



AVIS DE SOUTENANCE DE THESE

Le Doyen de la Faculté des Sciences Dhar El Mahraz –Fès – annonce que

M^{me(elle)} : **EL KAMEL Touria**

Soutiendra : **le 18/06/2021 à 10H**

Lieu : **Centre de conférence et de formation**

Une thèse intitulée :

Géodynamique de surface du bassin versant Allal Al Fassi (Moyen Atlas, Maroc).

En vue d'obtenir le Doctorat

FD : Ressources Naturelles, Environnement et Développement Durable (RNE2D)

Spécialité : Géosciences et Ressources Naturelles

Devant le jury composé comme suit :

	NOM ET PRENOM	GRADE	ETABLISSEMENT
Président	Pr BOUSHABA Abdellah	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
Directeur de thèse	Pr BAALI Abdennasser	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
Rapporteurs	Pr DRIDRI Abdallah	PES	Faculté des Sciences Dhar El Mahraz - Fès
	Pr LABBASSI Kamal	PES	Faculté des Sciences - El jadida
	Pr MAATOUK Mutapha	PES	Faculté des Sciences et Techniques - Tanger
Examineur	Pr BELHAJ Ali Atef	PES	Faculté des lettres et Sciences Humaines - Université Roi Abdulaziz-Arabie Saoudite
Examineur	Pr KACIMI Ilias	PES	Faculté des Sciences - Rabat
Invité	Pr BENMANSOUR Moncef	Dr	Centre National de l'énergie des Sciences et des Techniques Nucléaires Rabat -Maroc
Invité	Pr GASHUT El Hadi	Dr	Centre Régional de télédétection des Etats de l'Afrique du Nord

Résumé :

Le bassin versant Allal Al Fassi a la particularité d'être à la fois sous le climat méditerranéen à caractère instable et les perturbations océaniques humides, auxquels s'ajoutent les effets de l'altitude, la continentalité, la couverture végétale, la couverture pédologique et l'action de l'homme. A partir de ce constat, la principale contrainte à son développement et au bon fonctionnement de son infrastructure est la dynamique érosive intense. Pour évaluer celle-ci, il serait impératif de mener une étude pluridisciplinaire sur les processus de l'érosion, les facteurs causaux, les paramètres physico-chimiques et les variables biogéographiques. La géologie, la pédologie, le relief, le climat, l'occupation des sols, l'action anthropique et la vulnérabilité socioéconomique ont fait part de cette étude. Deux modèles (PAP/CAR et RUSLE) sont appliqués à cet égard en utilisant différentes technologies de la géographie numérique et de la télédétection. Les résultats sont soumis à une analyse statistique multivariée (corrélation de Pearson r , régression linéaire R2 simple et multiple et Analyse en Composantes Principales ACP). Le bassin versant M'Dez inclus dans le bassin versant Allal Al Fassi a été traité de la même façon pour bien saisir l'effet de la construction du barrage sur la retenue Allal Al Fassi en aval. 30 % de la superficie du bassin versant Allal Al Fassi présente une susceptibilité au risque de l'érosion hydrique élevée à très élevée et 54,6% de la superficie présente des tendances à l'expansion ou à l'intensification de l'érosion localisée. Par contre, les degrés du risque de l'érosion fort à très fort ne représentent que 11,24% et correspondent à une susceptibilité et une vulnérabilité fortes à très fortes. Les pertes en sols annuelles moyennes sont estimées à 624,07 t.h-1.an-1, avec un intervalle très large qui varie entre 3,57 et 3521,07 t.ha-1.an-1 et une médiane égale à 335,48 t.ha-1.an-1. En amont et principalement à l'Est, les pertes en sols sont plus importantes à cause des pentes fortes et longues et les sols fortement érodibles avec peu ou pas d'aménagements en dépit de la conservation très variable et de l'érosivité très faible à faible. Par contre, les pertes en sols sont faibles dans les zones à érosivité, longueur et degré des pentes et érodibilité faibles à très faibles, à pratiques antiérosives faibles et à conservation des sols forte. L'analyse statistique des résultats combinés de l'érodibilité K, des paramètres physico-chimiques (pH, conductivité, densité et pourcentages des argiles, des silts, des sables, de CaCO₃ et de matière organique) et des variables biogéographiques des sols (pente, pédologie, lithologie et occupation des sols) a montré que l'érodibilité K augmente avec le pourcentage de la fraction silteuse et inversement avec le pourcentage de la matière organique. Elle est faible pour les sols structurés et évolués (vertisols, sesquioxydes et calcimagnésiques) et élevée pour les sols moins structurés et remaniés (sols à minéraux bruts, sols peu évolués et complexes C2 et C3). Elle est relativement faible sur les sols sous matorrals et importante sur les sols sous steppes et sols agricoles et non cultivés. L'analyse statistique multivariée a permis de démontrer aussi que l'état érosif (PAP/CAR) s'aggrave avec l'augmentation de la raideur des pentes et la diminution de la protection des sols et que les pertes en sols (RUSLE) sont régies par le degré et la longueur des pentes LS, l'érodibilité K et les pratiques antiérosives P. Les pourcentages de la matière organique, de sables et de silts possèdent une incidence significative sur la variation des pertes en sols qui s'avèrent importantes pour les sols de types complexe C1 et minéraux bruts, les sols sur terrains à substrat dolomitique et les sols occupés par les matorrals et les steppes. En ce qui concerne le bassin versant M'Dez, plus de la moitié de sa superficie (59,5%) est vulnérable à l'érosion (états érosifs notables, élevés et très élevés). Les processus d'érosion y sont diversifiés, dominés par le décapage superficiel (76,8% de la superficie). Les zones à rigoles et ravins superficiels occupent 11,2% de la superficie. 55,36% de la superficie présente des tendances à l'expansion ou l'intensification localisées. Les pertes en sols qui sont estimées à 596,08 t.h-1.an-1 de moyenne, sont fortes à très fortes dans 13,14% de la superficie où les sols sont fortement érodibles à forts degré et longueur de pente et avec peu ou pas d'aménagements. Enfin il s'avère très important de mener une opération de grande vigueur pour instaurer les différents aménagements antiérosifs dans le bassin versant M'Dez, pourvoyeur principal des sédiments vers les deux retenues Allal Al Fassi et M'Dez.

Mots Clés : Géodynamique de surface ; Bassin versant Allal Al Fassi ; Erosion hydrique ; Facteurs causaux ; Modèles PAP/CAR et RUSLE ; Susceptibilité et tendance de l'érosion ; Vulnérabilité ; Pertes en sols, Bassin versant M'Dez ; Statistiques multivariées ; Moyen Atlas ; Maroc ; Méditerranée.

SURFACE GEODYNAMICS OF ALLAL AL FASSI WATERSHED (MIDDLE ATLAS, MOROCCO)

Abstract :

Allal Al Fassi watershed has the particularity of being both under the unstable Mediterranean climate and wet oceanic disturbances, to which are added the effects of altitude, continentality, plant cover, soil cover and the action of man. From this observation, the main constraint to its development and to the proper functioning of its infrastructure is the intense erosive dynamic. To assess this, it would be imperative to conduct a multidisciplinary study on erosion processes, causal factors, physicochemical parameters and biogeographic variables. Geology, pedology, relief, climate, land use, human action and socioeconomic vulnerability were part of this study. Two models (PAP / RAC and RUSLE) are applied in this regard using different technologies of digital geography and remote sensing. The results are subjected to multivariate statistical analysis (Pearson's correlation coefficient r , single and multiple linear regression R^2 and PCA Principal Component Analysis). The M'Dez watershed included in Allal Al Fassi watershed was treated similarly to capture the effect of the construction of the dam on Allal Al Fassi restraint downstream. 30% of the area of Allal Al Fassi watershed has high to very high susceptibility to the risk of water erosion and 54.6% of the area shows tendency to expansion or localized intensification. On the other hand, the degrees of risk of high to very high erosion represent only 11.24% and correspond to high to very high susceptibility and vulnerability. Average annual soil losses are estimated at $624.07 \text{ t.h}^{-1} \cdot \text{y}^{-1}$, with a very wide interval varying between 3.57 and $3521.07 \text{ t. ha}^{-1} \cdot \text{y}^{-1}$ and a median equal to $335.48 \text{ t. ha}^{-1} \cdot \text{y}^{-1}$. Upstream and mainly to the east, soil losses are greater because of the steep and long slopes and the highly erodible soils with little or no development despite the very variable conservation and very low erosivity at low. On the other hand, soil losses are low in areas with low to very low erosivity, slope length and steepness and erodibility, weak soil conservation practices and high cover management. Statistical analysis of the combined results of K erodibility, physico-chemical parameters (pH, conductivity, density and percentages of clays, silts, sands, CaCO_3 and organic matter) and biogeographic variables of soils (slope, pedology, lithology and land use) has shown that the K erodibility increases with the percentage of the silty fraction and conversely with the percentage of organic matter. It is low for structured and evolved soils (Vertisols, Alfisols and Mollisols) and high for less structured and disturbed soils (Entisols, Undeveloped minerals and C2 and C3 complex soils). It is relatively low on under matorrals soils and high on soils under steppes and agricultural and non-cultivated soils. The multivariate statistical analysis also made it possible to demonstrate that the erosion status (PAP / RAC) worsens with the increase in the steepness of the slopes and the decrease in soil protection and that soil losses (RUSLE) are governed by the slope length and steepness LS, erodibility K and the soil conservation practices P. The percentages of organic matter, sands and silts have a significant impact on the variation in soil losses which are important for soils of complex C1 types and Entisols, soils on dolomitic substrate and soils occupied by matorrals and steppes. Regarding the M'Dez watershed, more than half of its area (59.5%) is vulnerable to erosion (appreciable, high and very high erosion status). The erosion processes are diverse, dominated by sheet erosion generalized with soil profile removal (76.8% of the area). The shallow gullies and ravines occupy 11.2% of the surface area. 55.36% of the area shows tendency to expansion or localized intensification. Soil losses, which are estimated at $596.08 \text{ t. h}^{-1} \cdot \text{y}^{-1}$ on average, are high to very high in 13.14% of the area where the soils are highly erodible at high slope length and steepness and with little or no soil conservation practices. Finally, it is very important to carry out a very vigorous operation to establish the various soil conservation practices in the M'Dez watershed, the main supplier of sediments to the two restraints Allal Al Fassi and M'Dez.

Key Words : Surface geodynamics; Allal Al Fassi watershed; Water erosion; Causal factors; PAP / RAC and RUSLE models; Susceptibility and tendency of erosion; Vulnerability; Soil losses, M'Dez watershed; Multivariate statistics; Middle Atlas; Morocco; Mediterranean.