

Nom et Prénom : AROUYA KHALID

Date de soutenance : 08/10/2022

Directeur de Thèse : IBN AHMED SAID

Sujet de Thèse :

EVALUATION ET ETUDE STATISTIQUE DE LA POLLUTION METALLIQUE ET MICROBIOLOGIQUE DE L'OUED LARBAE ET SES PRINCIPAUX AFFLUENTS, REGION DE TAZA (MAROC).

Résumé :

La présente étude constitue une analyse multidisciplinaire, menée dans le bassin versant de l'Oued Larbae qui occupe une superficie de 772,9 Km² et limité par un périmètre de 180,6 Km. Il s'insère dans le cadre de l'étude et l'évaluation de la qualité environnementale de l'Oued Larbae et ses affluents principaux (Oued Jaouna, Oued Dfali et Oued Taza), région de Taza (Maroc). Elle a fait l'objet de cinq volets qui s'articulent autour de :

- ☐ L'évaluation de la qualité hydrochimique du milieu et son aptitude à l'irrigation.
- ☐ L'évaluation de la qualité physicochimique et minéralogique des sédiments superficiels de l'Oued Larbae.
- ☐ L'estimation du degré de contamination métallique des eaux et des sédiments.
- ☐ L'évaluation de la qualité bactériologique et parasitologique des eaux de surface de l'Oued Larbae.
- ☐ La répartition des germes indicateurs d'une pollution microbienne en réponse aux différentes perturbations de l'écosystème.

L'analyse factorielle nous a démontré que la variabilité de la qualité de l'eau de surface de l'Oued dépend essentiellement de trois composantes principales: La première composante exprime 53,51% de l'information totale, appelée composante de la salinisation, de la pollution des eaux par les composés azotés (nitrites et nitrates) et de la saisonnalité. La deuxième et la troisième composante peuvent être appelées composantes de pollution anthropique et de la saisonnalité, ce qui explique respectivement 20,04% et 15,91% de la variance totale. Ces trois composantes représentent 89,46% de la variabilité de la qualité des eaux de surface étudiées. D'autre part, la classification ascendante hiérarchique (CAH) a rassemblé les vingt-cinq variables en cinq groupes distincts liés à l'interaction eau-roche, à l'agriculture et aux sources anthropiques. L'aptitude des eaux d'Oued Larbae, et ses affluents principaux, à l'irrigation est redoutable d'après les calculs des indices (CE, π , RS, SAR, %Na, SSP, SP, KR, %IP, RSC2, TH, TDS) et les diagrammes de Riverside-Wilcox.

Le suivi spatiotemporel des traceurs physicochimiques des sédiments nous a fourni l'image d'une pollution relativement intense qui se traduit par une importante charge organique, une granulométrie et une fluidité assez importante, une minéralisation excessive, des teneurs élevées en Ca, Mg, Na, K et en phosphore total. La minéralogie est caractérisée par une répartition non uniforme, avec des fluctuations spatiotemporelles (de l'amont vers l'aval et d'une campagne à l'autre), ceci confirme l'impact des différences entre les aires nourricières.

L'étude de la contamination des eaux et des sédiments en ETM (Ag, Al, As, B, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, V, Zn) a révélé que ces métaux lourds se concentrent essentiellement dans les sédiments et que ce matériel est largement responsable de leur transport et leur stockage. De ce fait, les sédiments en question sont sérieusement atteints par une contamination métallique. Cette charge excessive d'éléments toxiques pourrait avoir un impact très néfaste sur le pouvoir auto-épurateur de l'Oued.

L'étude quantitative et qualitative de la population microbienne au sein des eaux de l'Oued Larbae vient confirmer la forte dégradation de l'écosystème aquatique. Au niveau des stations très polluées (riches en éléments nutritifs), le

peuplement microbien est d'une richesse importante. C'est en fonction des conditions écologiques que les bactéries se permettent de s'organiser qualitativement pour manifester leurs préférences vis-à-vis d'un type de biotope. De même, la charge parasitologique des eaux montre de fortes quantités d'oeufs d'helminthes, dépassant les normes préconisées par l'OMS. Cette étude met l'accent sur l'importance écologique des microorganismes dans l'évaluation de la qualité des eaux. C'est un outil complémentaire de l'étude hydrochimique.

Mots clés : Oued Larbaa, affluents, eaux, sédiments, qualité, physico-chimie, minéralogie, pollution, métaux lourds, bactériologie, parasitologie, analyse factorielle, CAH.

Abstract:

This study is a multidisciplinary analysis, conducted in the Larbaa watershed which occupies an area of 772.9 Km² and limited by a perimeter of 180.6 Km. It is part of the study and evaluation of the environmental quality of the Larbaa River and its main tributaries. It has been the subject of five components which are articulated around :

- ☐ The evaluation of the hydrochemical quality of the environment and its suitability for irrigation.
- ☐ The evaluation of the physicochemical and mineralogical quality of the surface sediments of Larbaa River.
- ☐ Estimation of the degree of metallic contamination of water and sediments.
- ☐ Evaluation of the bacteriological and parasitological quality of the surface waters of Larbaa River.
- ☐ The distribution of microbial pollution indicator germs in response to the different disturbances of the ecosystem.

The factorial analysis showed us that the variability of the surface water quality of the River depends mainly on three main components: The first component expresses 53.51% of the total information, called component of salinization, water pollution by nitrogen compounds (nitrites and nitrates) and seasonality. The second and third components can be called anthropogenic pollution and seasonality components, which explain 20.04% and 15.91% of the total variance respectively. These three components account for 89.46% of the variability of the surface water quality studied. On the other hand, the hierarchical ascending classification (HAC) gathered the twenty five variables into five distinct groups related to water-rock interaction, agriculture and anthropogenic sources. The suitability of Larbaa River waters, and its main tributaries, for irrigation is redoubtful according to the index calculations (CE, π , RS, SAR, %Na, SSP, SP, KR, %IP, RSC2, TH, TDS) and Riverside-Wilcox diagrams.

Spatial and temporal monitoring of physicochemical tracers in the sediments gave us the image of a relatively intense pollution that is reflected in a high organic load, a fairly large granulometry and fluidity, excessive mineralization, high levels of Ca, Mg, Na, K and total phosphorus. The mineralogy of those sediments is characterized by an uneven distribution, with spatiotemporal fluctuations (from upstream to downstream and from one campaign to the other). This confirms the impact of differences between the mineral source areas.

The study of water and sediment contamination in TME (Ag, Al, As, B, Ba, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Nb, Ni, Pb, Se, Si, Sn, Sr, Ti, V, Zn) has revealed that these heavy metals are concentrated mainly in sediments and that this material is largely responsible for their transport and storage. Therefore, the sediments in question are seriously affected by metallic contamination. This excessive load of toxic elements could have a very harmful impact on the self-purification power of the River.

The quantitative and qualitative study of the microbial population within the waters of Larbaa River confirms the strong degradation of the aquatic ecosystem. At highly polluted stations (rich in nutrients), the microbial population is very rich. It is according to the ecological conditions that the bacteria allow themselves to organize themselves qualitatively to show their preferences towards a type of biotope. Similarly, the parasitological load of the water shows high quantities

of helminth eggs, exceeding the standards recommended by the WHO. This study emphasizes the ecological importance of microorganisms in the assessment of water quality. It is a complementary tool to the hydrochemical study.

Keywords: Larbaa River, tributaries, water, sediments, quality, physicochemistry, mineralogy, pollution, heavy metals, bacteriology, parasitology, factorial analysis, HAC.