



UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES



Département d'Environnement

UFR : Chimie Environnementale

Thèse

Présentée par

Omar EL AROUSSI

En vue de l'obtention du diplôme de

DOCTORAT

Discipline : Géologie

**Etude de l'érosion et de la déposition des sols à l'échelle du
bassin versant de l'Oued El Malleh (Fès-Maroc) par
l'utilisation conjointe de la télédétection, du SIG et des
techniques de mesures sur le terrain**

Soutenue le 15 Mars 2014

Devant la commission de jury composée de :

AKDIM Brahim	FLSH-Saiss	Président
BENAABIDATE Lahcen	FST-Fès	Rapporteur
EL OUADRI Hmidou	FS- Meknès	Rapporteur
TRIBAK Abdellatif	FLSH-Saiss	Rapporteur
TABYAOUI Hassan	FP-Taza	Examineur
EL GAROUANI Abdelkader	FST - Fès	Directeur de Thèse
JABRANE Raouf	FST - Fès	Directeur de Thèse

Année universitaire 2013/2014



137
T5

Résumé

Le présent travail expose les résultats de notre étude sur l'érosion du bassin de l'Oued El Malleh. Ce bassin s'étend sur une superficie de 34 km² au Nord de la ville de Fès (Maroc). En premier lieu nous avons entamé la cartographie de l'évolution spatio-temporelle de l'occupation du sol ensuite la modélisation des processus d'érosion et de sédimentation en utilisant les modèles RUSLE et SEDIMENTATION. Les changements de l'occupation du sol ont été évalués en utilisant les images Landsat-5 TM et Landsat-7 ETM+, prises respectivement en 1987 et 2011). Les images ont d'abord été géo-référencées et projetées dans le système de coordonnées Marocain (Merchich Nord) puis classifiées (classifications non supervisée et supervisée) par le logiciel Idrisi Andes. L'utilisation du modèle RUSLE à permet une évaluation statique de la perte de sol. Ces résultats sont ensuite utilisés dans un algorithme de modélisation de dépôt/sédimentation pour estimer la propagation de la perte de sol vers l'aval. A titre de comparaison entre les pertes en sol statiques et dynamiques ; on note que les moyennes pondérées déterminées par RUSLE par types d'occupation du sol varient entre 0,06 à 13,38t/ha/an comme valeurs minimales dans les zones des cultures irriguées et 190,1 à 150,2 t/ha/an comme valeurs maximales enregistrées au niveau des badlands et terrains incultes. Ces derniers correspondent généralement à des régosols ou à des sols peu évolués d'érosion peu protégés et situés sur de fortes pentes. Par contre, les résultats du modèle SEDIMENTATION, les valeurs sont de 79 à 115 t/h/an au niveau des terrains incultes et de -0,42 à -0,63 pour les terrains reboisés (les valeurs négatives signifient un dépôt). En tenant compte des processus de l'érosion et de dépôt en même temps on aboutit à une baisse des valeurs de l'érosion des sols calculées par le modèle RUSLE. Les résultats de cette étude pourront être utilisés pour identifier les domaines où des interventions sont nécessaires pour limiter les processus de dégradation des sols.

SOMMAIRE

Liste des figures.....	4
Liste des tableaux.....	6
PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES.....	7
Résumé.....	8
Abstract.....	9
INTRODUCTION GENERALE.....	10

CHAPITRE I : CADRE GEOGRAPHIQUE ET SOCIOECONOMIQUE..... 12

I.1. INTRODUCTION.....	13
I.2. LOCALISATION DE LA ZONE D'ETUDE	13
I.2.1. Situation Administrative	14
I.3. CONTEXTE SOCIO- ECONOMIQUE	14
I.3.1. Cadre humain.....	14
I.3.2. Activité économique.....	16
I.3. CONCLUSION	16

CHAPITRE II : CADRE GEOMORPHOLOGIQUE ET CLIMATIQUE..... 17

II.1. CADRE GEOMORPHOLOGIQUE DE LA ZONE D'ETUDE.....	18
II.1.1. Le relief.....	18
II.1.2. Répartition spatiale des altitudes	18
II.1.3. Les altitudes caractéristiques	21
II.1.4. Les pentes.....	21
II.1.5 La forme du bassin	23
II.1.6. Conclusion.....	25
II.2. CONTEXTE CLIMATIQUE ET HYDROLOGIQUE.....	26
II.2.1. Le climat.....	26
II.2.1.1. Les précipitations.....	26
II.2.1.2. La variabilité interannuelle des précipitations	26
II.2.1.3. La variabilité saisonnière des précipitations	28
II.2.1.4. La variabilité mensuelle des précipitations.....	29
II.2.1.5. Les précipitations exceptionnelles	30
II.2.1.6. Le régime thermique.....	32
II.2.1.7. L'évapotranspiration.....	34
II.2.1.7.1. L'évapotranspiration potentielle	34
II.2.1.7.2. L'évapotranspiration réelle	36
II.2.1.8. L'étude des indices climatiques	37

II.2.1.9. Le diagramme ombrothermique.....	38
II.2.1.10. Conclusion	39
II.2.2. Aperçu hydrographique	40
II.2.2.1. Introduction	40
II.2.2.2. Réseau hydrographique	40

CHAPITRE III : CONTEXTE GEOLOGIQUE ET PEDOLOGIQUE 41

III.1. GEOLOGIE	42
III.1.1. Introduction.....	42
III.1.2. Les rides pré-rifaines.....	42
III.1.3. Tectonique.....	44
III.1.4. Conclusion	46
III.2. PEDOLOGIE DU BASSIN VERSANT DE L'OUED EL MALLEH	47
III.2.1. Introduction.....	47
III.2.2. Unités pédologiques	47
III.2.2.1. Sols peu évolués	48
III.2.2.2. Vertisols	50
III.2.2.3. Sols Calci-magnésiques.....	51
III.2.2.4. Sols iso-humiques	53
III.2.2.5. Les unités complexes.....	53
III.2.3. Caractéristiques physico-chimiques.....	55
III.2.3.1. Texture du sol.....	55
a. Granulométrie.....	55
b. Mesures de la densité apparente du sol et de la porosité	57
c. Les carbonates	58
d. Le pH du sol	59
e. L'humidité et la matière organique.....	59
III.2.3.2. Mesure de perméabilité par infiltromètre à double anneau	61
a. Méthode de MÜNTZ	61
b. Principe général de la méthode.....	61
c. Résultats des mesures	63
III.2.4. Conclusion	68

CHAPITRE IV: CARTOGRAPHIE DE L'OCCUPATION DU SOL 70

IV.1. INTRODUCTION.....	71
IV.2. TELEDETECTION	71
IV.2.1. Les comportements spectraux des objets	72
a. Sol.....	72
b. Eau.....	72
c. La végétation	73
IV.3. CARTOGRAPHIE DE L'OCCUPATION DU SOL AU NIVEAU DU BASSIN VERSANT DE L'OUED EL MALLEH.....	73
IV.3.1. Images LANDSAT	74
IV.3.2. Méthodologie	75
IV.3.2.1. Logiciel	76
IV.3.2.2. Classification non supervisée (non dirigée).....	78

IV.3.2.3. Classification supervisée (dirigée).....	79
IV.3.3. Validation de la classification par la matrice de confusion	80
IV.4. EVOLUTIONSPATIO-TEMPORELLE DE L'OCCUPATION DU SOL ENTRE 1987 ET 2011 ...	85
IV.5. CONCLUSION.....	89
CHAPITRE V: CARTOGRAPHIE ET QUANTIFICATION D'EROSION HYDRIQUE.....	90
V.1. INTRODUCTION	91
V.2. CARTOGRAPHIE DES FORMES D'EROSION HYDRIQUE DANS LE BASSIN VERSANT DE L'OUED EL MALLEH.....	93
V.2.1. L'érosion en nappe ou "sheet érosion".....	93
V.2.2. Erosion linéaire (micro-channel ou Rill Erosion).....	94
V.2.3. Mouvement de masse	95
V.2.4. Facteurs de l'érosion	97
V.2.4.1. Facteur climatique	97
V.2.4.2. Facteur topographique	99
V.2.4.3. Facteur couvert végétal.....	100
V.2.4.4. Facteur lithologique	100
V.2.4.5. Facteur anthropique	101
V.3. APERÇU SUR LES MODELES UTILISES POUR ESTIMER L'EROSION HYDRIQUE DES SOLS	102
V.3.1. Les approches basées sur la modélisation	102
V.3.2. Les approches qualitatives basées sur l'expertise	103
V. 4. EVALUATION DE L'EROSION NETTE DANS LE BASSIN VERSANT DE L'OUED EL MALLEH	106
V.4.1. Application du modèle RUSLE.....	106
V.4.1.1 Facteur de l'agressivité climatique : R	107
V.4.1.2. Facteur d'érodibilité du sol : K.....	109
V.4.1.3. Facteur de couverture végétale : C	115
V.4.1.4. Longueur et inclinaison de la pente : LS	116
V.4.1.5. Pratiques antiérosives du sol : P	117
V.4.2. Modèle Sédimentation	121
V.5. MISE EN ÉVIDENCE DES EFFETS DES CARACTÉRISTIQUES DES SOLS SUR L'ÉROSION	128
V.5.1. Influence de la texture sur l'infiltration.....	128
V.5.2. Influence de la texture sur l'érodibilité du sol.....	129
V.5.3. Les relations entre texture du sol et processus d'érosion	129
CONCLUSIONS ET RECOMMANDATIONS.....	131
Références bibliographiques	134