des eaux.

Résultats des analyses des paramètres in situ.

Les résultats des mesures des paramètres in situ sont présentés dans le tableau ci-dessous :

Tableau 3 : Résultats des paramètres obtenus in situ

Noms du site	Source	Date et heures de prélèvements	Mois	Temp (°C)	pH
Abattoir mayo Tsanaga	S1	14/05/2015 6H30mn	Mai	24,6	7,2
Derrière l'entreprise	S2	14/05/2015 7H34mn	Mai	26	7,4
Pont rouge mayo kaliao	S3	14/5/2015 8H10mn	Mai	28	8,1
Garage à côté du mayo kaliao	S4	14/05/2015 8H47mn	Mai	29	8,1
Mayo Dougoi	S5	14/05/2015 9H11mn	Mai	29	8,2

Résultats des paramètres physico-chimiques et bactériologiques

Les analyses des paramètres physico-chimiques et microbiologiques ont été faites aux laboratoires de l'ENSAI et UIT de NGAOUNDERE. Les résultats sont présentés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4 : Résultats des paramètres obtenus aux laboratoires

Paramètres (unités)	Sources				
	S1	S2	S3	S4	S5
Turbidité(NTU)	5,55	43,50	35,50	10,00	25,00
Conductivité (uS/cm)	103,00	41,90	41,20	153,30	123,20
MES (mg/L)	0,001	0,02	0,01	0,005	0,015
NO ₃ ⁻ (ppm)	165,00	15,00	29,50	610,00	38,00
NO ₂ ⁻ (ppm)	4,00	0,58	4,00	4,00	2,00
NH ₄ ⁺ (mg/L)	17,90	3,20	72,20	17,20	87,70
Fe ²⁺ (ppm)	0,31	1,25	0,49	0,48	1,06
Ca ²⁺ (mg/L)	99,52	29,11	55,33	84,21	73,22
Mg ²⁺ (mg/L)	76,56	31,24	27,94	124,90	74,58
TH (mg/L)	176,15	60,35	83,27	209,15	147,7
Coliformes totaux	+++	+++	+++	+++	+++
E. Coli	+++	+++	+++	+++	+++

DISCUSIONS

Les paramètres physicochimiques

Températures

Les températures des eaux de surface étudiées sont supérieures à 20.2 C, température favorable pour le développement des bactéries, des parasites, des larves de moustiques et autres germes microbiennes (EL Ouali *et al.*, 2014). Dans la zone d'étude, nous avons remarqué que cette température ne présente pas de grandes variations d'une source à l'autre (fig 3) et reste toutefois voisine à la température de la région (28,3°C) (Bouba *et al.*, 2010). Ces valeurs sont

comparables à celles obtenues dans la région d'Adiaké en Côte d'Ivoire (Eblin *et al.*, 2014). Nos eaux sont donc de mauvaise qualité.

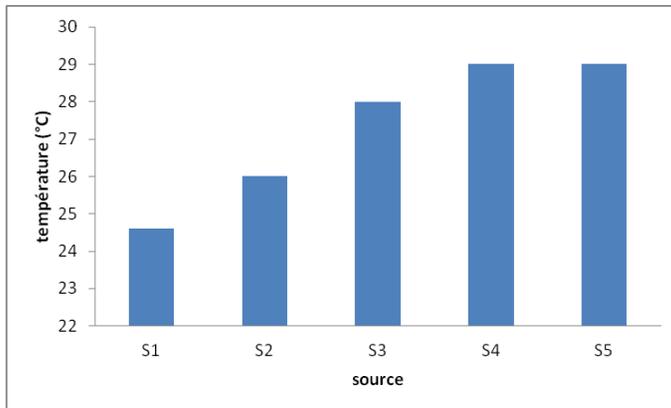


Figure 1 : Variation spatiale des valeurs de la température

Le potentiel d'hydrogène (pH)

Le pH 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, le pH 7 étant le pH de neutralité. Ce paramètre conditionne un grand nombre d'équilibre physico-chimique et dépend des 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 (l'aptitude à dissoudre le calcaire). Pour ce qui est des eaux étudiées elles ne montrent pas des variations notable et ont tendance à être basique avec un minimum de 7,2 source S1 et maximum de 8.2 source S5. Toute fois elles sont comparables aux eaux du bassin versant de GUIGOU au Maroc (Abboudi *et al.*, 2014). Cela peut s'expliquer par les activités de lessives menées à proximités et la dégradation de la matière organique (végétaux et selles des animaux...) (El Ouali *et al.*, 2011). Ces eaux sont donc de qualité bonne du point de vue de pH d'après l'OMS.

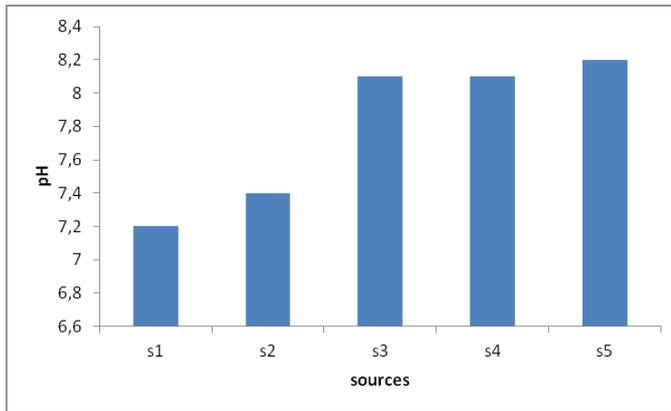


Figure 2 : Variation spatiale des valeurs de pH

Turbidités

La turbidité est un paramètre organoleptique et une expression des propriétés optiques d'une eau à absorber ou à diffuser la lumière, elle est due à la présence des matières en suspension finement divisées : argiles, limons... Une forte turbidité peut permettre à des micro-organismes de se fixer sur les particules en suspension : la qualité bactériologique d'une eau turbide est donc suspecte (Ghazali et Zaid, 2013). Les valeurs de nos analyses sont situées entre 5.55 et 43.5 NTU et sont supérieures aux normes internationales (<5NTU), ces résultats hors normes sont obtenus par les travaux effectués par (Aguiza *et al.*, 2014) dans la région de l'Adamaoua. Ces grandes valeurs peuvent s'expliquer par les activités de lessives et les baignades (Aguiza *et al.*, 2014).

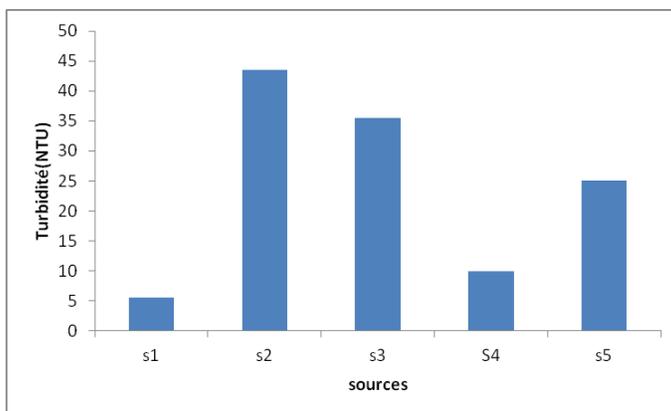


Figure 3 : Variation spatiale des valeurs de la turbidité

La conductivité

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 qualité des sels dissous dans l'eau (Rodier, 1984 ; Pescod, 1985). Les valeurs enregistrés pendant les analyses sont moins importantes la plus grande valeur est 153,3 μ s/cm (S4) et la plus petite est 41,2 μ s/cm (S2) et sont inférieures à la norme prescrite par l'OMS qui est de 180-1000 μ s/cm. Ceci est en accord avec les résultats obtenus par Abboudi *et al.*, (2014) sur les eaux de surface oued Guigou au Maroc. Ce qui prouve que nos eaux sont faiblement minéralisées. Cette faible conductivité peut s'expliquer par la période de prélèvement (la saison sèche), car d'après Abba *et al.*, (2012), il n'y a pas le phénomène de dilution en saison sèche.

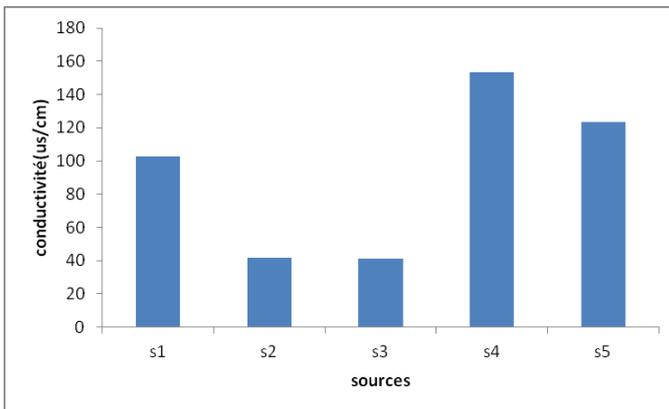


Figure 4 : Variation spatiale des valeurs de la conductivité

Les nitrates

Les nitrates à l'état naturel sont solubles dans le sol, les eaux souterraines et les cours d'eaux, mais ils sont aussi apportés de manières synthétiques par les engrais (Chapman *et al*, 1996). Ils proviennent aussi de la minéralisation de l'azote organique et l'oxydation de l'ammonium (El Ouali *et al.*, 2011).

Les teneurs en nitrates sont comprises entre de 15 mg/l sur le site S2 du prélèvement et de 610 mg/l sur le site S4. Nous constatons que seul l'échantillon prélevé au niveau de la source S4 a une teneur supérieur >50mg/l

(norme OMS). Cette forte teneur pourrait s'expliquer par les différents produits de vidanges, la lessive et les égouts de la prison centrale.

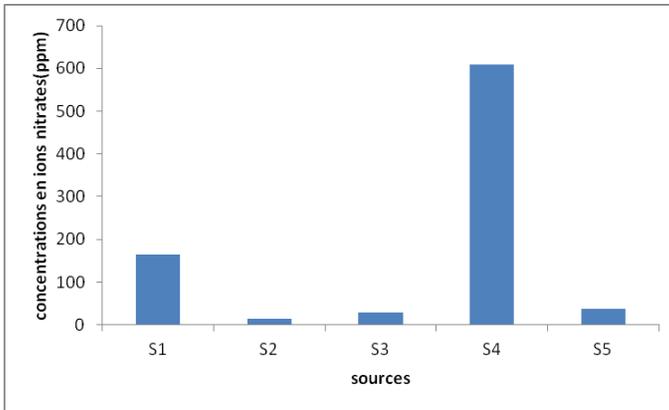


Figure 5 : Variation spatiale en ions nitrates

Les nitrites

Les nitrites sont considérés comme étant des ions intermédiaires entre les nitrates et les nitrites et l'azote ammoniacal, ce qui explique les faibles quantités rencontrées en milieu aquatiques (Rodier, 1984)

Les résultats de notre étude (fig8) révèlent que les teneurs en nitrates sont très faibles et ne dépassent pas la norme OMS qui est de 50mg/l.

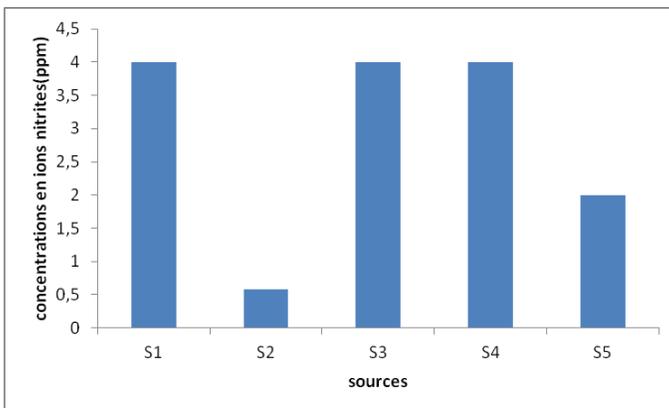


Figure 6 : Variation spatiale en ions nitrites

L'ion ammonium

L'ammonium constitue le produit de la réduction finale de substances organiques azotées et la matière inorganique dans les eaux et le sol .Il provient également de l'excrétion des organismes vivants et de la réduction et la biodégradation des déchets, sans négliger les apports d'origine domestiques, industrielle et agricole. Cet élément existe en faible proportion inférieur à 0,1mg/l d'azote ammoniacal dans les eaux naturelle. Dans les eaux superficielles, il provient de la matière organique azotée, et des échanges gazeux entre l'eau et l'atmosphère (Chapman *et al.*1996). Il constitue ainsi un bon indicateur de la pollution des cours d'eau par les effluents urbains. La figure 9 montre la variation de la concentration en ion ammonium des eaux étudiées, la valeur maximale est obtenue niveau du site S5 (87,7) et minimale sur le site S2. Ces teneurs très grandes et supérieures à 0.2 mg/l, norme OMS. Dans la zone d'étude l'apport en ammonium serait lié par l'activité agricole et l'excrément des animaux. Ces valeurs laissent prédire que cet élément constitue un risque de pollution pour les eaux étudiées.

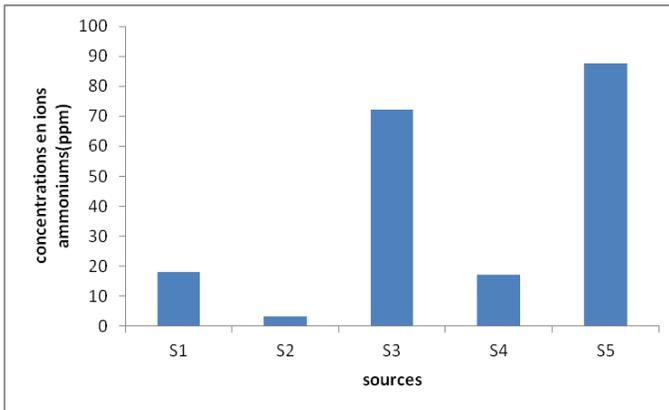


Figure 7 : Variation spatiale en ions ammonium

Le fer

L'importance teneur en fer dans les eaux analysées serait liée à la pollution d'origine anthropique notamment les déchets domestiques (Aguiza *et al.* , 2014) et la forte érosion des sols de la zone d'étude tel que suggéré par Tchotsoua *et al.*(1993) Les teneurs varient d'un point à l'autre, ils sont supérieur à 0.3 valeur guide de l'OMS 2011. Ces valeurs sont à rapprocher à celles obtenues par les

travaux effectués par Eblin *et al.* (2014) dans la région d'Adiaké en Côte d'Ivoire. On peut attribuer cette forte teneur en fer à la rouille des matériels de l'usine et la nature du sol de la région. De ce fait on classe ces eaux de mauvaises qualités.

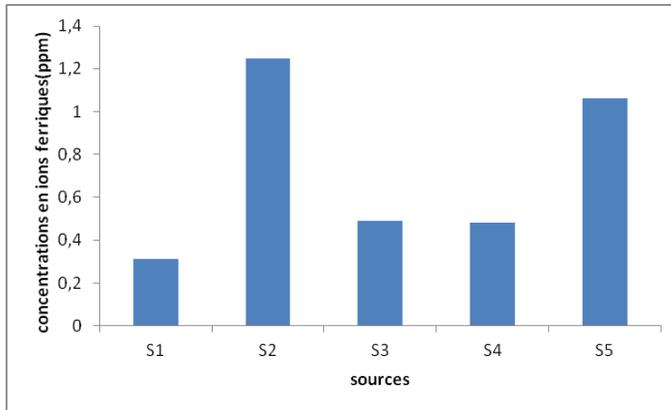


Figure 8 : Variation spatiale des valeurs de concentrations en fer

Dureté totale (TH)

Ce paramètre représente la teneur de l'eau en sels de métaux alcalino-terreux (sels de calcium, magnésium, strontium et barium). Étant donné que le strontium et le barium sont souvent présents dans l'eau sous forme de traces, la dureté totale se réduit à la concentration en ions calcium et magnésium, exprimée en millimoles ou en milligrammes par litre (mmol/l ou mg/L) ou en degré français (°F) (Derwich *et al.*, 2010).

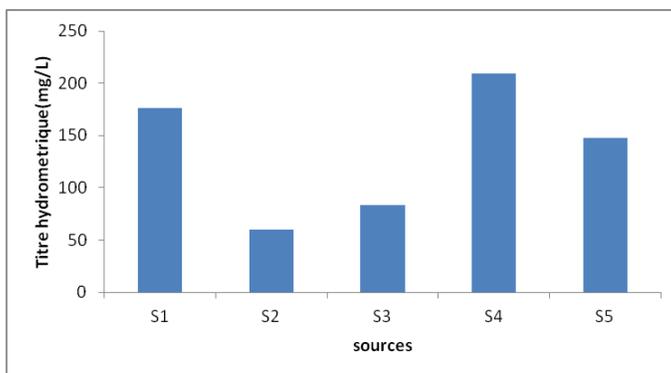


Figure 9 : Variation spatiale en dureté totale

Dans les eaux étudiée (fig.11), ce paramètre présente une grande variation qui serait liée à la nature lithologique de la formation du sol et en particulier à la composition en magnésium et en calcium.

Les matières en suspension (MES)

La présence des matières en suspension peut s'expliquer par la présence des activités menées autour de ces points d'eau, l'action du vent. La plus haute valeur est enregistrée au point de prélèvement S2 (0,02 mg/L) et la plus faible au point de prélèvement S1 (0,001mg/L). Les faibles teneurs en MES expliquent bien la faible turbidité.

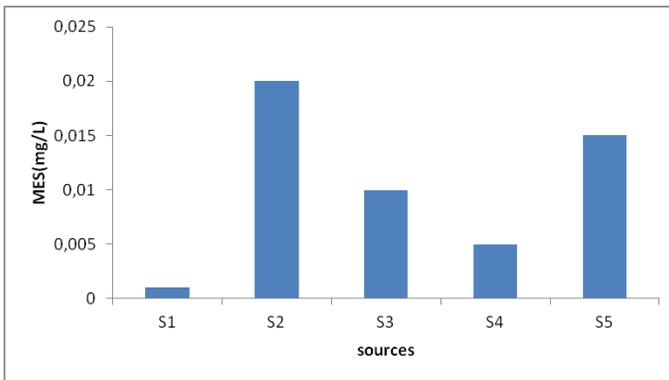


Figure 10 : Variation spatiale en MES

Analyse bactériologiques

Du point de vue bactériologique, les résultats sur les eaux prélevées montrent que toutes présentent une souillure par les coliformes fécaux et coliformes totaux. La présence des coliformes fécaux constitue un bon indice de pollution essentiellement attribuée à une contamination fécale (Ladjel, 2009). Dans la zone d'étude la présence des coliformes fécaux et coliformes totaux peut s'expliquer par le rejet de tourteaux par l'usine de l'huilerie, les produits fécaux issus des animaux et des humains.

CONCLUSION

Dans une ville semi-aride comme Maroua, la question de l'eau constitue un enjeu central : social, environnemental, sanitaire, alimentaire, économique et financier. L'optimisation de cette ressource rare à travers une exploitation

rationnalisée des eaux superficielles, et une politique de mobilisation des ressources en eaux non conventionnelles est une priorité dans la stratégie du ministère de l'eau et de l'énergie du Cameroun, qui propose, suit et contrôle la politique nationale. Cependant la qualité de l'eau dépend de facteurs naturels déterminants (sol, sous-sol etc.) et d'activités humaines produisant des rejets qui se retrouvent directement ou indirectement dans les milieux naturels.

Le suivi des paramètres physico-chimiques est basé sur un certain nombre des échantillons qui nous a permis de détecter une évolution temporaire des concentrations de tous les éléments chimiques. Nous observons que les eaux de Maroua sont colorées, et les mesures effectuées montrent des teneurs élevées en fer, nitrates, ammoniums cela est dû à une pollution agricole, domestique et industrielle.

Sur le plan de la qualité chimique et bactériologique les eaux de surface de la région d'étude sont loin des normes de l'O.M.S pour les eaux de surface, elles sont donc de mauvaise qualité. Cela est également dû aux excréments des animaux.

Pour éviter l'utilisation d'une eau de mauvaise qualité et la pollution de l'environnement on peut envisager des propositions suivantes :

- Sensibiliser la population. La population, peut instruite ou analphabète, devrait recevoir des connaissances, notamment sur l'origine, le traitement et prévention des maladies liées à l'eau.
- Les industriels doivent traiter les effluents avant leurs rejets dans l'environnement.
- Prôner l'utilisation des engrais organiques au détriment d'engrais chimique.
- Appliquer les textes législatifs et réglementaires en vigueur pour la protection de l'environnement.

Pour compléter cette étude, il serait nécessaire d'analyser la DBO et la DCO.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ABBA E., NASSALI H., BENABID M., EL IBAOUI H., CHILASSE L. (2012). Approche physicochimique des eaux du lac dayetAoua (Maroc) J. appl. Biosc. 58 4262-4270.
- ABOUDI A., TABYAOUI H. ET EL HAMICHI F. (2014). Etude de la qualité physicochimique et contamination métallique des eaux de surface du bassin versant

- de Guigou-Maroc, European Scientifique. Journal, ISSN : 1857-7881, N° 23, pp 84-94.
- AGUIZA A. E., OMBOLO A., NGASSOUM M. B. et MBAWALA A.. (2014). Suivi de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux des cours d'eau de N'Gaoundéré, au Cameroun. *Afrique science*.
- BOUBA, D., (2010). Technique de Conservation de l'eau potable dans le Nord-Cameroun : cas de la ville de Maroua. *Mémoire de DIPES II*, p13.
- CHAPMAN D.K.V. (1996). Selection of water quality variables. *Water quality assessment. a guide to the use of biota, sediments and water in environment monitoring*, Chapman edition, 2nd ed. E&FNSpon, London pp 59-126
- DERWICHE B., ZIANA.S. B. (2010). Caractérisation physico-chimique des eaux de la nappe alluviale du haut sebou en aval de sa confluence avec oued Fes, *Larhyss journal*, ISSN 1112-3680, NO 8, pp. 101- 112.
- DJUIKOM E, N. T, NOLA M, SIKATI V, JUGNIA L B (2006). Microbiological Water quality of the Mfoundi at Yaounde, Cameroon, as inferred from indicator bacteria of fecal contamination. *Envir. Monitoring Assessment*. 122: 171-183.
- DONFACK. P. (1981). Dynamique de la végétation après abandon de la culture du nord Cameroun, RAD, BP : 33 Maroua Cameroun.
- EBLIN S. G., SOMBO A. P., SORO G., AKA N., KAMBIRE O., SORO N. (2014), Hydrochimie des eaux de surface de la région d'Adieke, Cote d'Ivoire. *journal of applied biosciences* 75: 6259-6271-ISSN 1997-5909..
- EL OUALI L. A., EL AKHAL F., BERRADA S., BENNANI L., RAISS N, MANIAR S. (2014). Evaluation de la qualité hygiénique des eaux de puits et des sources par l'utilisation d'une analyse en composante principale : une étude de cas de la région de Fès (Maroc), *Jour. Mater Environnemental Sciences*, INNS : 2028-2508, p 2334-2344.
- EL OUALI LALAMI A., MERZOUKI M., EL HILLALI O., MANIAR S., IBNSOUDA KORAICHI S. (2010). Pollution des eaux de surface de la ville de FES au Maroc : typologie, origine et conséquences, *Larhyss journal*, ISSN 1112-3680, NO 9, pp 55- 72.
- GHAZALI D., ZAID A. (2013). Etude de la qualité physico-chimique et bactériologique des eaux de la source Ain Salama-Jerri (Région de Meknès – Maroc), *Larhyss journal*, ISSN 1112-3680, N° 12, pp25-36
- HÉBERT S., LÉGARÉ S. (2000). Suivi de la qualité des rivières et petits cours d'eau. Direction du suivi de l'état de l'environnement, ministère de l'Environnement, Québec, *envirodoq* No ENV-2001-0141, rapport N° QE-123, 24 p. et 3 annexes.
- PESCOD M.B. (1988) Design, operation and maintenance of waste water stabilization ponds in treatment and use of sewage effluent for irrigation, *Butterworths London*, p 93-115

- RODIER J. (1984). L'analyse de l'eau : eaux naturelles, eaux résiduaires, eaux de mer
Edition Dunod Paris.
- RODIER J., BERNARD LEGUE, NICOLE MERLET., BRUNET R., LAMSOSON G.,
LEROY P., MIALOCQ J., MOULIN L. (2009). L'analyse de l'eau 9^e édition 1579P.
- SADIK N (1992). Etat de la population mondiale. Fond des Nations Unies pour la
Population, New York, Etats-Unis d'Amérique.
- SADIK N. (1994). Etat de la population mondiale. Fond des Nations Unies pour la
Population, New York, Etats-Unis d'Amérique.
- SEINY-BOUKAR L. (1990). Régime hydrique et dégradation des sols, le Nord-
Cameroun. Thèse de Doctorat de 3^eème cycle, Université de Yaoundé, Faculté des
sciences, Département des Sciences de la terre.
- TCHOTSOUA M., 1993. Erosion accélérée et contraintes à l'aménagement du site de la
ville de Yaoundé. Une contribution à la gestion de l'environnement urbain en milieu
tropical humide. Thèse de Doctorat 3^eème cycle, F.L.S.H., Université Yaoundé I :
250 p.