

Evaluation de la qualité des eaux du fleuve Inaouène, Maroc septentrional

[Assessment of water quality of the Inaouene River, Northern Morocco]

Jamal Naoura¹, Lahcen Benaabidate¹, and Kawtar Fikri Benbrahim²

¹Department of Environment,
University of Sidi Mohamed Ben Adellah, Faculty of Sciences and Technology,
Fez, P.O. Box : 2202, 30000, Morocco

²Department of Biology,
University of Sidi Mohamed Ben Adellah, Faculty of Sciences and Technology,
Fez, P.O. Box : 2202, 30000, Morocco

Copyright © 2015 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the ***Creative Commons Attribution License***, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: The knowledge of the physicochemical characteristics of Inaouene surface water constitutes a means of investigation for the assessment of the risks of pollution and the contamination status of these surface waters. The study initially focused on the physicochemical bacteriological study and the content of some heavy metals in the River waters. The first results revealed relatively high levels in nutrients, DCO, BOD₅, calcium and magnesium. The content Cu, Cr and Pb is superior than relative standards, which would be due to the craft activities of the city of Taza as well as to the domestic liquid discharges on this city. The bacteriological investigation revealed a large concentration of these waters in coliforms and faecal streptococci. This allowed concluding that the quality of the Inaouene surface waters is much degraded.

KEYWORDS: Surface water, Physicochemistry, bacteriology, heavy metals, degradation.

RESUME: La connaissance des caractéristiques physicochimiques des eaux de l'Inaouène constitue un moyen d'investigation pour l'évaluation des risques de pollution et l'état de contamination de ces eaux de surface. L'étude a porté tout d'abord sur l'étude physicochimique, bactériologique et enfin la concentration de certains métaux lourds dans les eaux de ce fleuve. Les premiers résultats ont révélé des teneurs relativement élevées en éléments nutritifs, DCO et DBO₅ et en calcium et magnésium. La teneur en quelques métaux lourds s'est révélée supérieures aux normes relatives, tels que le Cu, le Cr et le Pb, ce qui serait engendré aussi bien par les quelques activités artisanales de la ville de Taza et aux rejets domestiques liquides de cette agglomération. L'étude bactériologique a révélé une grande concentration de ces eaux en coliformes et streptocoques fécaux. Ceci a permis de conclure que les eaux de surface de l'Inaouène présentent une qualité très dégradée.

MOTS-CLEFS: Eau de surface, physicochimie, bactériologie, métaux lourds, dégradation.

1 INTRODUCTION

La détermination des caractéristiques physicochimiques des eaux constitue un moyen pour l'évaluation des risques de pollution. Parmi ces polluants, les métaux lourds sont les plus concernés à cause de leur persistance et leur accumulation naturelle. Certes, dans les écosystèmes aquatiques naturels, les métaux lourds se trouvent à de faibles concentrations, généralement de l'ordre du nanogramme ou du microgramme par litre [1]. Ces métaux peuvent avoir une origine géologique et entrent dans le système de rivière par érosion climatique [2]. Contrairement à d'autres polluants, comme les

demande chimique en oxygène (DCO), la demande biochimique en oxygène (DBO₅) ont été réalisés au laboratoire de biotechnologie de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz Fès. Le dosage des éléments en traces métalliques (Cd, Co, Cu, Fe, Ni, Pb, Cr, Ti et Zn), ainsi que les éléments majeurs (Mg, Na, K, Ca, Al) a été effectué à l'aide de la spectrométrie d'Emission couplé à un plasma induit (ICP-AES) au laboratoire de CNRST de Rabat.

Les données sur la qualité bactériologique de l'eau de surface de l'Inaouène ont été collectées à partir des échantillons pris dans les mêmes sites choisis pour les analyses physicochimiques (Fig.1), et les mêmes compagnies d'échantillonnages. En général, il existe trois méthodes d'examen bactériologiques des eaux, cependant la présente étude a été basée sur les deux méthodes de dénombrement direct des colonies bactériennes ; le dénombrement direct par numération des colonies sur ou dans une gélose nutritive qui est une méthode adoptée pour l'analyse de la flore mésophile aérobie totale. Le dénombrement direct des colonies après concentration par filtration sur une membrane qui est une méthode adoptée pour le dénombrement des coliformes totaux, fécaux et les streptocoques fécaux.

3 RESULTATS ET DISCUSSIONS

Les résultats de l'étude physicochimique des eaux de surface de l'Inaouène ont révélé des teneurs relativement élevées en DCO et DBO₅ qui seraient en relation principalement aux rejets domestiques liquides non contrôlés. Certains éléments majeurs ont, à leurs tours, affiché des teneurs élevées notamment en calcium et en magnésium. Ces concentrations seraient attribuées à la nature géologique des terrains traversés, en l'occurrence, la partie amont du bassin versant appartenant à la partie rifaine chaotique [5].

La teneur en métaux lourds, notamment le Fe, le Ni et le Mn, s'est révélée supérieure aux normes relatives, ce qui serait engendré aussi bien par les quelques activités artisanales de la ville de Taza que par les rejets domestiques liquides de la ville. Par ailleurs, les métaux lourds, en plus de leurs origines éventuelles des activités anthropiques, ces métaux peuvent avoir aussi une origine géologique et, ont gagné le système de la rivière par une érosion hydroclimatique.

Selon l'arrêté conjoint du ministre de l'équipement et du ministre chargé de l'aménagement du territoire, de l'urbanisme, de l'habitat et de l'environnement n° 1275-02 du 17 octobre 2002 une grille de qualité des eaux de surface est définie et qui a été publiée dans le bulletin officiel du 5 décembre 2002. En se basant sur cette grille, les résultats des analyses physicochimiques des échantillons d'eau prises dans les différents sites, ont été répertoriés selon les classes de qualité dans la figure (2) avec les couleurs conventionnelles conçues dans l'article 8 de cet arrêté.

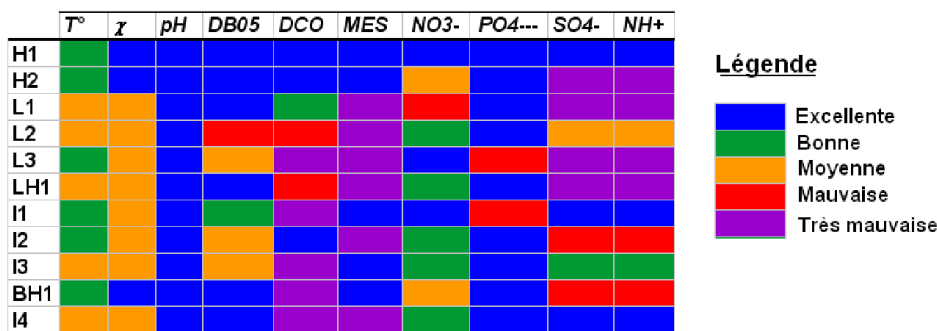


Fig. 2. Qualité physicochimique des sites échantillonnés

Par la suite, l'évaluation des pourcentages des classes de qualité, au niveau des différents sites échantillonnés, a été réalisée dans le but de conclure ses tendances. Ceci nous a permis de dresser une carte de l'état de la qualité physicochimique des eaux au niveau du bassin Inaouène amont (Fig. 3).

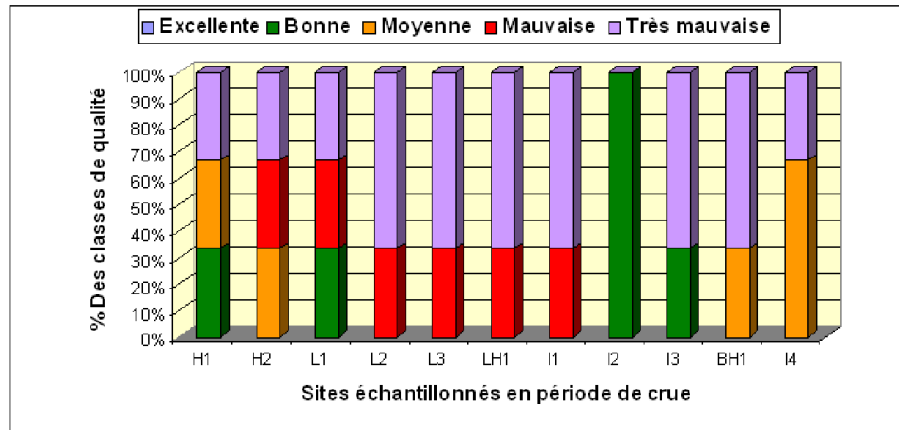


Fig. 3. Pourcentages des classes de qualité des sites échantillonnés

La carte de l'état de la qualité physicochimique des eaux de surface de la zone d'étude, montre, généralement, qu'au niveau des affluents d'oued Inaouène la qualité est excellente, ceci suggère qu'une contamination naturelle est écartée. Mais l'impact anthropique est présent, du fait qu'à proximité des centres urbains la qualité est douteuse. Ainsi à proximité de la ville de Taza, la qualité de l'affluent oued Larbae (site L2) est mauvaise, et qui devient par la suite très mauvaise, suite à une accumulation des polluants solides et liquides, surtout après la confluence avec oued Haddar. Cette qualité s'améliore bien après la confluence avec oued Lahdar, qui engendre une dilution brutale, puisque l'état de qualité devient vite moyenne, alors qu'elle était très mauvaise. L'amélioration de la qualité physicochimique des eaux d'oued Inaouène continue et finit par trouver son état d'excellence (Fig.4).

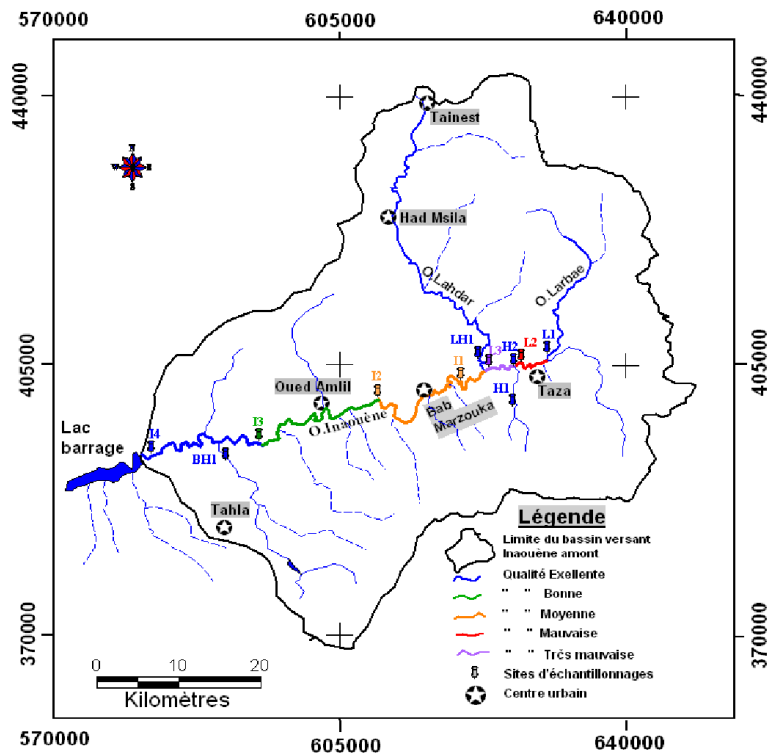


Fig. 4. Qualité des eaux de surface de l'Inaouène

Sachant que l'état de la qualité physicochimique des eaux d'oued Inaouène, déjà évoquée, est le résultat d'une campagne d'échantillonnage effectuée en période hivernale, et malgré ceci, elle est douteuse. Donc cette qualité sera très catastrophique en période d'étiage, où nous avons pu mettre en évidence des débits nulle à la station de jaugeage de Bab Marzouka [5], et par la suite il n'y aura pas de dilution, ce qui va accentuer la concentration des éléments chimiques.

La matrice et le cercle de corrélation montrent, globalement, des corrélations faibles positives et négatives. Les seules corrélations fortes positives sont notées entre les couples suivants : ($\text{NO}_2^- - \text{SO}_4^{2-}$), ($\text{PO}_4^{2-} - \text{DCO}$), ($\text{MES} - \text{C}$) et ($\text{MES} - \text{T}^\circ$). Ceci, en effet, mis en évidence le comportement de ces paramètres physiques et leurs affinités vers d'autres éléments ou paramètres chimiques (Fig.5).

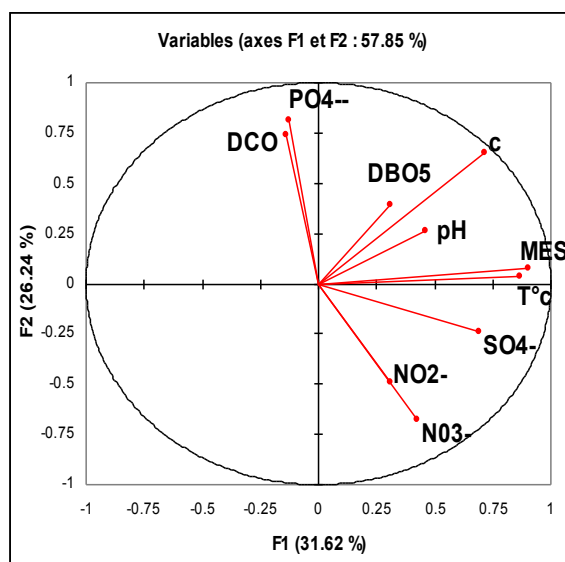


Fig. 5. Correlation des paramètres physicochimiques

La superposition de la carte des répartitions des sites échantillonnés (Fig. 6) avec le cercle de corrélation (Fig. 5), donne une idée sur les caractéristiques des différents sites de point de vue paramètre physiques et teneur en anions. Par conséquent, les sites (LH1, L1) sont caractérisés par une teneur élevée en anion, par contre les sites (L2, L3) sont caractérisés par une forte conductivité, des valeurs importantes de DBO_5 et de la matière en suspension. Le site I1 se caractérise par une valeur importante de DCO. Les autres sites possèdent des valeurs modérées vis-à-vis ces paramètres.

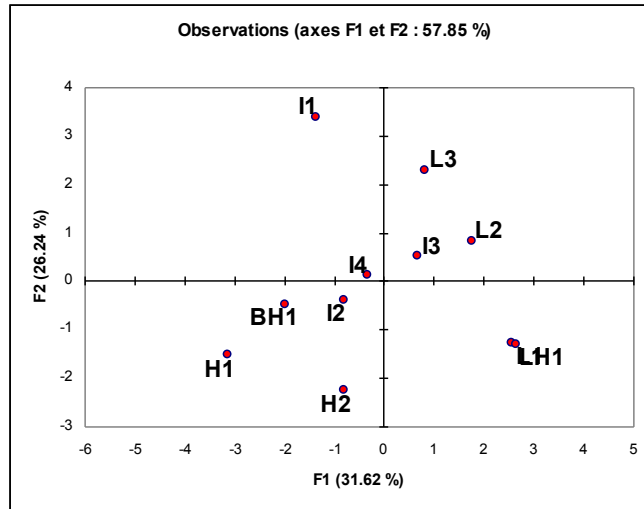


Fig. 6. Correlation des sites échantillonnés

L'état de qualité bactériologique des eaux d'oued Inaouène a été évalué en se basant sur l'arrêté conjoint du ministre de l'équipement et du ministre chargé de l'aménagement du territoire, de l'urbanisme, de l'habitat et de l'environnement n° 1275-02 du 17 octobre 2002 définissant la grille de qualité des eaux de surface présenté en annexe, et qui a été publié dans le bulletin officiel du 5 décembre 2002.

La confrontation des résultats obtenus de l'analyse bactériologique avec cette grille de qualité a permis de représenter l'état de qualité des eaux de surface de la zone d'étude (Fig. 7). Globalement, l'analyse de cette figure permet de ressortir les conclusions suivantes:

- La qualité bactériologique est caractérisée par une variation spatiotemporelle.
- La contamination bactériologique est liée au lessivage par les eaux de ruissellement, au moment de crue ; comme elle peut être liée aux effluents.
- La qualité des eaux de surfaces de la zone d'étude est mauvaise à très mauvaise, surtout dans les sites situés en aval des zones soupçonnées d'être exposées à une pollution probable (H2, L2, L3, I1 et I3).

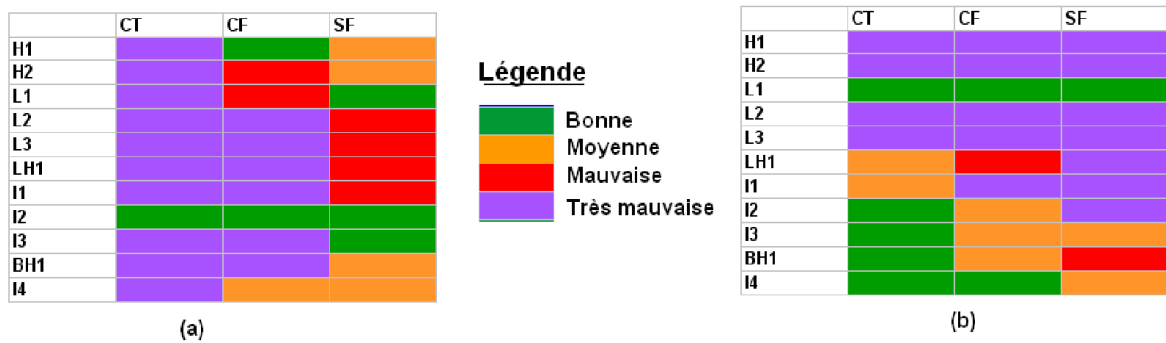


Fig. 7. Etat de la qualité bactériologique des sites échantillonnés: a- Période de crue b-Période d'étiage

L'analyse bactériologique a montré aussi que les eaux étudiées sont caractérisées par un taux élevé en coliformes et streptocoques fécaux dépassant les 3.10^5 CF/100ml sachant que la valeur admise par [6] pour l'irrigation est de 10^3 CF/100ml. D'une manière générale, la qualité des eaux de l'Inaouène est localement douteuse ou polluée [5], de ce fait, la protection contre les contaminations est nécessaire pour que ces eaux puissent être utilisées sans risque de contamination.

L'étude de l'aptitude des eaux de ce fleuve à l'irrigation a été approchée par le report des valeurs de SAR en fonction de ceux de la conductivité sur les diagrammes de Riverside [7] et [8]. Cette représentation (Fig. 8) a permis d'obtenir des indices d'interprétation et par la suite conclure sur l'aptitude de ces eaux à l'irrigation.

Le diagramme de Wilcox, ainsi que celui de Riverside, montrent que les échantillons des eaux de l’Inaouène et ses affluents principaux ne présentent pas les mêmes qualités pour l’irrigation. La figure (3) illustre qu’une grande partie des eaux étudiées présentent une qualité mauvaise à très mauvaise pour l’irrigation.

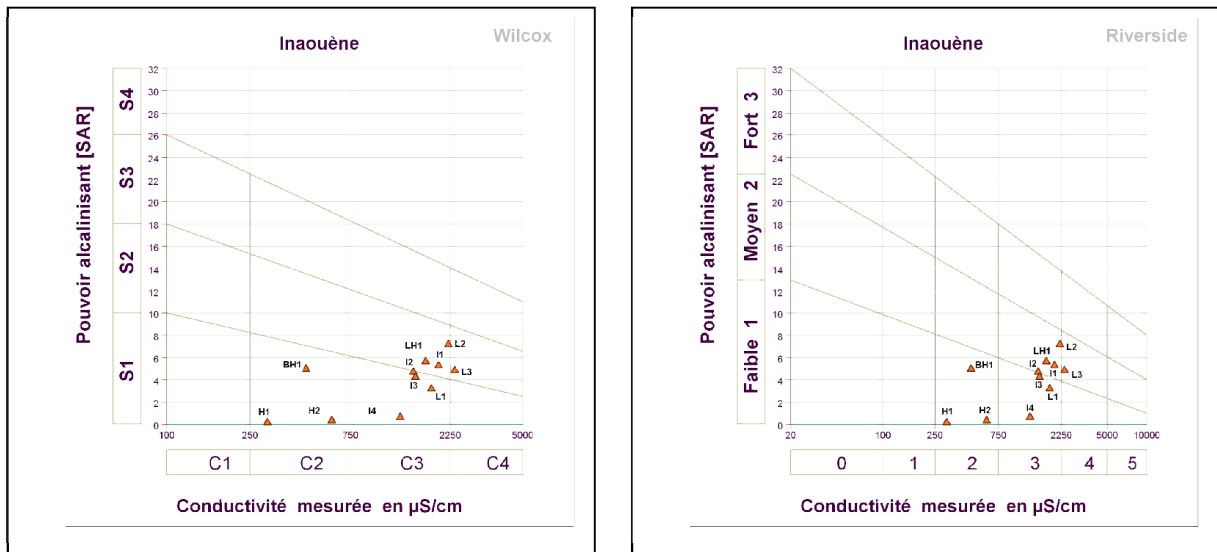


Fig. 8. Représentation des échantillons sur les diagrammes de Wilcox et de Riverside

4 CONCLUSION

L’étude de la qualité des eaux de surface de l’Oued Inaouène, basée sur un suivi s’étalant respectivement sur les périodes (02/03/2009 ; 24/06/2010) et (Avril 2010 ; Octobre 2010), indiquent que la qualité physicochimique et microbiologique des eaux utilisées même pour l’irrigation, ne répond pas toujours aux normes fixées par l’OMS. Toutefois, des sites situés en amont de la ville de Taza et sur des affluents du fleuve sont légèrement susceptibles de satisfaire les critères fixes par l’OMS pour l’irrigation. Par contre, les sites situés en aval des rejets, surtout à la sortie de la ville de Taza, sont pollués sur le plan bactériologique et chimique.

REFERENCES

- [1] C. Biney, A. T. Amuzu, D. Calamari, N. Kaba, I. L. Mbome, H. Naeve, O. Ochumba, O. Osibanjo, V. Radeconde and M. Saad, “Etude des métaux lourds”. Revue de la pollution dans l’environnement aquatique africain. Document technique du CPCA 25, département des pêches de la FAO”, 1991.
- [2] Zhang J, Huang WW, “Dissolved trace metals in the Huanghe: the most turbid large rive in the World”. *Water Res.* vol. 27, no. 1, pp. 1–8, 1993.
- [3] M. J. L. Force, S. E. Fendorf, G. C. Li, G. M. Schneider and R. F. Rsenzweing, “Heavy metals in the environment. A laboratory evaluation of trace elements mobility from flooding and nutrient loading of Coeur d’Alene river sediments”. *J. Environ. Qual.* 27, pp. 318-328, 1998.
- [4] M. Khan and J. Scullion, “Effects of metal (Cd, Cu, Ni, Pb or Zn) enrichment of sewage-sludge on soil micro-organisms and their activities”. *Appl Soil Ecol.*, 20, pp. 145–155, 2002.
- [5] J. Naoura, “Caractérisation hydrologique et qualitative des eaux de surface du bassin versant du Haut Inaouène”. Thèse Doct. Faculté des Sciences et Techniques, Fès 279 p, 2012.
- [6] OMS, “L’utilisation des eaux usées en agriculture et en aquiculture: recommandations à visées sanitaires. Organisation Mondiale de la Santé”. Série de Rapports Techniques 778. Genève, 1989.
- [7] US Salinity Laboratory Staff, “Diagnosis and improvement of saline and alkali soils”. USDA Handbook 60, U.S. Government Printing Office, Washington, D. C., 1957.
- [8] L. V. Wilcox, “The quality of water for agricultural use”. US Dept. Agriculture Tech. Bull. 1962, Washington DC, 1948.