

# SUIVI DU RISQUE DE DÉGRADATION DES SOLS PAR TÉLÉDÉTECTION: APPLICATION AU BASSIN VERSANT D'OUED FERGOUG DANS LES MONTS DES BÉNI-CHOUGRANE EN ALGÉRIE

**Souidi Zahira**

Faculté des SNV, Laboratoire LRSBG, Université de Mascara  
souidi.z@gmail.com

**Hamimed Abderrahmane**

Laboratoire LRSBG, Université de Mascara  
hamimed@dr.com

**Donze Frédéric**

Laboratoire 3S, Université Joseph Fourier (UJF)  
Frederic.Donze@hmg.inpg.fr

## RESUMÉ

En Algérie du Nord, le phénomène d'érosion hydrique présente la forme de dégradation physique des sols la plus importante affectant les reliefs, la production du sol et la stabilité des versants. Pour suivre la progression de ce phénomène insidieux et pour évaluer les résultats des actions de lutte, les outils spatiaux, tels que la télédétection et les systèmes d'informations géographiques (SIG), semblent être privilégiés, car ils permettent d'élaborer des cartes précises sur la progression de la dégradation à partir des indicateurs écologiques qui mettent en évidence les transformations du milieu. Ces indicateurs sont très corrélés aux paramètres radiométriques de surface, tels que l'albédo, l'indice de végétation (NDVI) et la température de surface.

L'objectif de cette étude est de développer une méthodologie pour la cartographie du risque de dégradation par utilisation combinée de l'information acquise par les capteurs satellitaires et des variables dérivées du modèle numérique de terrain (MNT). Le site pilote retenu est un écosystème montagneux très vulnérable à l'érosion hydrique, situé dans les monts des Béni-chougrane (nord-ouest de l'Algérie). La méthodologie présentée consiste à développer un indice quantitatif de dégradation des sols en fonction de deux paramètres : la fraction d'évaporation (EF), qui discrimine l'état hydrique de surface, et l'indice de végétation standardisé (NDVIs) qui reflète l'activité chlorophyllienne des surfaces.

La synthèse de l'ensemble des informations dans un SIG, ainsi que leurs confrontations avec les données géomorphologiques, ont permis de dresser des cartes de sensibilité à l'érosion hydrique selon cinq degrés souvent corrélés à la densité de végétation. Il ressort que les zones en état dégradé et très dégradé couvrent 29% de la superficie du bassin versant contre 43% des terres à couvert végétal dense ou très dense. Le reste (28%) étant en état critique.

**Mots-clés:** Erosion hydrique, SIG, Télédétection, Algérie.

## Introduction

L'expansion spectaculaire des processus d'érosion des sols est, en Algérie, un indicateur d'aspect inquiétant relié à la dégradation des sols (Heddadj, 1997 ; Roose et al., 2000). Pour suivre la progression de ce phénomène insidieux et pour évaluer les résultats des actions de lutte, les outils spatiaux, tels que la télédétection et les systèmes d'informations géographiques (SIG), semblent être privilégiés, (Puech, 1993) car ils permettent d'élaborer des cartes précises sur la progression de la dégradation à partir des indicateurs écologiques qui mettent en évidence les transformations du milieu (Roy et Bouyoussou, 1993). Ces indicateurs sont très corrélés aux paramètres radiométriques de surface (Kustas & Norman, 1996), tels que l'albédo (a), l'indice de végétation (NDVI) et la température de surface (Ts).

Notre travail se base principalement sur les indicateurs du milieu qui sont très corrélés aux paramètres radiométriques de surface, tels que l'albédo (a), l'indice de végétation (NDVI) et la température de surface (Ts). L'objectif de cette étude est de développer une approche méthodologique pour la cartographie du risque d'érosion hydrique par utilisation combinée de l'information acquises par le capteur satellitaire ETM+ et des variables dérivées du modèle numérique de terrain (MNT). La méthodologie utilisée consiste à développer un indice quantitatif de dégradation des sols en fonction de deux paramètres : la fraction d'évaporation (EF), qui discrimine l'état hydrique de surface relatif au fonctionnement de l'écosystème, et l'indice de végétation standardisé (NDVIs) qui reflète l'activité chlorophyllienne des surfaces.

## Matériel et méthodes

### Le site d'étude

Le site pilote retenu est un écosystème fragilisé très sensible à l'érosion hydrique, situé dans les monts des Béni-chougrane (nord-ouest de l'Algérie). Il correspond au bassin versant de oued Fergoug (figure 1) d'une superficie d'environ 170 km<sup>2</sup>. La région concernée fait partie du grand bassin-versant de l'Oranie - Chott Chergui. La zone d'étude est caractérisée par une structure tourmentée, des familles lithologiques peu résistantes ou franchement tendres prédominant (Bouchetata et Bouchetata, 2006). La quasi-totalité des terrains est occupée par des séries marneuses datant du Crétacé ou du Néogène, exception faite des affleurements gréseux qui arment les sommets de certaines unités (Bouchetata et Bouchetata, 2006).

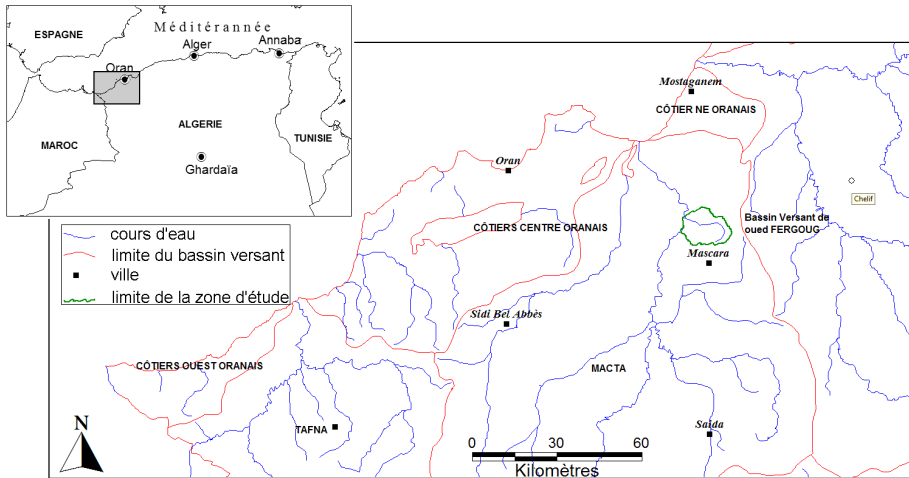


Figure 1 : Localisation de la zone d'étude.

### Données et méthodologie

Le jeu de données est constitué de:

- sept bandes spectrales du capteur ETM+ de Landsat acquises pendant le printemps (production maximale de l'écosystème) de l'année 2002;
- un MNT (Modèle Numérique de Terrain).

La méthodologie présentée consiste à caractériser la dégradation des sols (Fig. 2), en se basant sur la combinaison des deux informations élémentaires de surface (Garcia et al., 2008) :

- l'état hydrique de surface, qui est caractérisé par la fraction d'évaporation (EF) déduite par le modèle METRIC (Mapping Evapotranspiration with Internalized Calibration) (Allen, et al., 2005) ;
- l'activité chlorophyllienne de la surface qui est discriminé par l'indice de végétation (NDVI) et qui est un indicateur biologique de la dégradation ( $NDVI = (r_{PIR} - r_{rouge}) / (r_{PIR} + r_{rouge})$  avec r la reflectance).

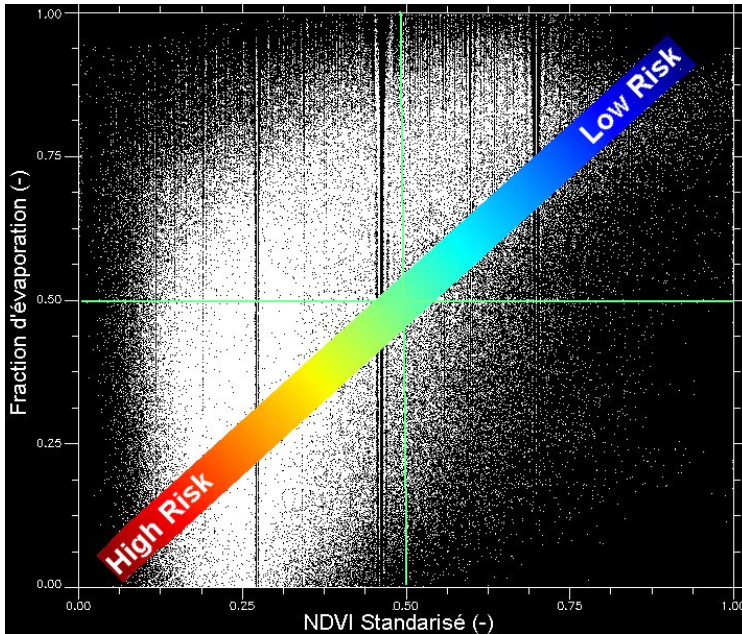


Figure 2 : Schéma conceptuel de la méthode de combinaison entre la fraction d'évaporation (EF) et l'indice de végétation (NDVI) pour estimer le risque de dégradation des sols (en bas à gauche risque élevé (high risk) et en haut à droite risque faible (low risk) selon la diagonale).

### Resultats et Discussion

La synthèse de l'ensemble des informations dans un SIG, ainsi que leurs confrontations avec les données géomorphologiques, ont permis de dresser une carte (figure 3) de sensibilité à l'érosion hydrique selon cinq degrés :

- végétation très dense (Pas de risque, Indice < 0,2),
- végétation dense (Risque faible, 0,2 ≤ Indice < 0,4)
- état critique (Risque moyen, 0,4 ≤ Indice < 0,6),
- état dégradé (Risque élevé, 0,6 ≤ Indice < 0,8),
- état très dégradé (Risque très élevé, Indice ≥ 0,8),

Les résultats obtenus montre que , les zones en état dégradé et très dégradé couvrent 34 % de la superficie du bassin versant et sont situées principalement en amont où la végétation est rare et dégradée. Cependant 42 % des terres à couvert végétal dense ou très dense indique une dégradation nulle à faible. Les (24 %) étant en état critique mais relève d'une dégradation modérée. Cette perte constitue une érosion très élevée des sols sous un climat agressif avec des précipitations faibles mais à caractère orageux. D'où apparition des ravinelements et des ravins sur des surfaces de terrains nus découpés sur des pentes fortes avec un indice d'érodabilité important. Le manque des ouvrages antiérosifs a permis aussi les sapements des berges qui constituent une menace permanente et la plus importante dans notre zone d'étude.

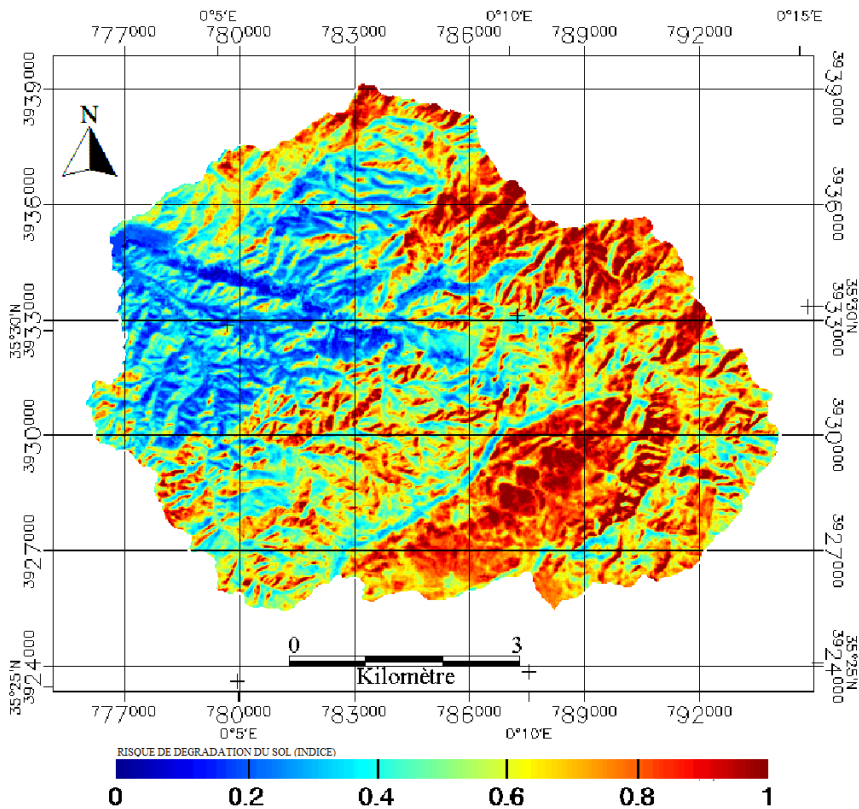


Figure 3 : Carte du risque de dégradation des sols selon un indice qui varie de 0 (risque nul) à 1 (risque élevé).

### Conclusion

Le présent travail fait ressortir les zones les plus exposées à l'érosion. La méthode des pertes de la combinaison de deux indicateurs de surfaces sous SIG permet de mieux identifier les zones à fort risque d'érosion en tenant compte du fonctionnement de l'écosystème et de ses

perturbations. Ces zones occupent les versants de montagne qui sont généralement des zones nues ou de cultures. La carte de risque d'érosion obtenue constitue un document d'aide à la décision qui va contribuer à l'utilisation rationnelle des terres de la région. L'utilisation d'une série d'images pourrait permettre un suivi et une surveillance continue des zones à risque. Cette méthode, permettrait de fournir des informations sur la résilience des écosystèmes ou la dégradation des terres sur une échelle de temps. Mais une étude approfondie de l'érodabilité des sols, de la réserve en eau du sol et de l'érosivité des pluies à travers des mesures régulières de terrain contribuerait à un meilleur suivi de l'érosion des sols dans la région.

### Remerciement

Ce travail s'inscrit dans le cadre du programme régional ENVI-Med. Les auteurs tiennent à remercier l'ensemble des organismes de pilotage et de financement.

### Bibliography

- Allen, R.G.; A. Morse, M.; Tasumi, W.J.; Kramber, W.; Bastiaanssen, W.G.M. (2005). Computing and Mapping of Evapotranspiration; Chapter 5 in *Advances in Water Science Methodologies*; U. Aswathanarayana, Ed.; A.A. Balkema Publishers; Leiden, The Netherlands, 288 p.
- Bouchetata A., Bouchetata T. (2006). Propositions d'aménagement du sous bassin versant de l'oued Fergoug (Algérie) fragilisé par des épisodes de sécheresse et soumis à l'érosion hydrique. *Sécheresse*, 17 (3), p. 415-424.
- García M. , Oyonarte, C. , Luis Villagarcía, L. ; Sergio Contreras S. ; Domingo, F.; Puigdefábregas, J. (2008); Monitoring land degradation risk using ASTER data: The non-evaporative fraction as an indicator of ecosystem function *Remote Sensing of Environment* (112), p. 3720-373
- Heddadj, D. (1997). La lutte contre l'érosion en Algérie. *Bull. Res. Éros.*, 17, p. 168-175.
- Kustas, W. P., and Norman, J. M., 1996. Use of remote sensing for evapotranspiration monitoring over land surfaces. *Hydrological Sciences Journal - Journal des Sciences Hydrologiques*, 41, p. 495-516.
- Puech, C. (1993). Détermination des états de surface par télédétection pour caractériser les écoulements des petits bassins versants. Thèse de doctorat, Université J.Fourier, 202p.
- Roose, E.; Chebbani, R.; Bouragaa, L. (2000). Ravinement en Algérie. Typologie, facteurs de contrôle, quantification et réhabilitation. *Sécheresse*, 11, p.317-26.
- Roy, B. et Bouyoussou, D. (1993). Méthodes multicritères d'aide à la décision. *Economica*, Paris, 665 p.