

Nom et Prénom : MOHAMEDEN AOUFA

Date de soutenance : 16/07/2022

Directeur de Thèse : CHAKIRI SAID

Sujet de Thèse :

Quantification et évaluation des risques d'érosion hydrique et de contamination par éléments traces métalliques dans les eaux et les sédiments du bassin versant de l'oued Ykem (Meseta Cotiere, Maroc)

Résumé:

Le bassin versant de l'oued Ykem est un bassin côtier allongé d'une superficie de 516 km². Il est caractérisé par un climat semi-aride avec une influence océanique. Des pluies rares et irrégulières, le plus souvent à caractère orageux, combinées à une déforestation, provoquent une érosion et un écoulement irrégulier. La présente étude a pour but d'évaluer le risque d'érosion du sol par une approche RUSLE /SIG à l'échelle du bassin versant de l'oued Ykem (Maroc occidental), et ainsi d'évaluer le degré de pollution dans cet oued à travers une étude géochimique permettant également de mettre en évidence les caractéristiques physico-chimiques, l'évaluation et la répartition des teneurs en métaux lourds dans les eaux et les sédiments.

Les techniques de Système d'Information Géographique (SIG) ont été adoptées pour traiter les données obtenues à l'échelle du bassin versant, de résolution spatiale raisonnable, pour l'application du modèle RUSLE, les facteurs résultants ont été exprimés sous forme de cartesthématiques. Pour l'évaluation environnementale des eaux et des sédiments, une étude a été réalisée pour déterminer les concentrations en éléments majeurs et en éléments traces (Cd, Cr, Al, Pb, Zn, Cu et Ni) durant deux saisons hydrologiques différentes : en été (juin 2017) et en printemps (avril 2018). Au cours des deux campagnes, 20 échantillons de sédiments et 10 échantillons des eaux ont été collectés dans 10 sites d'échantillonnage. Les différents sites d'échantillonnage étaient répartis en amont et en aval de l'oued Ykem. Ces métaux ont été analysés au CNESTEN par la technique ICP MS. L'indice de géo-accumulation, le facteur d'enrichissement (FE) et l'indice de charge polluante (PLI) ont été utilisés pour l'évaluation de la contamination métallique des eaux et des sédiments.

La carte de pertes en sols résultante, avec un taux d'érosion moyen variant de 0 à 54 t/ha/an montre une faible érosion. Les zones à taux d'érosion forte dépassant les 30 t/ha/an couvrent environ 3,8% de la superficie du bassin. L'analyse de la carte de risque d'érosion, en comparaison avec les cartes des différents facteurs de l'équation, montre une nette et importante influence du couvert végétal (facteur C est de 0,03 à 0,9) sur le comportement érosif des sols, suivi par le facteur topographique, surtout la pente (facteur LS varie 0 à 56,71). Les résultats de l'évaluation environnementale des sédiments montrent une répartition homogène des teneurs en éléments majeurs avec une dominance des éléments SiO₂ et TiO₂ dans les deux campagnes.

Des teneurs élevées en Cd qui dépassent les teneurs des fonds géochimiques. Des niveaux élevés de Cd, Pb et Al. et de faibles concentrations en Cr, Ni, Cu et Zn pour les deux campagnes. Les variations de PLI montrent que toutes les stations ont des valeurs de PLI supérieures à 1.

Le facteur d'enrichissement ne montre pas de contamination pour toutes les stations d'échantillonnage. Les valeurs de l'Igeo présentent des niveaux qui varient de non contaminé à modérément contaminé. Les résultats de l'analyse des eaux montrent une conductivité électrique élevée, par conséquent une minéralisation élevée et une turbidité moyenne.

L'analyse des ETM dans la partie liquide montre que les teneurs les plus élevées sont enregistrées pour Al, Pb, et Mn, alors que les plus faibles le sont pour le Cd et l'Ag. Le coefficient de variation montre que la plus parts des métaux sont supérieurs de 0,5 ce qui ne montre pas une homogénéité pour l'ensemble des métaux. Le facteur de contamination pour les eaux montre en général des contaminations faibles à modérées dans les stations échantillonnées.

Mots clés : Modèle RUSLE, Sédiments, Pollution métallique, Bassins Côtiers Atlantiques, Ykem

Abstract :

The watershed of Wadi Ykem is an elongated coastal basin with an area of 516 km². It is characterized by a semi-arid climate with an oceanic influence. Infrequent and irregular rainfall, mostly of a stormy nature, combined with deforestation, causes erosion and irregular runoff. The aim of the present study is to evaluate the risk of soil erosion by a RUSLE /SIG approach at the scale of the Ykem wadi watershed (Western Morocco), and thus to assess the degree of pollution in this wadi through a geochemical study that also allows to highlight the physico chemical characteristics, the evaluation and the distribution of heavy metal contents in waters and sediments.

Geographic Information System (GIS) techniques were adopted to process the data obtained at the watershed scale, of reasonable spatial resolution, for the application of the RUSLE model, the resulting factors were expressed as a thematic map. For the environmental assessment of waters and sediments, a study was conducted to determine the concentrations of major and trace elements (Cd, Cr, Al, Pb, Zn, Cu, and Ni) during two different hydrological seasons: summer (June 2017) and winter (April 2018). During the two campaigns, 20 sediment samples and 10 water samples were collected from 10 sampling sites. The various sampling sites were distributed up and down the Ykem River. These metals were analyzed at the CNESTEN by the ICP MS technique. The geo-accumulation index, enrichment factor (EF) and pollutant loading index (PLI) were used to assess the metal contamination of the waters and sediments.

The resulting soil loss map, with an average erosion rate ranging from 0 to 54 t/ha/year, shows low erosion. Areas with high erosion rates exceeding 30 t/ha/year cover about 3.8% of the basin area. The analysis of the erosion risk map, in comparison with the maps of the different factors of the equation, shows a clear and important influence of the vegetation cover (factor C is from 0.03 to 0.9) on the erosive behavior of the soils, followed by the topographical factor, especially the slope (factor LS varies 0 to 56.71). The results of the environmental assessment of the sediments show a homogeneous distribution of major element contents with a dominance of SiO₂ and TiO₂ elements in both campaigns. High Cd levels that exceed geochemical background levels. High levels of Cd, Pb and Al. And low concentrations of (Cr, Ni, Cu, Zn) for both campaigns. The PLI variations show that all stations have PLI values greater than 1.

The enrichment factor does not show contamination at all sampling stations. Igeo levels range from uncontaminated to moderately contaminated. The results of the water analysis show a high electrical conductivity consequently a high mineralization, and a medium turbidity. The analysis of heavy metals in the liquid part shows that the highest contents are recorded for Al, Pb, and Mn, while the lowest are Cd and Ag. The coefficient of variation shows that most of the metals are higher than 0.5 which does not show homogeneity for all metals. The contamination factor for the water shows in general low to moderate contamination in the sampled stations.

Keywords: RUSLE model, sediments, metallic pollution, Atlantic coastal basins, Ykem