

Contribution à l'évaluation et à la cartographie de la sensibilité à l'érosion hydrique des sols du sous bassin versant de l'oued de Saida (ouest de l'Algérie)

ANTEUR.D, LABANI.A, MEDERBAL K., TERRAS.M, ADDA-HANIFI.N.N et BOUDJEMAA.M,

Résumé :

Le sous bassin versant de l'oued Saida fait partie du bassin de la Macta, est caractérisé par un climat semi-aride. Des pluies irrégulières, le plus souvent à caractère orageux, combinées à une pression anthropozoogènes (déforestation, urbanisation, surpâturage) provoquent une érosion sévère. Selon l'Agence national des ressources hydriques, les apports solides (sédiments issus de l'érosion) sont estimés à 29 667 t/an, les sédiments contribuent à l'envasement du barrage d'Ouizert.

Cette étude a été réalisée à l'aide d'un Système d'Information Géographique (SIG), a permis de hiérarchiser les différentes zones du sous bassin versant, en produisant une carte synthétique de répartition des degrés de sensibilité à l'érosion.

En effet, Trois classes de vulnérabilité multifactorielle à l'érosion hydrique ont été distinguées les zones à faible vulnérabilité 40,18 % ; les zones à vulnérabilité moyenne 24,93 % et les zones fortement vulnérables 34,88 %. Ainsi, dans le sous bassin, les classes à moyenne et forte vulnérabilité multifactorielle représentent 60 % de la superficie. Cette première ébauche cartographique est un outil devant aider les décideurs pour une meilleure gestion des ressources en eau et en sol et tenant compte des attentes et des besoins de la population rurale

Mots clés : érosion, oued Saida, Système d'information géographique, sol.

Introduction

En Algérie, environ 6 millions d'hectares sont exposés aujourd'hui à une érosion active et en moyenne 120 millions de tonnes de sédiments sont emportés annuellement par les eaux. Les pertes annuelles des eaux dans les barrages sont estimées à environ 20 millions de m³ dues à l'envasement (Remini, 2000). La subsistance des populations est de plus en plus Menacée par les pertes en sol.

En dépit de sa petite taille, la région étudiée est parfaitement représentative de l'évolution observée dans les bassins versant en Algérie, le sous bassin-versant de l'oued Saida est confronté à un grave problème de dégradation du sol, comme pratiquement toute la région du Tell occidental algérien. Ce problème provoque l'envasement du barrage d'Ouizert et affecte négativement l'agriculture locale en entraînant des pertes énormes en terres arables (Yles,2010)

Présentation de la zone d'étude

Le sous bassin versant de l'Oued Saïda se présente comme un bassin montagneux dominé. Il s'étend dans les Monts de Daïa et les Mont de Saïda, au Sud comme à l'Est, par les hautes crêtes séparant de grand bassin du Cheliff. Au Nord et à l'Ouest, par le Djebel Abdelkrim (1203m) et à l'Est par Djebel de Guemroud (1157 m), dans les prolongements des Monts de Saïda. (Fig.1). Le sous bassin, présentant une forme circulaire légèrement allongée, est orienté vers le Nord géographique. Il couvre une superficie globale de 621,20 Km² pour un périmètre de 131,2 Km.(KHALDI, 2005)

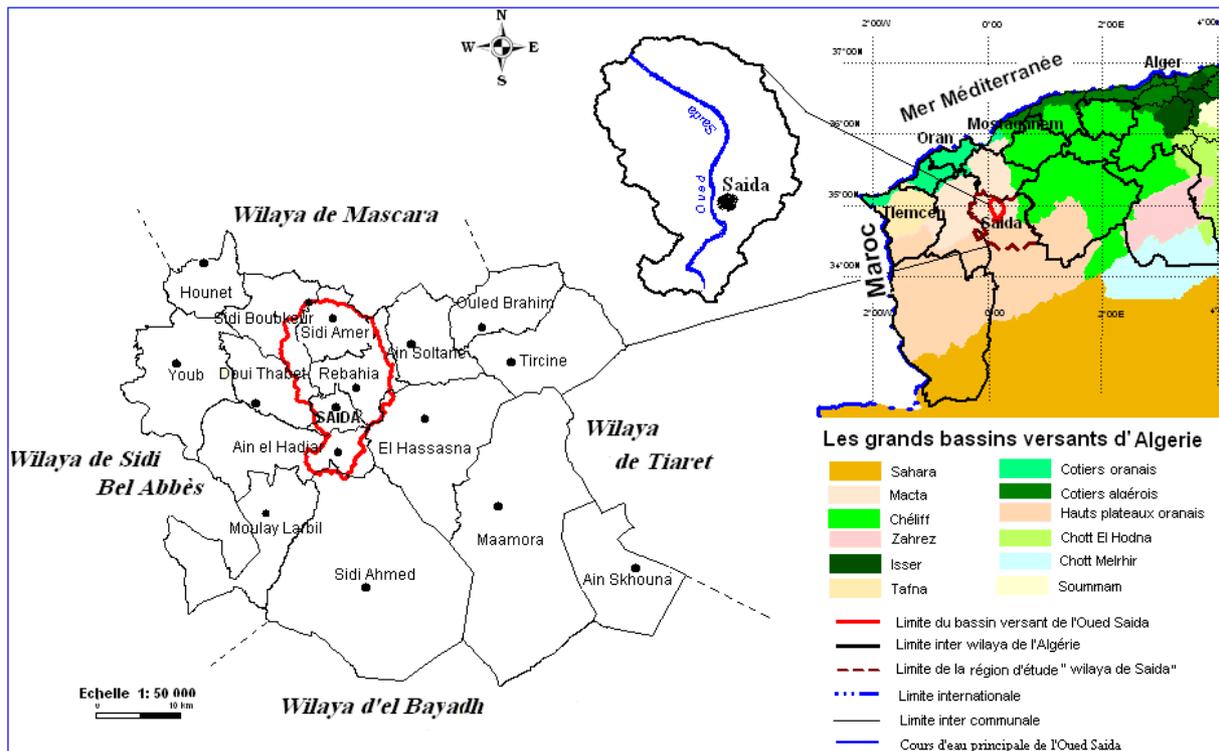


Figure 1 : Situation géographique du bassin versant de l'oued de Saida

Climat : Le climat est de type semi-aride, humide et froid en hiver et chaud et sec en été. Le bassin reçoit entre 144 et 300 mm de pluie par an avec une moyenne inter-annuelle de 282 mm pour une période allant de 1980/1981 à 2009/2010. La phase comprise entre les années 1984/1985 et 2002/2003 est marquée par une tendance à la baisse des précipitations qui sont toujours inférieures à cette valeur moyenne de 282 mm. Il s'agit d'une période de sécheresse longue de 18 années

Les températures annuelles varient entre (7,6 et 26,7 °C). Les vents prédominants viennent du sud et du sud-ouest. On note l'occurrence du sirocco, un vent chaud et chargé de sable pendant la saison estivale qui sévit à raison de trois à quatre jours par mois, les températures pouvant atteindre les 44 °C (ANRH, 2010)..

Sol

On peut y identifier cinq types de sol au niveau de ce bassin [H.P.O, (1995)]

Terrasses alluviales à sol alluviaux, ensemble dominant à nature argileux-marneuse sol brun calcaire, plateaux du paysage karstique occupé par les lithosols, zone à sol brun rouge à horizon humifères stabilise par une couverture forestière et des sols brun calcaire à caractère vertique

Réseau hydrographique

Une forte densité du réseau hydrographique (fig.2) qui se justifie par l'existence des pentes plus fortes et une formation superficielles moins perméables, accroissant les grandes exportations des terres qui sont liées aux ruissellements

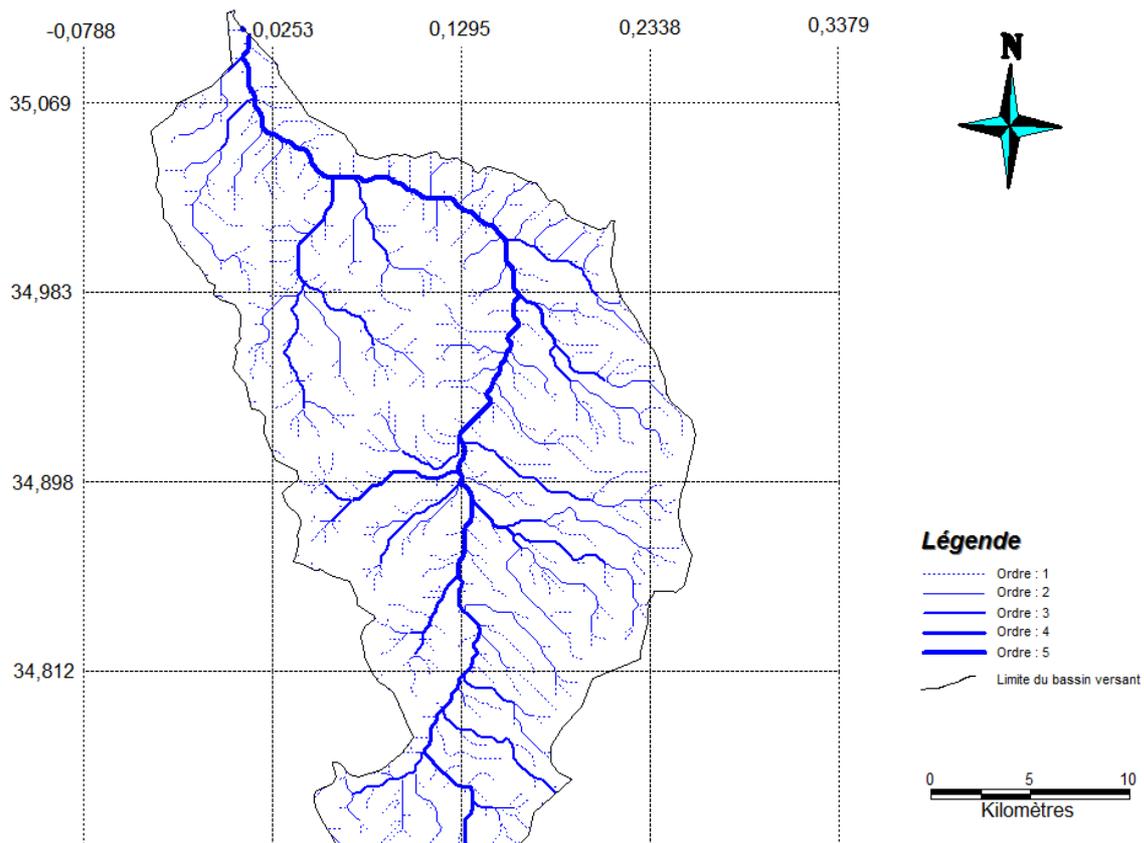


Figure.2 : Réseau hydrographique du sous bassin versant de l'oued de Saïda

Les grandes exportations sont liées aux ruissellements exceptionnels qui sont enregistrés en automne ou les conditions optimales du ruissellement sont réunies (pluies abondantes et relativement intenses, sol nu, croute de battance). Ces ruissellements qui génèrent beaucoup de griffes et de rigoles surtout les sols argileux sont à l'origine de dégradations spectaculaires qui marquent souvent le paysage pour plusieurs années (LABANI, 2014)

Cette présentation des différents facteurs physico-géographiques permet d'émettre les conclusions suivantes:

Les facteurs morphométriques sont très favorables à l'écoulement superficiel, les facteurs lithologiques sont favorables à l'infiltration des eaux, la végétation est favorable au ruissellement et par conséquent à l'érosion et au transport solide.

Approche Méthodologique

L'approche utilisée pour la cartographie de l'aléa «érosion» est une évaluation qui s'appuie sur la pondération de chaque facteur avant d'effectuer leur superposition. La différence globale entre tous les modèles qualitatifs utilisant l'approche SIG est dans la pondération des différents facteurs. Les facteurs et leurs pondérations sont choisis à partir de plusieurs expériences effectuées dans la région d'étude, permettant ainsi d'établir une méthode commune.

Couvert végétal :

À partir des images satellitaires et des données recueillies auprès des services agricoles et de la conservation des forêts de la wilaya de Saida, une carte d'occupation du couvert végétal a été élaborée au 1/50 000 pour le sous bassin versant de l'oued Saida

Plusieurs classes de couverture végétale apparaissent.

À chaque classe, a été affectée une capacité de protection contre l'érosion hydrique (ROOSE, 1977)

Classe 1 : non protecteur. Correspond aux sols entièrement dénudés et non cultivés

Classe 2 : peu protecteur. Comprend aux parcours

Classe 3 : moyennement protecteur. Comprend et les cultures annuelles (céréales, agriculture extensive)

Classe 4 : fortement protecteur forêts, reboisement, l'arboriculture et la viticulture

La classification de Roose (1977) nous a servis pour dégager une classification appropriée :

Cette classification a permis de dégager trois groupes

- couvert végétal permanent : Couvert forestier, reboisements forestiers, arboriculture et plantation viticole
- couvert végétal temporaire : Céréales, agriculture extensive et semi intensive terres labourables
- couvert végétal incomplet : pâturage dégradé et sols nus

La classification dirigée par la méthode de maximum de vraisemblance, basée sur l'observation directe des catégories d'utilisation des terres, a permis d'obtenir une carte d'occupation des terres. Cinq classes sont ainsi identifiées : les terrains cultivés, terrains nus, végétation très dense, végétation éparses ou de densité moyenne et le périmètre urbain.

Chaque classe est assignée à une valeur entre 1 et 4, 4 étant affecté à la classe la moins vulnérable et 1 à la classe la plus vulnérable (Roose,1977)

Tableau.1 : Classes de sensibilité du couvert végétal à l'érosion.

Couvert végétal	Degré de protection
Vigne, Arboriculture	4
Forêt	4
Cultures annuelles : Céréales, Agriculture extensive ou semi intensive, Terres labourables	3
Parcours très dégradé	2
Parcours	2
Sols nus	1

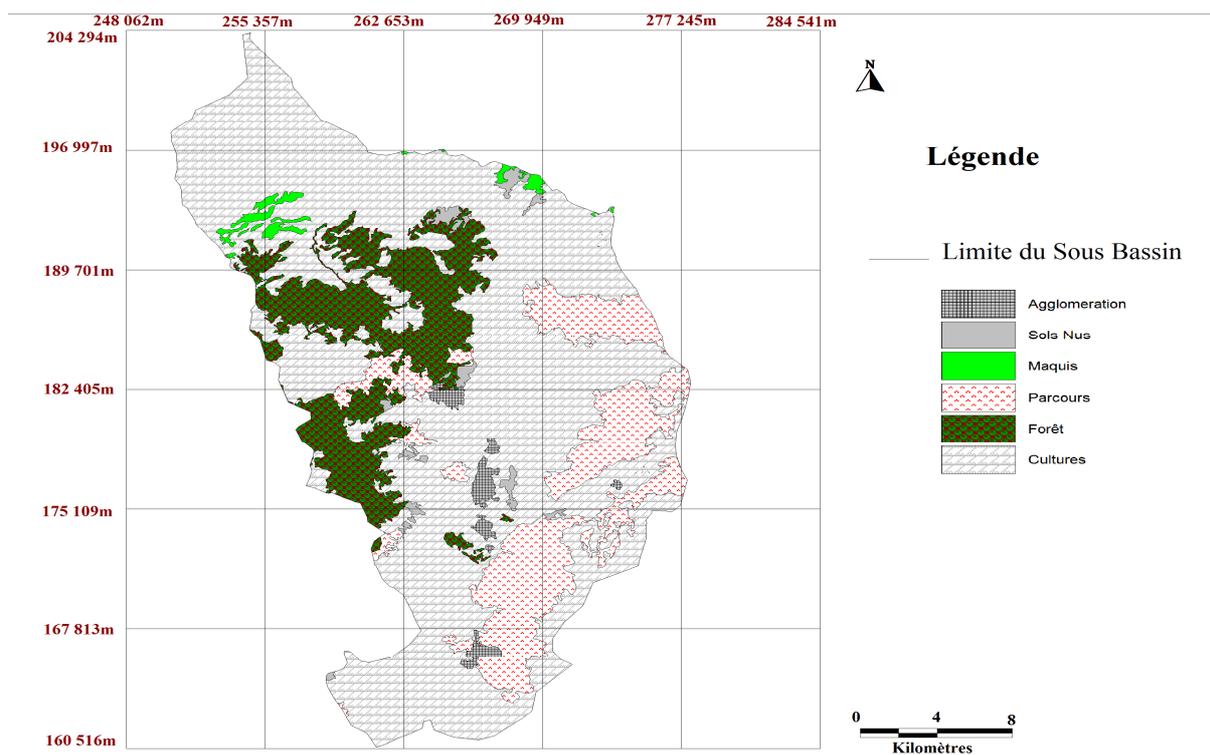


Figure 3 .Occupation du sol du sous bassin versant Oued de Saida

L'inclinaison de la pente topographique

La carte des pentes générée à partir du modèle numérique d'altitude (MNA), pour chaque classe de pente est assigné un indice variant entre 1 et 4 (tableau.), 1 étant affecté aux pentes faibles (< 5°) et 4 aux pentes fortes (>15°).

Première classe de 0-5% correspond à un relief de plaines, aux terrasses alluviales et aux replats structuraux que l'on trouve dans la zone montagneuse ;

Deuxième classe de 5-15% représente la zone de piémont, relief de glacis, collines ;

Troisième classe de 15-35% correspond à une zone mixte qui regroupe le haut de piémont et les montagnes ;

Quatrième classe supérieure à 35% représente un relief moyennement accidenté à accidenté et les escarpements rocheux

Tableau.2 : Classes de pente et indices attribués selon Roose, 1977

Pentes	Indices
>35%	4
15-35%	3
5-15%	2
0-5%	1

Les terres à pente faible représente % de surface, le reste, qui est de % est réservé aux pentes fortes; notons que ces dernières occupent surtout le sous bassin de Saida

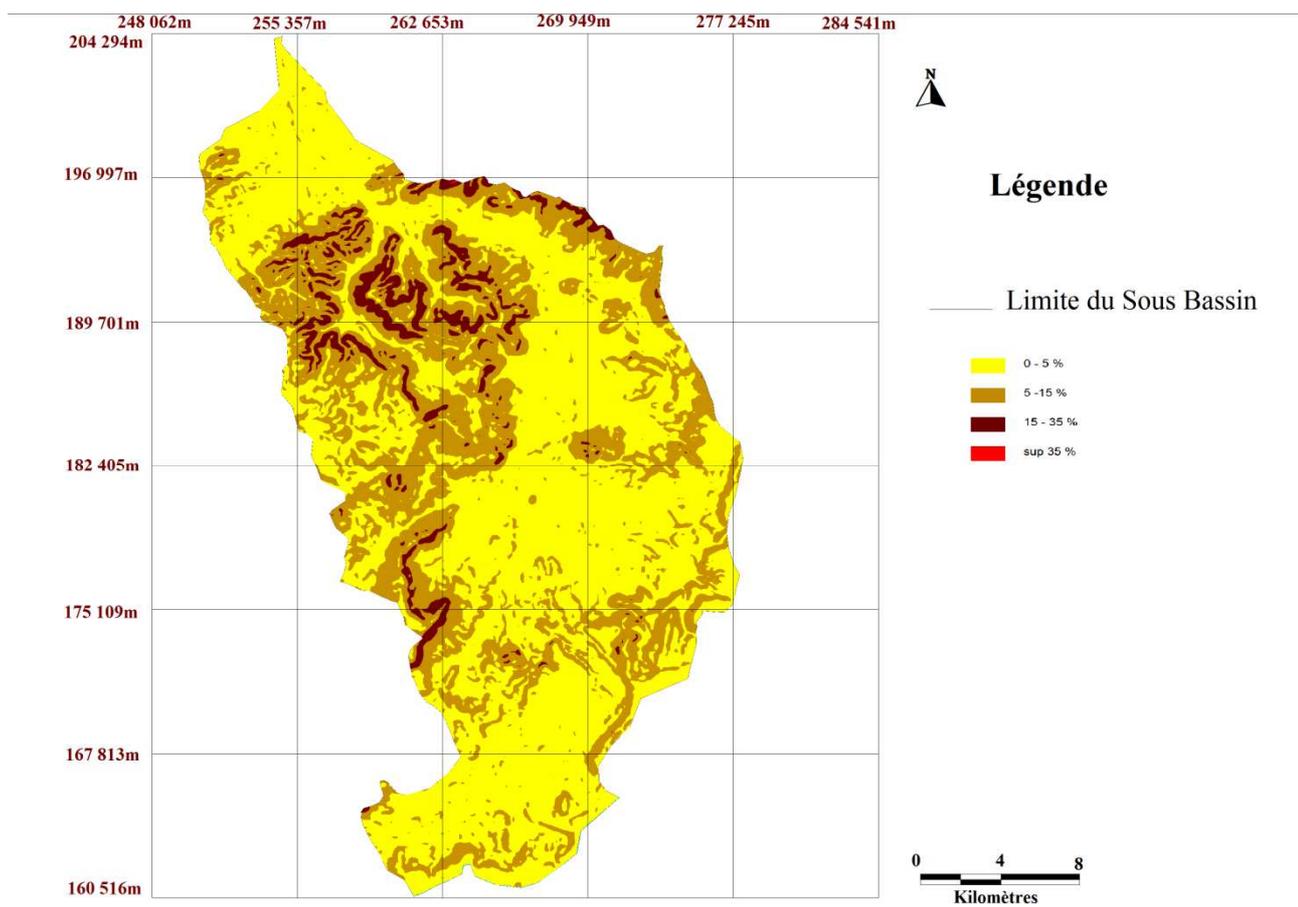


Figure.4 : carte des pentes du sous bassin versant

La lithologie

La carte lithologique du sous bassin versant de l'oued Saida laisse apparaître une grande diversité des formations superficielles avec prédominance des sols argileux issus des formations marneuses (fig.5).

Les classes de sensibilité des sols pour chaque type de sol sont attribuées à partir des caractéristiques des sols, et de leur sensibilité à la battance et à la fissuration (tableau).

La classification de sensibilité comprend, par ordre décroissant, quatre classes avec les pourcentages des surfaces du bassin.

- 1 : très fortement sensible
- 2 : fortement sensible
- 3 : moyennement sensible
- 4 : faiblement sensible

Tableau.3 : Classement des sols en fonction de différentes caractéristiques

Type de sol	Caractéristiques	Sensibilité à la battance	Sensibilité à la fissuration	Classe sensibilité
Sablo-limoneux sur dolomie cristalline ou calcaire Bajo-Bathonien	Moyennement à peu profond – Texture équilibrée – Sols très filtrants – Stables sur croûte calcaire	Faible	Faible	3
Dolomies cristalline Aaléno-Bajocien	Moyennement à peu profond – Texture équilibrée – Sols très filtrants – Stables sur croûte	faible	faible	3

	calcaire				
Alluvions	Texture argileuse	limono-sablo-	Limitée	Faible	2
Marnes avec des bancs de grès du collovo-oxofordien	Texture argileuse	sablo-limono-	Faible	Faible	4
Argile et conglomérat	Texture argileuse	sablo-limono-	Faible	Faible	4
Grès à passages argileux	Texture argileuse	limono-	limité	moyenne	1
Dolomies et calcaires	Texture argileuse	limono-	limité	moyenne	1
Cailloutis, tufs, travertins	Texture argileuse	limono-	limité		1

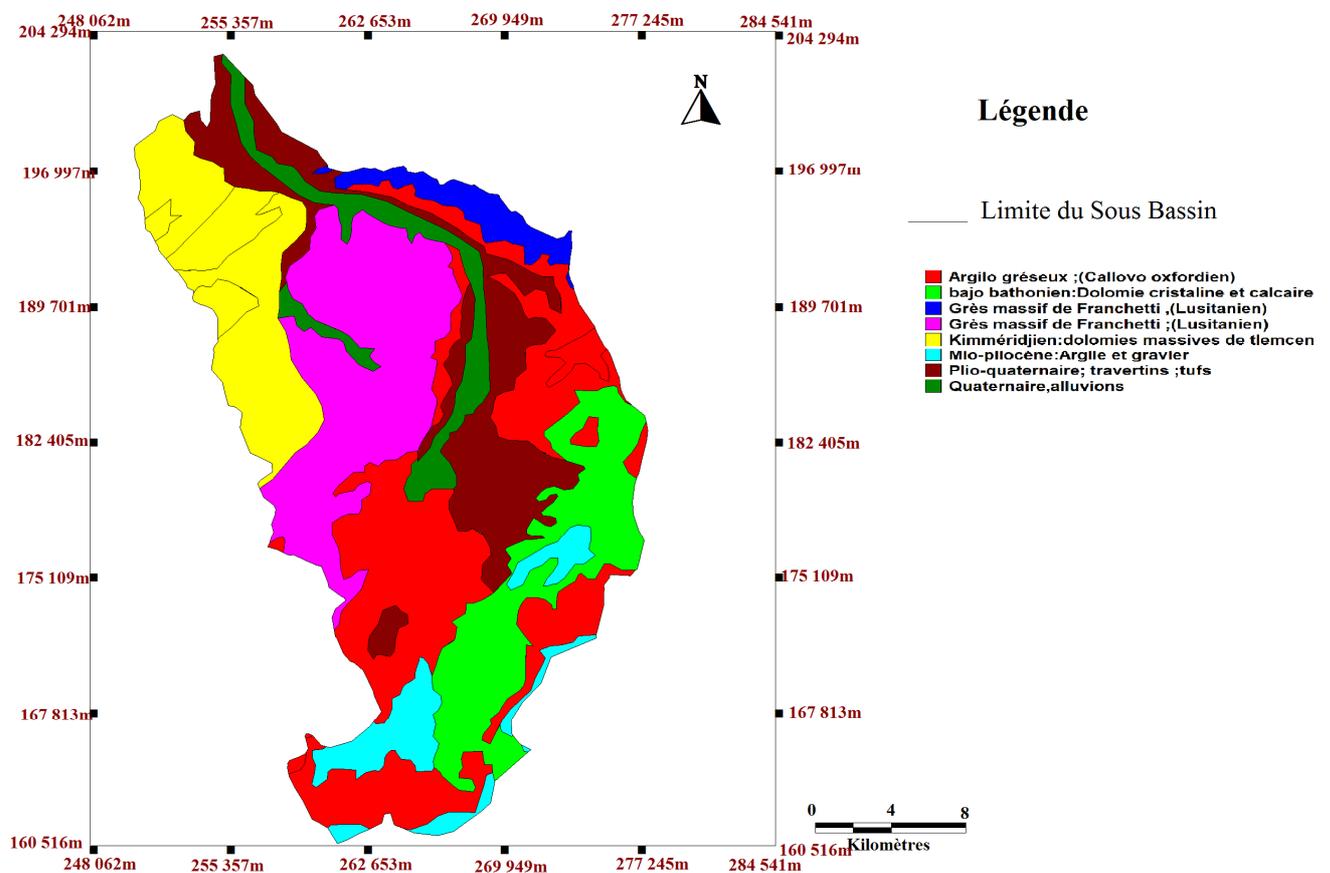


Figure .5 : Carte lithologique du sous bassin versant de l'oued de Saida

La carte lithologique obtenue fait ressortir que la classe des sols très fortement et fortement sensibles représentent % de la surface totale, cette lithologie tendre et fragile engendre sans doute une dynamique érosive active

Résultats et discussion

II.1. Carte de fragilité des terres

La carte d'occupation du sol a été croisée avec la carte lithologique pour l'élaboration de la carte de fragilité des terres (fig.6). Le croisement s'est fait sur la base d'une matrice appropriée.

Le résultat du croisement met en évidence quatre classes de fragilité des terres :

1: terres très fragiles représentent 53 % de la superficie totale.

2: terres fragiles représentent 25,95%de la superficie totale.

3: terres moyennement fragiles représentent 4,22%de la superficie totale.

4: terres peu fragiles représentent 16,73%de la superficie totale.

Les terres très fragiles et fragiles représentent plus de 78 % de la superficie du sous bassin-versant.

La méthodologie développée dans cette étude utilise des règles qualitatives, des évaluations et une hiérarchisation des paramètres intervenant dans l'érosion hydrique, occupation des terres (fig.3), degré de pente (fig.4) et lithologie (fig. 5)

L'ensemble de ces données est intégré dans un SIG pour une meilleure gestion de l'information. La combinaison de ces cartes, suivant la règle de décision mentionnée sur le tableau 4, a permis de produire une carte thématique appelée carte de sensibilité d'érosion (fig.5). Celle-ci comprend trois classes : faible, moyen et fort.

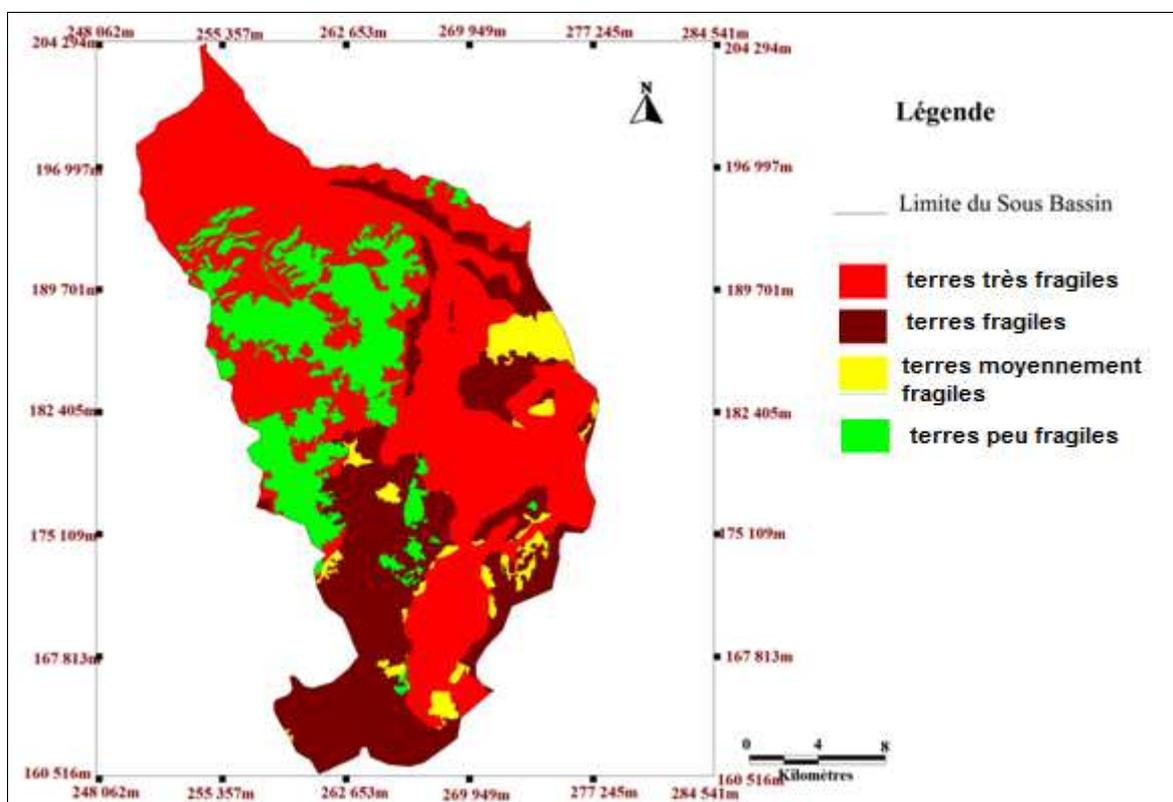


Figure 6 : Carte de fragilité des sols à l'érosion hydrique du sous bassin versant

.Carte de sensibilité des sols à l'érosion hydrique

La méthodologie développée dans cette étude utilise des règles qualitatives, des évaluations et une hiérarchisation des paramètres intervenant dans l'érosion hydrique : occupation des terres (fig.), degré de pente (fig.) et lithologie.

L'ensemble de ces données est intégré dans un SIG pour une meilleure gestion de l'information. La combinaison de ces cartes, suivant la règle de décision mentionnée sur le tableau 5, a permis de produire une carte thématique appelée carte de sensibilité d'érosion.

Tableau: Règles de décision

Fragilité Pente	1	2	3	4
1	2	1	1	1
2	3	3	2	1
3	3	3	3	2
4	3	3	3	3

La carte de sensibilité des sols à l'érosion hydrique est réalisée par le croisement de la carte de fragilité des terres et la carte des pentes.

Trois classes apparaissent (fig.)

- classe 1 : sensibilité forte à l'érosion représentent 34,89 % de la superficie totale.
- classe 2 : sensibilité moyenne à l'érosion représentent 24,93% de la superficie totale.
- classe 3 : sensibilité faible à l'érosion représentent 40,18% de la superficie totale.
- Près de % des sols sont sujette à l'érosion hydrique.

Après une description généralisée du milieu physique de notre bassin, nous avons remarqué que la partie sud est de notre sous bassin versant est très favorable au phénomène érosif contrairement à la partie sud ouest Sud. Cette partie est accidentée ou on rencontre des terrains à forte pente (> 15°) et un couvert végétal presque absent.

Les autres parties où la pente est comprise entre 5 et 15 présentent une vulnérabilité moyenne. Les zones à vulnérabilité faible (pente < 5°)

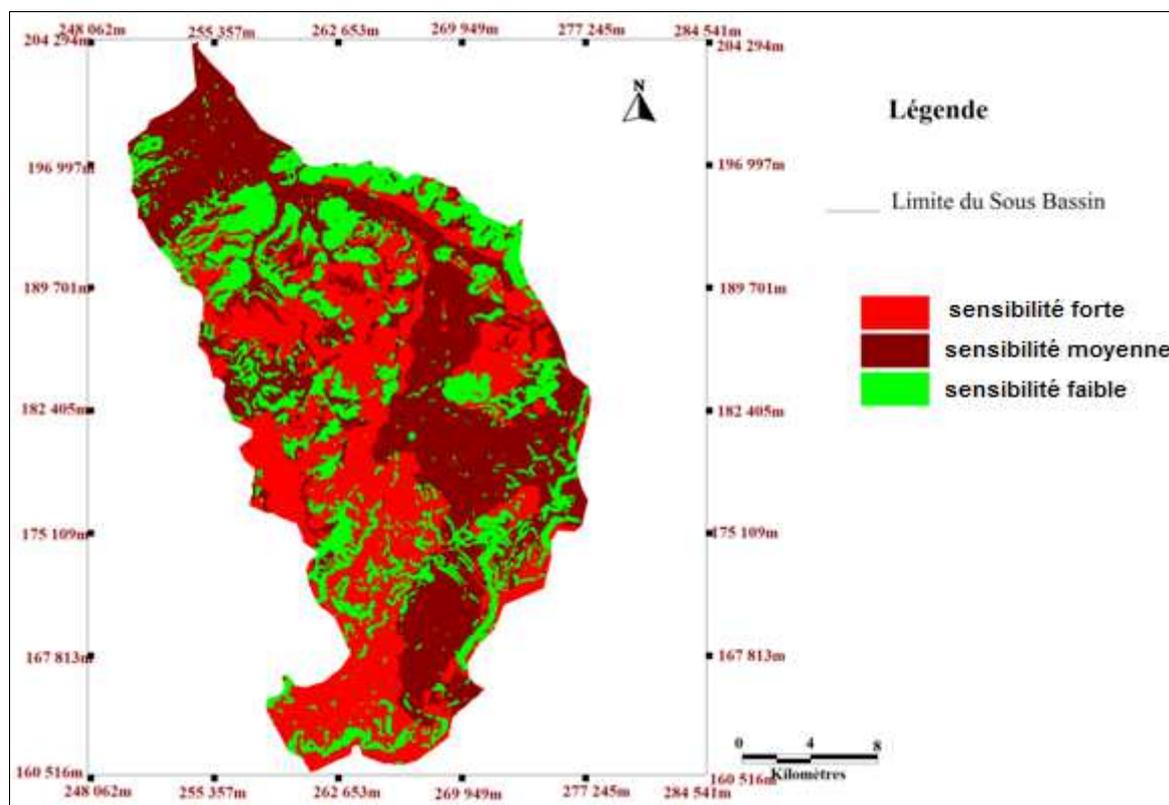


Figure : Carte de sensibilité des sols à l'érosion hydrique du sous bassin versant

Synthèse

Les éléments contenus dans les inventaires topographiques, les inventaires géologiques et d'occupation des terres ont été croisés dans un système d'information géographique. L'analyse et la modélisation spatiale de la friabilité du substratum lithologique, du couvert végétale et le degré de pente ont permis d'avoir une idée claire sur la gestion du bassin versant des l'oued de Saida et par conséquent produire un projets plus en harmonie avec la nécessité de protéger les barrages, situé en aval, contre l'envasement et la dégradation des sols.

L'érosion hydrique dans le bassin versant de l'oued de Saida résulte de la conjugaison de différents facteurs :

- Un climat semi aride, une lithologie à dominance tendre, une couverture végétale très dégradée, les techniques culturales non adaptées, un relief très fort, une érodibilité des sols et une érosivité des pluies,

Celle-ci offre l'avantage d'intégrer pleinement le facteur anthropique en associant l'homme avec son savoir local, ses attentes et ses besoins.

Conclusion

La cartographie des zones à l'érosion hydrique du sous bassin versant de l'oued de Saida. a permis de distinguer trois classes de vulnérabilité multifactorielle à l'érosion hydrique. Les zones à faible vulnérabilité couvrent 29 % du secteur d'étude, les zones à moyenne vulnérabilité 34 % et celles à forte vulnérabilité 37 %.

Ainsi les classes moyenne et forte intéressent-elles 71 % du secteur d'étude. Leur vulnérabilité est due, pour l'essentiel, à une forte pression anthropique, à caractère agricole, qui provoque la réduction du couvert forestier au profit des cultures. Les caractères des sols (souvent sablo-argileux) et des formations superficielles (notamment des sables marins, à grains fins) contribuent à l'efficacité des processus d'érosion sur les terres agricoles.

La carte de vulnérabilité multifactorielle à l'érosion hydrique obtenue à l'issue de ce travail, ébauche qu'il conviendra d'améliorer, pourrait constituer un premier document d'orientation en vue d'une utilisation rationnelle des sols de la région.

Des recherches poussées sur l'érodabilité des sols, leur infiltrabilité et l'érosivité des pluies apporteraient des informations complémentaires permettant d'affiner la carte de vulnérabilité multifactorielle à l'érosion hydrique. L'acquisition de connaissances sur l'érosivité des pluies et sa répartition spatiale serait particulièrement intéressante.

1. Bouchetata A. *Cartographie des risques d'érosion hydrique des sols par l'utilisation du SIG « cas du sous-bassin-versant de l'oued Fergoug »*. Thèse de Magister, Centre universitaire de Mascara, 2001.
2. Benchetrit M. *L'érosion actuelle et ses conséquences sur l'aménagement en Algérie*. Paris : Presses universitaires de France, 1972.
3. Kouri L. *L'érosion hydrique des sols dans le bassin versant de l'Oued Mina Algérie. Étude des processus et types fonctionnels de ravins*. Thèse de doctorat, université Louis Pasteur Strasbourg, 1993.
4. Morsli B. *Caractérisation, distribution et susceptibilité à l'érosion des sols de montagne « cas des monts de Beni chougane–Mascara »*. Thèse de Magister, Institut national de la recherche forestière (INRF), El Harrach, Alger, 1996.
5. Roose E. *Érosion et ruissellement en Afrique de l'Ouest : vingt années de mesures en petites parcelles expérimentales*. Travaux et Documents, n° 78. Paris : Orstom éditions, 1977.

6. Sabir M. Quelques techniques traditionnelles de gestion de l'eau et de lutte antiérosive dans le bassin versant de Sidi Driss, Haut Atlas Central, Maroc. *Bull Réseau Érosion* 2002 ; 21 : 224-31.

7. Taabni M. Aménagement, lutte contre l'érosion des terres et pratiques paysannes dans les montagnes telliennes du nord ouest algérien. *Bull Réseau Érosion* 1998 ; 18 : 348-68.

8. Roose E, et al. Érosion en nappe et ruissellement en montagne méditerranéenne algérienne. *Cah Orstom Sér Pédol* 1996 ; 18 : 289-308.

9. Arabi M. *Application de la gestion conservatrice de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols en Algérie*. El Harrach (Algérie) : Institut national de la recherche forestière (INRF), Yles, 2010 : *Quantification et modélisation du transport solide dans le bassin-versant de l'oued Saïda (hauts plateaux algériens)*, Science et changements planétaires / Sécheresse. Volume 23, Numéro 4, 289-96, édition John Libbey, Octobre-Novembre-Décembre 2012,

H.P.O, (1995) : Étude du schéma directeur d'assainissement des eaux usées et pluviales de la ville de Saïda, Rapport d'étude, wilaya de Saïda

Khaldi A., (2005) : Impacte de la sécheresse sur le régime des écoulements souterrains dans les massifs calcaire de l'Ouest algérien "Monts de Tlemcen- Saïda" , Thèse de doctorat d'état, Université d'Oran