

N° d'ordre :

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de L'enseignement Supérieur et de La Recherche Scientifique

المركز الجامعي بلحاج بوشعيب عين تموشنت

Centre Universitaire Belhadj Bouchaib-Ain Témouchent



Institut de Technologie  
Département de Génie de l'Eau et de l'Environnement  
Laboratoire de Recherche :  
Hydrologie appliquée et Environnement



## THESE

Présentée pour l'obtention du **diplôme de DOCTORAT 3<sup>eme</sup> Cycle**

**Domaine** : Science et Technologie

**Filière** : Hydraulique

**Spécialité** : Science de l'eau

**Par** : DJOUKBALA Omar

### Intitulé de la thèse

## Etude des techniques et aménagements traditionnels de conservation de l'eau et du sol dans les montagnes du nord algérien

Soutenue publiquement, le / / , devant le jury composé de :

BELARBI Lahcène	Pr	Président	Centre Universitaire BELHADJ Bouchaib/ Ain Témouchent.
BOUTAGHANE Hamouda	Dr	Examineur	Université Badji Mokhtar Annaba.
NEHARI Driss	Pr	Examineur	Centre Universitaire BELHADJ Bouchaib/ Ain Témouchent.
MAZOUR Mohamed	Pr	Directeur de thèse	Centre Universitaire BELHADJ Bouchaib/ Ain Témouchent.
HASBAIA Mahmoud	Pr	Co-directeur de thèse	Université de M'sila.

---

## Résumé

L'érosion hydrique est la principale source de dégradation des sols dans les zones arides et semi-arides, en particulier dans la région méditerranéenne. Ce phénomène, qui affecte les ressources en sol et en eau des bassins algériens, est lié à de nombreux facteurs qui s'interagissent.

Cette étude a pour objectif d'analyser et d'étudier le phénomène de l'érosion hydrique et le transport de sédiments dans le contexte semi-aride et méditerranéen, un cas type du bassin versant de l'Oued El-Ham (surface de 5594 km<sup>2</sup> avec un périmètre de 492 km), situé au nord-ouest du bassin du grand bassin du Hodna (26 000 km<sup>2</sup>), est choisi pour mener cette étude. Ce bassin présente un contexte à la fois semi-aride et méditerranéen du fait qu'il est situé à moins de 150 km de la méditerranée. La disponibilité et la fiabilité des données pluviométriques et hydrométriques ont été parmi les critères de choix de ce bassin, le bassin est équipé de 12 stations pluviométriques avec une station de jaugeage de la Rocad-sud situé à son exutoire.

L'utilisation des technologies modernes (SIG et télédétection) ont permis l'intégration objectives des cartes des différents facteurs de l'équation universelle de perte en sol (RUSLE) afin d'obtenir des cartes de répartition de l'érosion. La carte obtenue montre une dégradation spécifique moyenne de 5,7 (t/ha/an) dans l'ensemble du bassin versant. Ce résultat est comparé aux sédiments en suspension mesurés à la station de jaugeage Rocate-Sud située. Ces données consistent en 1293 mesures instantanées du débit d'eau et de la concentration de sédiments en suspension enregistrées pendant 21 ans. A travers cette comparaison, l'approche utilisée de RUSLE sous SIG estime la perte de sol à Oued El-Ham dans la région de Hodna en Algérie avec une erreur moyenne de 7,5%.

L'étude a montré que l'érosion hydrique joue un rôle important dans la dégradation des ressources naturelles (eau et sol) et ceci malgré les investissements consentis par l'état algérien pour protéger ces ressources de l'érosion hydrique dans les régions arides et semi-arides. Ce phénomène perdure et s'est même accéléré, il fait encore des ravages énormes qui sont au-dessus du seuil tolérable. Une partie de ce travail de thèse est consacré à l'étude et l'analyse des techniques de conservation de l'eau et du sol pour compléter celles menées au niveau de plusieurs zones (Oued El Ham « Msila », Oulhassa « Ain Temouchent » Honaine « Tlemcen »).

Les stratégies de conservation et de gestion de l'eau et du sol sont d'un intérêt primordial, ce qui nous a permis de contribuer à l'identification des différentes techniques de leur conservation, de mettre en évidence leur efficacité et leur pertinence.

Cette évaluation a démontré le rôle positif de ces techniques dans la maîtrise de l'eau, la préservation des milieux naturels et leur adaptation aux conditions difficiles des zones sèches et semi-arides.

Mots-clés : Erosion, Transport solide, RUSLE, SIG, Techniques de conservation de l'eau et du sol (CES), Algérie.

---

## Abstract

Water erosion is the main source of soil degradation in arid and semi-arid areas, particularly in the Mediterranean region. This phenomenon, which affects the soil and water resources of Algerian basins, is linked to many interacting factors.

The objective of this study is to analyze and study the phenomenon of water erosion and sediment transport in the semi-arid and Mediterranean context, to conduct this study, we have chosen a typical semi-arid watershed case of wadi El-Ham with an area of 5594 km<sup>2</sup> and a perimeter of 492 km, it is located north-west of the large basin of Hodna basin (26 000 km<sup>2</sup>),.

This Hodna basin is characterized by both a semi-arid and Mediterranean climatical context, because it is located less than 150 km from the Mediterranean. The availability and reliability of rainfall and hydrometric data were among the criteria for choosing this study area, the basin is equipped with 12 rainfall stations and one gauging station Rocad-sud located at the outlet. of the watershed

The use of modern tools and technologies (GIS and remote sensing) has allowed the generation and integration of multiples maps of the different factors of the Universal Soil Loss Equation (RUSLE) to obtain erosion distribution maps. For wadi Elham watershed case, the resulting map shows an average specific degradation of 5.7 (t/ha/year) in the entire watershed. This result is compared to the suspended sediments measured at the Rocate-Sud gauging station located at the outlet watershed. These data consist of 1293 instantaneous measurements of water flow and suspended sediment concentration recorded over 21 years. Through this comparison, the used approach of RUSLE GIS estimates the soil loss at wadi El-Ham in the Hodna region of Algeria with a mean relative error of 7.5%.

The study showed that water erosion plays an important role in the degradation of natural resources (water and soil), despite the investments made by the Algerian authority to protect these resources. This phenomenon continues and even accelerates; it is still causing enormous damage that is above the tolerable threshold. Part of this thesis work is devoted to the study and analysis of water and soil conservation techniques to complement those carried out in several areas (Wadi El Ham "Msila", Oulhassa "Ain Temouchent "Honaine " Tlemcen ").

Water and soil conservation and management strategies are of primary interest, which has enabled us to contribute to the identification of the different techniques for their conservation, and to highlight their effectiveness and relevance .

This evaluation demonstrated the positive role of these techniques in water control, the preservation of natural environments and their adaptation to the difficult conditions of dry and semi-arid areas.

Keywords: Erosion, Solid transport, RUSLE, GIS, Soil and water conservation techniques (SWC), Algeria.

## ملخص

تعتبر تعرية التربة الناتجة عن الحت بواسطة المياه، المصدر الرئيسي لتدهور التربة في المناطق الجافة وشبه الجافة، ولا سيما في منطقة البحر الأبيض المتوسط. هذه الظاهرة التي تضر بموارد التربة والمياه لأحواض الجزائر لها علاقة بالعديد من العوامل التي تتفاعل فيما بينها.

تهدف هذه الدراسة إلى تحليل ودراسة ظاهرة تآكل المياه ونقل الرواسب في المناطق شبه الجافة، وهي حالة نموذجية لحوض واد اللحم (مساحته تقدر بـ 5594 كم<sup>2</sup>، مع محيط بـ 492 كم)، وتقع في الشمال الغربي من حوض الحضنة (26000 كم<sup>2</sup>)، الذي اختير لإجراء هذه الدراسة. يمثل هذا الحوض سياقاً شبه جاف ومتوسطياً لأنه يقع على بعد أقل من 150 كم من البحر المتوسط. توافر معطيات هطول الأمطار والبيانات الهيدرومترية وموثوقيتها من بين معايير اختيار هذا الحوض، وقد تم تجهيز الحوض بـ 14 محطة هطول الأمطار مع محطة هيدرومترية تقع في مخرجها.

وقد سمح استخدام التكنولوجيات الحديثة (نظم المعلومات الجغرافية والاستشعار عن بعد) بالتكامل الموضوعي للخرائط الخاصة بالعوامل المختلفة للمعادلة العالمية لتقدير انجراف التربة (RUSLE) من أجل الحصول على خرائط لتوزيع التآكل. تظهر الخريطة الناتجة تدهوراً متوسطاً يبلغ 5.7 (طن/ه/سنة) في جميع أنحاء الحوض. وتقرن هذه النتيجة بالرواسب المعلّقة المقاسة في المحطة الهيدرومترية. تتكون هذه البيانات من 1293 قياس لحظي لتدفق الماء وتركيز الرواسب المعلّقة لمدة 21 عاماً. من خلال هذه المقارنة، يقترح نموذج RUSLE تحت نظام المعلومات الجغرافية خسارة التربة في وادي اللحم في منطقة الحضنة بالجزائر مع خطأ قدره 7.5٪.

وأظهرت الدراسة أن تآكل المياه يلعب دوراً مهماً في تدهور الموارد الطبيعية (المياه والتربة) وهذا بالرغم من الاستثمارات التي تقوم بها الدولة الجزائرية لحماية هذه الموارد من تآكل المياه في المناطق الجافة والشبه الجافة. إلا أن هذه الظاهرة في استمرار وتسارعت حتى إنها لا تزال تسبب ضرراً هائلاً فوق العتبة المسموح بها. جزء من هذه الرسالة مكرس لدراسة وتحليل تقنيات المحافظة على المياه والتربة لتكملة تلك التي أجريت في مناطق متعددة (في واد اللحم "المسيلة" ولهاصة "عين تموشنت" هونين "تلمسان").

تُعد استراتيجيات الحفاظ على المياه والتربة من الاهتمامات الرئيسية، مما مكننا من المساهمة في تحديد التقنيات المختلفة للحفاظ عليها، وإبراز فعاليتها وأهميتها.

وقد أظهر هذا التقييم الدور الإيجابي لهذه التقنيات في التحكم بالمياه والحفاظ على البيئات الطبيعية وتكييفها مع الظروف الصعبة للمناطق الجافة وشبه الجافة.

الكلمات المفتاحية: التآكل، نقل الرواسب، RUSLE، نظم المعلومات الجغرافية، تقنيات الحفاظ على المياه والتربة (CES)، الجزائر.