

## UTILISATION DES SIG POUR LA GESTION DE L'EAU ET DU SOL : CAS DU BASSIN-VERSANT DE L'ISSER-ALGERIE

Mostafia. BOUGHALEM<sup>1</sup>, P<sup>r</sup>Mohamed. MAZOUR<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire de conservation de l'eau, du sol et des forets, université de Tlemcen, Email : [boughalem\\_2000@yahoo.fr](mailto:boughalem_2000@yahoo.fr)

<sup>2</sup>Laboratoire de conservation de l'eau, du sol et des forets, université de Tlemcen, Email : [mohamed\\_mazour@yahoo.fr](mailto:mohamed_mazour@yahoo.fr)

:

### Résumé :

L'érosion est l'une des conséquences les plus spectaculaires des écoulements d'eau qui se chiffre en milliards de tonnes de matière par an transportées sur la surface terrestre.

En plus de la détérioration de la qualité de l'eau qu'il entraîne, le phénomène érosif provoque d'énormes dégâts en milieu agricole. Le refus d'infiltration de l'eau dans le sol déclenche le processus de ruissellement (Hortonien ou par saturation). Par la suite, les particules solides sont détachées et transportées.

Le bassin versant de l'Isser, situé au nord-ouest de l'Algérie, est un espace fragilisé par les épisodes de sécheresse et caractérisé par des affleurements de marnes et d'argiles très fragiles. Il présente une forte sensibilité à l'érosion hydrique. Les eaux de ruissellement dans cette zone, constituent l'accusé principal de la dégradation du patrimoine sol. La perte en terre résulte de la conjonction de plusieurs facteurs : agressivité des pluies ; érodibilité des sols ; dissection du relief ; faiblesse du couvert végétal...

La reconnaissance des zones ravinées et la précision des caractéristiques climatiques et hydriques de la zone d'étude, peuvent servir de base à l'élaboration d'un plan d'aménagement anti-érosif adapté aux conditions du milieu.

Pour ce faire, une carte de localisation des zones à haut risque, au niveau du bassin versant, correspondant au croisement d'une série de cartes thématiques, a été établie. Cette carte permet de mettre en évidence les zones nécessitant un aménagement prioritaire. La synthèse de l'ensemble des résultats sous un système d'information géographique (SIG), nous a permis de proposer des travaux d'aménagement antiérosifs techniques et biologiques, visant à atténuer les effets négatifs des pertes en eau et en terre aussi bien à l'amont qu'à l'aval.

Par ailleurs, ces travaux doivent s'intégrer dans une nouvelle stratégie visant une meilleure gestion de l'espace dans une optique de développement durable, en tenant compte des besoins et perspectives de la population rurale.

**Mots-clés** : érosion hydrique, environnement, SIG, aménagement, ressource en eau.

### INTRODUCTION

Le problème de l'érosion, de la conservation de l'eau et de la fertilité des sols est très ancien puisque bien des civilisations ont disparu du fait des interventions maladroites de l'homme sur les ressources en eau et en sols. C'est aussi une problématique très moderne en Algérie car elle s'inscrit dans la perspective du développement durable.

Les zones de montagnes en Algérie présentent aujourd'hui un enjeu socio-économique important. Elles sont les plus vulnérables au phénomène de l'érosion hydrique et les relations entre les ressources naturelles (végétation, sol et eau) sont largement perturbées.

La dégradation du sol, support du développement des couverts forestiers et agricoles, a par ailleurs un impact majeur sur la pollution diffuse dans les cours d'eau, sur l'envasement des barrages et sur les infrastructures hydrauliques. En effet, en Algérie, quelques 120 millions de tonnes de sédiments, en moyenne, sont emportés annuellement par les eaux. Les pertes annuelles en capacité de stockage des eaux dans les barrages sont estimées à environ 20 millions de m<sup>3</sup> dues à l'envasement.

L'apport des aménagements agro sylvo pastoraux dans les bassins versants où la dégradation des sols et les risques d'érosion sont les plus intenses aura d'autant plus d'efficacité que les facteurs du milieu naturel sont bien connus étant donné qu'ils constituent les fondements de l'aménagement du territoire.

Or, les problèmes de dégradation des ressources naturelles ne se posent pas avec la même acuité dans les différentes parties de la zone. C'est pourquoi il est utile de délimiter des zones dont l'aménagement est plus urgent que les autres, appelées zones prioritaires. C'est une tâche délicate mais très importante que les décideurs recherchent avant tout projet d'aménagement.

Plusieurs paramètres tels que la lithologie, les pentes et le couvert végétal doivent être hiérarchisés et analysés. Leur traitement par la méthode classique (Equation USLE (universal soil loss equation) de Wischmeier est long et souvent peu précis.

Dans ce travail, nous avons voulu tester une démarche méthodologique simple, basée sur l'intégration et le traitement des données par les procédures de superposition des SIG. Il en découle la production d'une carte faisant ressortir des zones homogènes d'intervention par ordre de priorité. Cependant, l'apport de ces techniques aux territoires traités n'aura de consistance qu'en utilisant des données saisies en stations d'observation permettant une validation des informations de synthèse obtenues par les SIG. L'intervention dans ces zones permettrait d'apporter des corrections aux aires où la dégradation des sols et les risques d'érosion sont les plus intenses afin de promouvoir le développement durable.

### PRESENTATION DU MILIEU

Située au nord du grand bassin versant de l' Isser, à l'est de la wilaya de Tlemcen, la zone d'étude est composée de deux sous- bassins versants (SBV) : Sidi Ahmed Chérif et Sidi Bounakhla Hériz , d'une superficie globale de 2 060 hectares. (figure 1). La région est caractérisée par :

Un climat de type méditerranéen semi-aride avec des pluies annuelles qui varient de 280 mm à 500 mm ; un relief très escarpé et fortement disséqué, ayant souvent de fortes pentes et un réseau de drainage très dense ; une lithologie définie par des roches en majorité tendres (marnes et grès tendre) ce qui prédispose ces zones aux différents processus d'érosion ; des formations végétales très dégradées, caractérisées par de faibles densités de recouvrement et de mauvaises conditions de régénération.

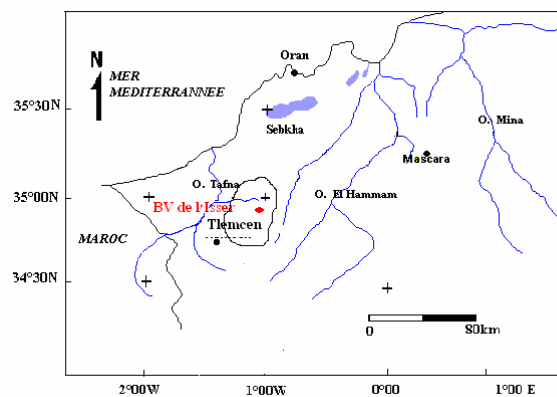


Fig. 1. Carte de situation de la zone d'étude.

## L'APPROCHE METHODOLOGIQUE

Elle repose sur le croisement des cartes thématiques réalisé à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG) qui offre la possibilité de croiser les différentes caractéristiques, physiques et agronomiques des parcelles selon une démarche méthodologique comprenant deux étapes :

- l'élaboration des cartes thématiques ;
- le croisement des cartes thématiques

## ELABORATION DES CARTES THEMATIQUES, DE SYNTHESE ET D'INTERVENTION

### • Lithologie

Les sols des (SBV) sont bruns calcaires argileux. La lithologie est caractérisée essentiellement par des marnes du miocène moyen (Helvétien) [2] et des alluvions quaternaires (Rharbien et Holocène) (*figure 2*). Les sols marneux lorsqu'ils sont secs, restent non érodibles mais, dès qu'ils atteignent une certaine humidité, leur sensibilité à la détachabilité et au ruissellement augmente [3].

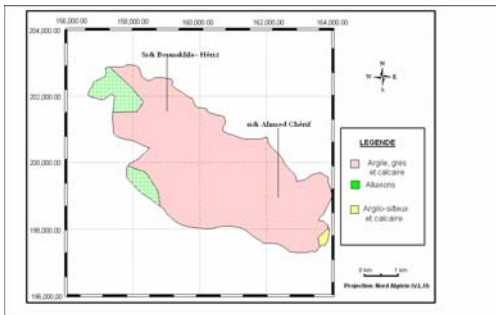


Figure 2. Carte lithologique des 2 (SBV)

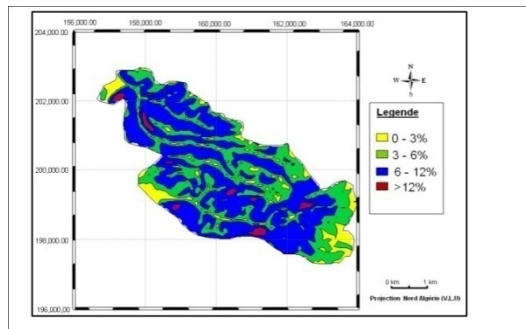


Figure 3. Carte des pentes des 2 (SBV)

Cette carte nous montre que la majeure partie des micros bassins est constituée de marnes, substrat très sensible à l'érosion, d'autant plus qu'il repose sur des bancs de grès. D'autre part, la dominance et l'importance des alternances de marnes et grès classées en formation meuble, en pente augmentent les potentialités érosives du bassin.

### • Topographie

La carte des classes de pente (*figure 3*), montre que les pentes les plus abruptes, très fortes à fortes, se concentrent dans les parties nord-ouest et sud des (SBV). Elles sont caractérisées par un relief accidenté. Les pentes modérées ainsi que les pentes faibles à très faibles sont réparties sur l'ensemble des SBV. Des études antérieures ont montré que l'érosion devient active sur des pentes supérieures à 3 %.

### • Couvert végétal

Les terres des sous bassins versants sont pour la plus part des terrains agricoles La carte d'occupation du sol laisse apparaître quatre classes de couverture végétale (figure 4) :

- couvert végétal non protecteur ;
- couvert végétal peu protecteur ;
- couvert végétal moyennement protecteur ;
- couvert végétal protecteur.

Le couvert végétal non protecteur correspond aux sols entièrement dénudés et non cultivés (bad lands, pistes...).

Le couvert végétal peu protecteur comprend les cultures annuelles (céréales, agriculture extensive)

Le couvert végétal moyennement protecteur appréhende les cultures intensives pratiquées souvent selon les techniques de conservation de l'eau et du sol (CES).

Le couvert végétal protecteur comprend quelques espèces pérennes : *Chamaerops humilis* ; *Asparagus stipularis* ; *Lycium europoeum* ainsi qu'une végétation dégradée (Doum, jujubier).

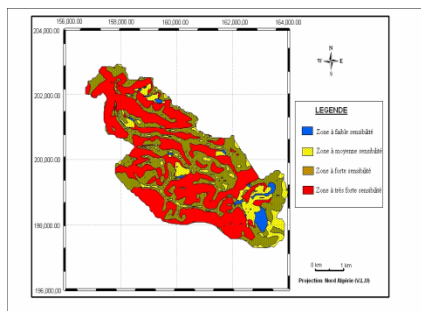


Figure 4. Carte de végétation des 2 (SBV) hydrique

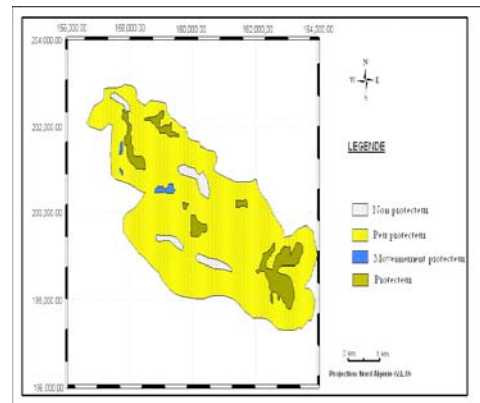


Figure 5. Carte de sensibilité des terres à l'érosion

### • Carte de sensibilité des sols à l'érosion hydrique

La carte de sensibilité des sols à l'érosion hydrique est obtenue par le croisement de la carte d'occupation du sol, la carte lithologique et la carte des pentes. Le résultat du croisement met en évidence quatre classes de sensibilité des sols (figure 5) :

- classe 1 : sensibilité très forte à l'érosion ;
- classe 2 : sensibilité forte à l'érosion ;
- classe 3 : sensibilité moyenne à l'érosion ;
- classe 4 : sensibilité faible à l'érosion.

Près de 85 % des sols présentent une forte sensibilité à l'érosion hydrique.

### • Localisation des zones ravinées et priorités d'interventions

La carte de localisation des zones fortement ravinées (*figure 6*) résulte de la superposition de la carte du réseau hydrographique (*figure 7*) sur la carte de sensibilité des sols. L'ordre d'intervention prioritaire y apparaît. Les zones très sensibles correspondent aux zones de ravinement. Elles affectent la presque totalité de la zone d'étude ce qui reflète l'état actuel de dégradation des sous bassins versants.

### • Validation du modèle

Après intégration des résultats par sous bassin versant, nous avons comparé les valeurs de l'érosion estimée par les informations de synthèse obtenues grâce aux SIG à celles mesurées en parcelles sur le terrain. Cette dernière qui traduit le mieux la réalité doit valider les résultats estimés par les SIG. Il est toujours très difficile d'obtenir au départ une bonne corrélation mais la connaissance des différents paramètres du terrain (exposition des versants, longueur de pente ...) permet de mieux appréhender l'érosion par ces systèmes d'information géographique et donner une meilleure efficacité des modèles. Le SIG apporte une appréciation spatiale de l'érosion que les mesures habituelles ont du mal à fournir. En plus, les degrés de sensibilité de l'érosion sont assez bien perçus. Ainsi, les systèmes utilisés décrivent beaucoup mieux l'érosion que ce qu'on peut observer sur le terrain.

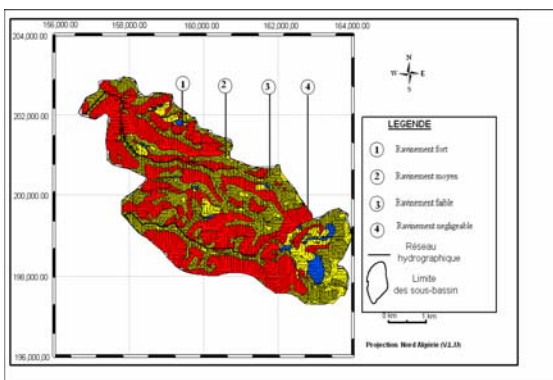


Fig.6. Carte de localisation des zones fortement ravinées

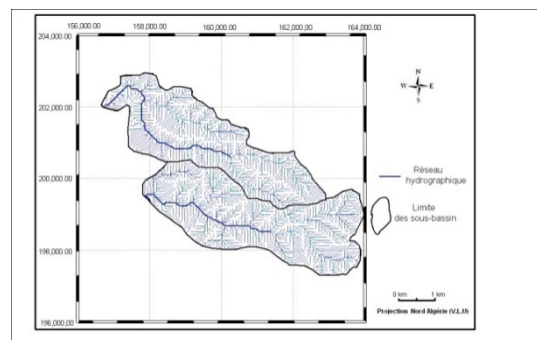


Fig. 7. Carte du réseau hydrographique.

## L'EXPLOITATION DES CARTES DE SENSIBILITE A L'EROSION ISSUES DU SIG

Il est important de souligner l'apport de la cartographie issue des systèmes d'information aux questions d'aménagement antiérosifs des bassins versants. Ce dernier est appréhendé dans son ensemble en dégagant assez facilement les ensembles homogènes à traiter prioritairement et en évaluant les interactions avec les autres ensembles et sous ensembles.

Le listing des aménagements à préconiser est long, il faut néanmoins choisir les plus adaptés au terrain, les plus efficaces et les moins coûteux. Il faut intégrer le plus possible les aménagements traditionnels et accorder une importance particulière aux traitements biologiques. Il est évident que le traitement du ravinement peut faire appel à certains ouvrages mécaniques qui exigent une technicité assez élevée, mais les traitements au niveau des versants cultivés sont eux aussi à faire avec le plus grand soin notamment le choix des techniques culturales appropriées, des systèmes d'utilisation des terres et des assolements bien choisis.

### • Aménagement des ravines

Les buts de cette opération sont de :

- diminuer l'activité de l'érosion linéaire (ravinement) qui connaît une évolution dangereuse.
- protéger le barrage El Izdihar (Sidi Abdelli – Tlemcen) contre un envasement accéléré.
- réduire les risques de glissements et d'éboulements qui menacent

continuellement les routes ainsi que le Village de Sidi Abdelli.

Vu la nature marneuse des terrains de la région, les types d'ouvrages préconisés pour l'aménagement hydraulique des ravines sont des seuils en terre. Ils pourraient permettre une bonne stabilisation des ravines en terrain marneux et une bonne reprise de la végétation si seulement leur dimensionnement et leur réalisation se font correctement.

Les sédiments captés par les seuils risquent d'être remis en suspension et de continuer leur cheminement s'ils ne sont pas fixés rapidement. Les espèces à fort enracinement et à fort pouvoir recouvrant sont envisagées ; leur rôle est d'améliorer l'infiltration de l'eau dans le sol et de dissiper l'énergie du ruissellement et sa capacité de transport. L'eau stockée dans les sédiments peut être utilisée par des plantations d'espèces à développement racinaire dense et profond pour fixer le fond et les berges des ravines. Ces espèces doivent être économiquement valorisantes, afin de retenir l'intérêt des paysans qui auront par la suite la charge de les entretenir.

### • Plantations fruitières

Comme l'arboriculture rustique répond positivement aux vœux de la population riveraine et joue un rôle efficace contre la dégradation des sols tout en apportant un revenu à la population locale, certains versants ont été choisis pour la plantation de l'*Olivier*, l'*Amandier* et le *Figuier*.

L'introduction d'arbres fruitiers est recommandée. Ils jouent un rôle de protection du sol contre l'érosion, et contribuent par conséquent à l'amélioration des revenus des agriculteurs pour écarter le risque d'abandon des terres par les jeunes générations en l'absence de perspectives dans leur métier. Le choix des essences fruitières doit se faire en fonction des exigences agroclimatiques des espèces et des vœux des riverains.

### • Amélioration des systèmes de production

Actuellement, en Algérie où les terres font l'objet de modifications majeures d'usage des sols et de reconversion, les grands projets nationaux de développement rural s'appuient sur la logique de la GCES, celle du développement rural avec la participation des communautés rurales : les plantations arboricoles, l'amélioration des techniques culturales et de la gestion de l'eau, et même l'agroforesterie et les parcours réglementés sont les actions les plus à développer. L'efficacité des techniques culturales est strictement liée aux conditions économiques des sociétés.

Les solutions éventuelles pour freiner la dégradation des terres se situeraient surtout dans l'amélioration de la gestion de l'eau, facteur limitant, (billons, cuvettes, madjen, retenues collinaires, couverture du sol par les résidus de récolte), et de la production de la biomasse des sols (intensification et diversification des productions, arboriculture, agroforesterie, cultures couvrantes et gestion des parcours) avec le renforcement des techniques anti-érosives (aménagement biologique et mécanique des ravines et des versants : seuils, cordons en pierres, plantation en courbes de niveau, barrages semi perméables).

La vraie solution consisterait à modifier en partie le système de production pour rétablir un équilibre dans le paysage. Cela prend du temps (5 à 10 ans) mais c'est plus efficace, plus durable et plus profitable pour les paysans.



## CONCLUSION

Le bassin versant de l'Isser rencontre d'énormes problèmes liés à l'érosion hydrique qui ravine les sols d'une manière spectaculaire et entraîne la perte de terres arables. Le ravinement résulte de la conjonction de différents facteurs : nature du substrat, raideur du relief, faiblesse du couvert végétal...

L'évaluation des risques d'érosion des sols du bassin versant a nécessité la cartographie et l'analyse des facteurs déterminants de l'érosion. Ces derniers interviennent à des degrés différents dans les processus d'érosion.

La complexité et l'interdépendance de ces paramètres se prêtent très bien à une analyse par croisements successifs de thèmes deux à deux. Elle permet aussi de mieux approcher et apprécier la sensibilité à l'érosion des différentes unités de la région. Les valeurs de l'érosion réellement observée sur le terrain, sont toujours prévues par les systèmes d'information géographique, par contre, les degrés de sensibilité ne sont pas les mêmes. Ainsi, les systèmes utilisés décrivent beaucoup plus d'érosion qu'on a pu en observer sur le terrain. Tout cela nous conduit à penser que la détermination exacte des zones ravonnées est encore un objet de discussion qui varie suivant le nombre de facteurs retenus. L'importance de chacun de ces facteurs doit être testée par des expérimentations sur le terrain.

Dans presque tous les cas de détermination de l'érosion hydrique, on associe les images satellitaires et les photographies aériennes avec des relevés de terrain. Ces deux sources d'information se complètent. En effet, lors de l'élaboration des cartes, il y a des erreurs spatiales qui s'additionnent. Il est donc indispensable d'y associer des études de terrain pour l'initiation des systèmes et leur validation.

Si les SIG nous autorisent une mise à jour régulière, ils nous permettent pas, par contre, de déterminer certaines propriétés telles que l'infiltrabilité, la cohésion des sols et la stabilité structurale.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

1. Bonn F. 1998. La spatialisation des modèles d'érosion des sols à l'aide de la télédétection et des SIG : possibilité, erreurs et limites. *Sécheresse*. 9 (3) : 185- 192.
2. Centro Studi Ricerche. 1974. Étude des bassins-versants des Oueds Isser et Sikkak. Alger : Secrétariat d'État aux forêts (SEFOR) : 3 volumes, 640 p.
3. Chebbani R., Djilli K. et Roose E. 1999. Étude à différentes échelles des risques d'érosion dans le bassin versant de l'Isser, Algérie. *Bulletin - Réseau Érosion* 19 : 85-95.
4. Combes F. 1992. Les plantations RTM. *Bull Réseau Érosion*. 12: 52-6.
5. Lenthe H. R., Krone F. 1981. Soil erosion losses on various geological deposits ecological land survey in key areas of Cyprus. *Pedology*. Part C. 40p.
6. Luken H., Krone F. 1989. Calcareous soils of Cyprus: five years erosion measurements (1981- 1996). *Pedology, hydrochemistry and non metallic mineral resources*. 5: 17 p.
7. Mazour M., Roose E. 2002. Influence de la couverture végétale sur le ruissellement et l'érosion des sols sur parcelles d'érosion dans les bassins versants du Nord-ouest de l'Algérie. *Bull Réseau Érosion* 21 : 320 - 330.
8. Mollenhauer, K., 1980. Land use in water protection areas. In: De Boodt M, Gabriels D, eds. *Assessment of erosion*. New York : John Wiley et Sons: 271-284.
9. Morgan R. 1986. Soil erosion & conservation. In: D-A: Davidson. Editor. John Wiley and sons Inc. 253p.