

TECHNIQUES DE CONSERVATION DES EAUX ET DU SOL DANS LE BASSIN VERSANT D'OUED SIDI SALAH (SFAX-TUNISIE): ESSAI D'EVALUATION

FOURATI Marwa¹, BOUAZIZ Riadh², EL AMRI Asma¹ et MAJDOUB Rajouene¹

⁽¹⁾Département du Génie des Systèmes Horticoles et du Milieu Naturel

Institut Supérieur Agronomique de Chott Mariem

Université de Sousse, Sousse, Tunisie

⁽²⁾Laboratoire de Cartographie Géomorphologique des Milieux, des Environnements et des

Dynamiques, Faculté des Lettres et des Sciences Humaines de Sfax

Université de Sfax, Sfax, Tunisie

E-mail: marwa.fourati@yahoo.fr; riadhbouaziz@yahoo.fr; elasma@yahoo.com;
rmajdoub@yahoo.com

Résumé. - L'érosion hydrique, phénomène largement répandu en Tunisie, est l'une des principales sources de détérioration des sols dans les zones agricoles, à l'échelle locale des exploitations et à l'échelle des bassins versants. Pour lutter contre ce phénomène, des aménagements de conservation des eaux et du sol ont été présents au niveau du bassin versant d'Oued Sidi Salah (Tunisie centrale) où l'érosion hydrique se manifeste fortement. Ce travail consiste à évaluer les aménagements existants au niveau du bassin versant, leurs états et leurs efficacités, par l'utilisation des outils du système d'information géographique. Après l'élaboration d'une base de données multi-ressources, en utilisant un ensemble de logiciels, il est établi différentes cartes thématiques. Ces dernières ont permis de mettre à jour les données et de faire une analyse spatiale du milieu. Les résultats montrent que les ouvrages ont été efficaces dans certains endroits. Toutefois, leur nombre reste très limité vis-à-vis la fragilité du milieu naturel et l'intensité de l'érosion. Par conséquent, ce travail a essayé de mettre l'accent sur la nécessité d'avoir une vision globale sur les problèmes de dégradation du milieu dans l'ensemble du bassin versant. Cette tâche permettra de chercher les solutions adéquates et de répartir les travaux selon des zones de priorité.

Mots clés : Bassin versant, dégradation des terres, aménagements hydro-agricoles, conservation des eaux et des sols, Sidi Salah.

WORKS OF WATER AND SOIL CONSERVATION IN THE WATERSHED OF OUED SIDI SALAH (SFAX - TUNISIA): EVALUATION TEST

Abstract. - The watershed of Oued Sidi Salah (Sfax, Tunisia) had a change in the agricultural landscape which has affected the dynamics of the river system and has aggravated the water erosion. This erosion appears differently in the study area. Faced to those plagues, many works of Water and soil Conservation were present. This work aims to study and analyze the existing development in the watershed by using tools of the geographic information system. After development of multi resources database using a set of softwares, different thematic maps were obtained. These allowed not only having an update of the data and making a spatial analysis of the environment, but also the ability to overlay several themes at once. An evaluation test of these works, their shape and their effectiveness has been presented and accompanied by some recommendations on actions taken and planned. This work has tried to focus on the need of having a global view of environment degradation problems throughout the watershed. This task will allow to find the right solutions and to distribute tasks according to priority areas.

Key words: Watershed, land degradation, hydro-agriculture works, water and soil conservation, sidi salah (Sfax, Tunisia).

Introduction

La protection du patrimoine eau et sol est devenue la préoccupation majeure de tous les pays, entre autres les pays méditerranéennes, surtout que ces deux ressources naturelles sont limitées et non renouvelables à court ou moyen termes [1]. La Tunisie, pays aride à semi-aride, est caractérisée par un milieu très vulnérable aux fléaux de dégradation des terres particulièrement l'érosion hydrique. Ceci est en rapport avec des facteurs naturels, essentiellement climatiques à cause de l'irrégularité et la torrencialité des précipitations, mais la part de l'Homme, depuis l'antiquité et surtout avec la colonisation et l'introduction de nouvelles techniques agricoles est indéniable [2, 3, 4]. Face à ce problème, un programme stratégique, qui vise la création des aménagements antiérosifs des terres, notamment les travaux de Conservation des Eaux et du Sol (CES), a été établi pour assurer une durabilité du sol et une meilleure gestion des ressources en eau [5, 6, 7].

L'intérêt pour la conservation des eaux et du sol a été accompagné, durant les dernières décennies, par le développement de nombreux outils informatiques tels que les Systèmes d'Information Géographique (SIG). Ces outils ont permis de stocker, de mettre à jour et d'analyser des données [8,9]. Ils ont été utilisés dans différents domaines tels que la prévision des productions agricoles [10], la gestion des ressources en eau [11, 12], l'exploitation des carrières, l'impact de la pollution sur l'environnement [13], la détection des changements des couvertures végétales [14] et le suivi du ravinement [15]. Leur application dans le domaine des travaux de CES a été abordée par BACCARI *et al.* (2005) [16], pour développer une méthodologie d'inventaire des aménagements anti érosifs basée sur des photographies aériennes. La détection des sites potentiels aux lacs collinaires a été étudiée par ANANE *et al.* (2008) [17] alors que l'identification des jessours, ouvrages anti-érosifs spécifiques du Sud Tunisien, a été abordée par ABDELLI *et al.* (2012) [18].

Dans la région de Sfax de la Tunisie centrale, le bassin versant Sidi Salah constitue l'un des principaux bassins de la région [19]. Malgré sa faible topographie, ce bassin versant n'a pas échappé du fléau de l'érosion hydrique [20]. Il a été, ainsi, aménagé depuis les années 1990, par des techniques de conservation des eaux et de sol qui ont été installés sur les versants et dans l'axe des oueds [21]. Ce travail vise, en s'appuyant sur des travaux de terrain et des images satellitaires de très haute résolution (à partir de Google Earth) de présenter un diagnostic sur les différentes techniques de CES. Cette tâche permettra d'évaluer le fonctionnement des différents travaux d'aménagements hydroagricoles réalisés au niveau du bassin versant Sidi Salah. L'étude a été basée sur l'identification des aménagements de conservation des eaux et du sol existants et sur le suivi de leur état de fonctionnement et leur efficacité dans la lutte contre l'érosion.

1.- Matériel et Méthodes

1.1.- Cadre général de la zone d'étude

Le bassin versant d'Oued Sidi Salah appartient à la côte Nord du Golfe de Gabès, précisément au nord de la ville de Sfax. Il constitue l'un des principaux bassins versants de la région avec une forme allongée et une superficie de 250 km² (fig. 1). Le bassin versant d'étude se caractérise par une topographie faible. Toutefois, il est possible d'y distinguer des différences sensibles au niveau des altitudes et des formes. En amont, se sont les collines qui correspondent au relief le plus élevé; leurs altitudes restent modestes situées autour de 130 à 180 m. En contrebas des collines, s'étend le domaine des plateaux avec une

topographie généralement régulière, des altitudes moyennes comprises entre 40 et 130 m et des pentes faibles ne dépassant pas 0,8%. Vers la mer, le passage du plateau à la plaine se fait souvent de façon insensible. Le régime pluviométrique est caractérisé par des pluies très irrégulières, torrentielles et violentes. De tels événements ont été à l'origine de la dégradation du milieu naturel et de la transformation de la morphologie des cours d'eau. En effet, depuis la deuxième décennie du 20^{ème} siècle, la zone d'étude a connu plusieurs événements pluviométriques exceptionnels, dont les plus connues sont ceux de 1969, 1982, 2009 et 2013 [22].

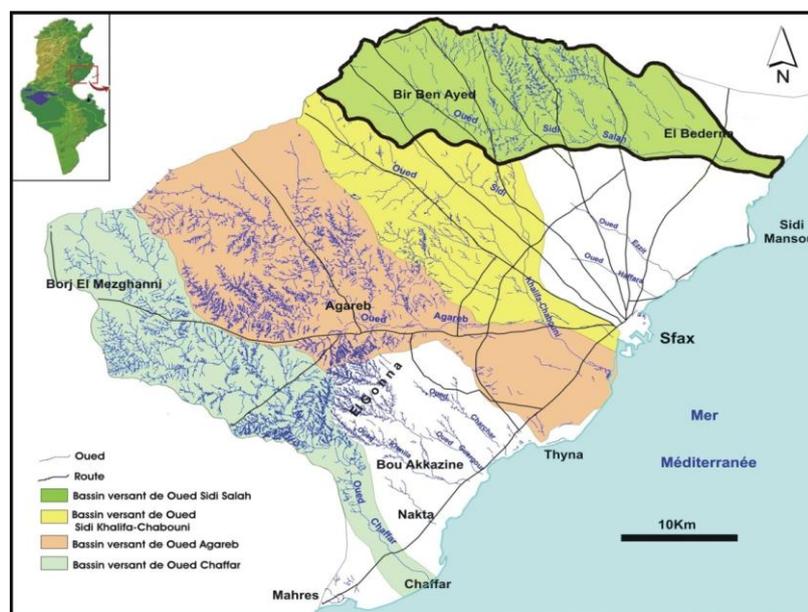


Figure 1.- Carte de localisation du bassin versant d'Oued Sidi Salah adaptée [23]

Le bassin versant d'étude est drainé par un réseau hydrographique de petite taille mais relativement dense. Le cours d'eau principal prend naissance dans les collines de Sidi Litayem et s'écoule du Nord-Nord Ouest vers le Sud-Sud Est pour se jeter dans la mer au niveau de Chott El Mardassia [24]. De l'amont vers l'aval, l'oued prend les appellations suivantes : Oued Hendaia, Oued Boucherna, Oued Darroug, Oued Sidi Salah et Oued Lâachech [23]. La délimitation du bassin d'étude a permis de distinguer dix sous bassins versants dont chacun prend le nom de son cours principal (tab. I).

Tableau I.- Caractéristiques des sous bassin versants

Sous bassin versant	Superficie (km ²)	Périmètre (km)
Oued Hendaia	49,07	29,13
Oued Bourchena	46,50	31,07
Oued Sidi Abdelkefi	12,07	16,79
Oued Seguit Bab Jebli	1,72	7,66
Oued Bouferis	13,80	21,45
Oued Kharrouba	25,38	30,61
Oued Ezzriba	9,06	15,38
Oued Laachech	60,62	40,33
Oued Khadhri	41,56	35,88
Oued Hallouf	6,32	12,03

1.2.- Procédé de travail

Le tableau II présente le matériel utilisé dans cette étude. Il s'agit des outils purement informatiques basés sur un ensemble de logiciels de traitement d'images et de SIG. Chaque logiciel possède une tâche bien précise. Le choix de ces logiciels s'explique par la possibilité de transférer les cartes entre celles de manière très rapide selon des extensions de types wmf, shp, eps, etc.

Tableau II.- Matériel utilisé

Logiciel	Utilité
ERDAS Imagine	Géoréférencement Traitement des images satellitaires
ArcView 3.2	Elaboration d'une base de données Superposition de différentes couches de données Visualisation et analyse des données géographiques
Corel Draw	Cartographie assistée par ordinateur
Google Satellite Maps Downloader	Téléchargement des images satellitaires à partir de Google Earth

L'élaboration des cartes thématiques a été basée sur des documents cartographiques en modes raster et vecteur. Les documents en mode raster sont essentiellement les cartes topographiques de Sfax et de Sidi Litayem au 1/50000 et au 1/25000 datées respectivement de 1955 et 1992, et des images satellitaires téléchargées de Google Earth moyennant le logiciel «Google Satellite Maps Downloader». Les documents en mode vecteur correspondent à des thèmes digitalisés ou à des statistiques issues du Commissariat Régional Au Développement Agricole (CRDA) de Sfax (Tunisie).

L'ensemble de ces documents a été géoréférencé en utilisant le logiciel ERDAS Imagine. Toute la base de données a été intégrée dans un SIG pour créer des thèmes capables d'apporter plus de précision à notre étude concernant le réseau hydrographique, la limite du bassin versant, l'évolution de l'occupation du sol et surtout les ouvrages de conservation des eaux et du sol, etc. Pour bien évaluer ces travaux, une carte de disfonctionnement de ces ouvrages a été, également, élaborée par la photo interprétation comparée des images satellitaires, à haute résolution, prises à différentes dates (2003, 2010 et 2013), et basée sur des observations directes sur le terrain (emplacement, état, qualité du travail, etc.). Il s'agit, en fait, des observations non détectables avec la photo interprétation même avec l'utilisation des images à haute résolution.

1.3.- Classification des sous bassins versants selon leur priorité en matières anti-érosives

Une méthode de classification des sous bassins versants selon leurs niveaux de priorité en matière de lutte contre l'érosion a été proposée pour évaluer l'emplacement des ouvrages de conservation des eaux et de sols aménagés dans le bassin versant de Sidi Salah. Cette méthode intègre quatre paramètres essentiels à savoir : i) le pourcentage qu'occupent des cultures par rapports à la superficie totale du sous bassin versant, ii) l'importance relative des pentes supérieures à 3% dans la superficie totale de chaque sous bassin, iii) l'importance relative des sols rendziniques caractéristiques des dômes encroûtés sur le mio-pliocène et iv) le taux d'érosion hydrique.

encroûtés et faiblement pentus. Ceci montre la sensibilité des sols à l'érosion hydrique et la nécessité d'établir une échelle d'intensité du processus d'érosion, à fin de donner la priorité aux interventions anti-érosives.

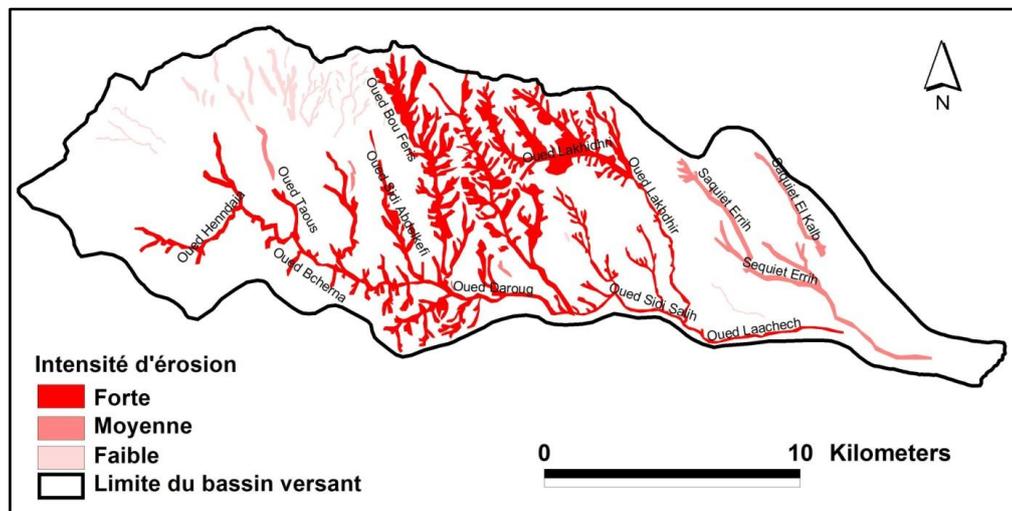


Figure 3.- Carte d'érosion du bassin versant

2.2.- Inventaire des travaux anti-érosifs

Le bassin versant d'Oued Sidi Salah est caractérisé par la diversité de ses aménagements de conservation des eaux et du sol. La carte des ouvrages anti-érosifs, réalisée à partir des images satellitaires à haute résolution (fig. 4), montre que le bassin contient différents types d'ouvrages spécifiques pour le traitement des terrains en pentes qui ont été aménagés sur les talus de raccordement et d'autres pour le traitement des cours d'eau implantés sur les axes des oueds.

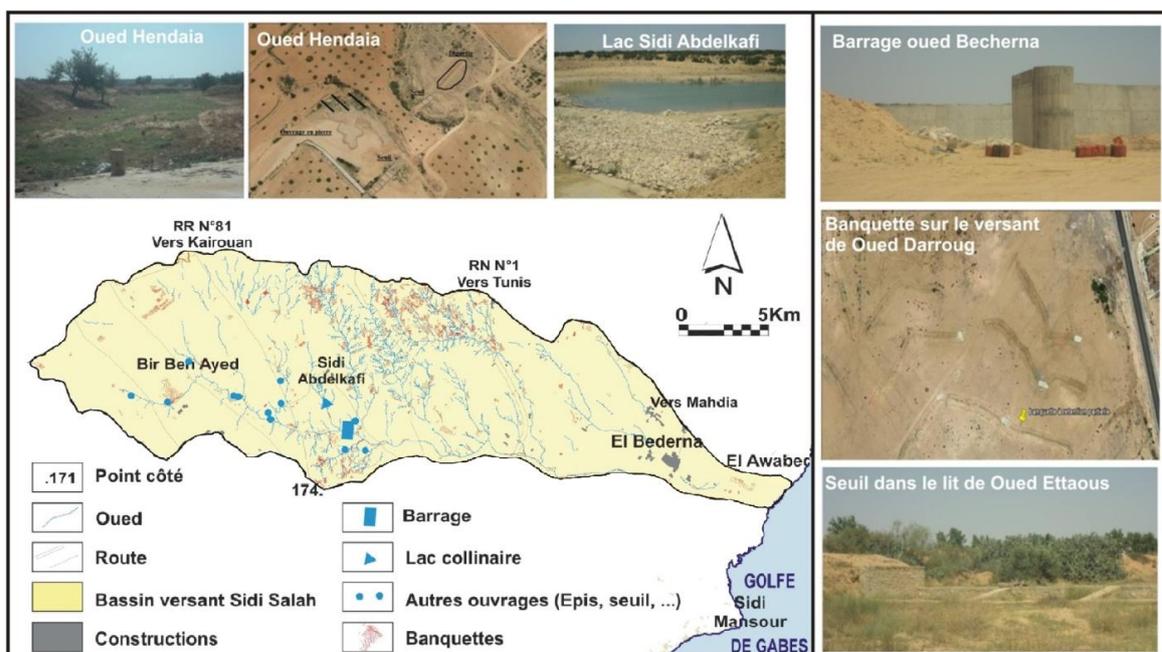


Figure 4.- Carte d'aménagement du bassin versant Sidi Salah

Sur les talus de raccordement, se sont les aménagements en banquettes anti-érosives qui dominent. Elles ont été réparties sur presque la totalité de la surface du bassin versant et selon les courbes de niveau. Les banquettes, formées d'un canal creusé et un remblai en ados, construite perpendiculairement à la pente d'un champ à intervalle régulier, permettent de briser la pente de proche en proche et à intercepter le ruissellement de surface avant qu'il n'atteigne une vitesse érosive [24]. Le tableau III présente la répartition de ces banquettes selon les sous bassins versants.

Tableau III.- Répartition des banquettes selon les sous bassins versants

Sous bassin versant	Nombre de banquettes	Longueur des banquettes (km)
Oued Hallouf	70	10091,24
Oued Bouferes	97	19403,34
Oued Bourchena	129	29033,22
Oued Seguit Beb Jebli	10	2527,69
Oued Kharrouba	51	10824,23
Oued Henndaia	141	38872,63
Oued Khadhri	168	58593,30
Oued Sidi Abdelkefi	33	9021,42
Oued Ezzriba	3	385,03
Oued Laachech	0	0,00

Sur les axes des oueds, un lac et un barrage collinaires ont été aménagés au niveau du sous bassin versant d'oued Sidi Abdelkefi. Ces deux aménagements ont été destinés pour la recharge de la nappe phréatique et pour diminuer la salinité de ses eaux. Au niveau d'oued Bourchena, un seuil, trois épis et une diguette en pierre ont été installés. Un autre seuil limitrophe à une diguette en terre a été disposé dans le lit d'oued Taous. Dans le reste du bassin, trois seuils en maçonneries ont été construits.

2.3.- Essai d'évaluation des aménagements de CES

2.3.1.- Travaux bien étudiés

L'interprétation de l'ensemble des travaux anti-érosifs couplée avec l'interprétation des images satellitaires montre l'efficacité de leurs études et de leur exécution dans certains endroits. En effet, les aménagements dans l'axe des oueds on été toujours accompagnés par des aménagements sur les versants. Ceci est le cas du lac collinaire et des seuils qui on été accompagnés par des banquettes. Au niveau des méandres d'oued Hendaia limitrophe à celle d'oued Taous, l'emplacement des ouvrages anti-érosifs installés reflète un choix bien étudié des aménagements dans le but d'éliminer le risque de recouplement des deux oueds et de protéger leurs berges.

Quant aux banquettes, elles ont été installées en fonction de la densité du réseau hydrographique, les terres en pentes et les sols riches en sables et en calcaires. Cette

disposition favorise le développement important des terres agricoles ainsi que la protection contre les forts débits des eaux de ruissellement pendant les grandes averses. De plus, une grande concentration des banquettes a été détectée au niveau du sous bassin versant d'oued El khadhri. Ceci s'explique par l'important ravinement qu'il affecte, avec une faible topographie accompagnée par une texture fine exploitée sévèrement par l'Homme.

Dans certains endroits du bassin, les ouvrages de conservation des eaux et du sol installés ont été très efficaces et ont permis de reconstituer le sol dans des terrains ravinés. Ceci est le cas par exemple de quelques ravins au niveau d'oued Kharrouba, présentés dans la figure 5, qui ont été disparus après la mise en place des Tabias.

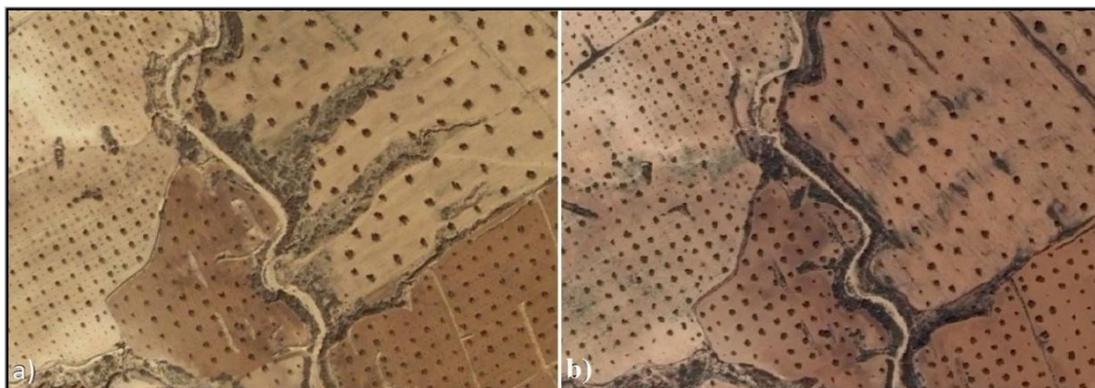


Figure 5.- Images Google du cours d'eau aval d'oued Kharrouba (a : 2003 et b : 2014)

2.3.2.- Absence d'une vision globale

Bien que les aménagements de CES du bassin versant d'oued Sidi Salah présentent certaines efficacités dans plusieurs endroits du bassin versant, ils ont été totalement absents dans d'autres. En effet, les aménagements en banquettes sont concentrés dans la partie à forte érosion mais leur nombre est très limité par rapport à la superficie du bassin versant ainsi qu'à l'importance de l'érosion. Elles sont presque absentes au niveau des sous bassins versant d'oued Ezzriba et d'oued Laachech. Le reste des ouvrages sont concentrés seulement en amont d'oued Darroug appartenant au sous bassin versant d'oued Bourchena.

De même, parmi 45 méandres détectés au niveau du bassin versant, deux seulement ont été aménagés (méandre d'oued Hendaia et d'oued Taous). De plus, en aval du bassin versant, le terrain présente des formations superficielles propices à l'érosion éolienne et à grande sensibilité à la désertification, d'où la nécessité d'accorder des précautions contre ce type d'érosion par des aménagements adéquats.

2.3.3.- Mauvais état des ouvrages

Les observations directes sur le terrain montrent certaines anomalies affectant les ouvrages anti-érosifs. Ces dernières ont empêché les aménagements de bien gérer le phénomène d'érosion hydrique et d'assurer leurs rôles. Les principaux endommagements détectés ont été la destruction des ouvrages disposés dans les lits des oueds. En effet, au niveau d'oued Hendaia la couche superficielle des épis (fig. 6a) et une partie de l'ouvrage en pierre (fig. 6b) ont été détruites. Par ailleurs, un creusement de la fondation du tapis de l'évacuateur de crue au niveau du lac collinaire (fig. 6d) et une ablation de la fondation de la plupart des seuils aménagés dans le bassin versant (fig. 6c) ont été observés.



Figure 6.- Exemples d'ouvrages anti-érosifs dégradés (a : épis, b : ouvrage en pierre, c : seuil et d : évacuateur de crue)

L'apparition de ces insuffisances peut être justifiée essentiellement par des facteurs naturels tels que les écoulements d'eau de ruissellement agressifs (parfois chargé en pierres comme le cas d'El Bogaa Elbidha). D'autres facteurs anthropiques ont été constatés tels que le mauvais choix des matériaux de construction des ouvrages, le passage de labours ou le changement de vocation des banquettes par les agriculteurs et le manque d'entretien. Pour gérer ces insuffisances, il faut bien évaluer l'état des ouvrages par un suivi détaillé dans le cadre des études plus approfondies.

2.3.4.- Classification des sous bassins versants

Les classifications des sous bassins versants selon chaque critère de niveau de priorité des interventions de lutte anti-érosives (niveaux de priorité partiels et niveaux de priorité globaux) ont été déterminées et présentées dans le tableau IV. La superposition de la carte des aménagements du bassins versant de Sidi Salah et celles des niveaux de priorité montre que les sous bassins versants les plus prioritaires en matière de conservation des eaux et du sol ont été quasiment dépourvus des actions d'intervention et que les travaux qui ont été réalisés restent largement insuffisants.

Le sous bassins versant d'oued Hallouf, le plus prioritaire en aménagements, a été aménagé par seulement 10,2 km de banquettes. Toutefois, il présente des pentes élevées exposés à un ruissellement agressif accentué par la nature fragile des sols. En contre partie, le bassin versant d'oued Bourchena a été classé troisième, malgré qu'il possède des sols

ruisselants peu importants et un faible taux d'érosion hydrique. Concernant le sous bassin versant d'oued Khadhri, possédant le plus grand nombre de banquettes, a été classé septième.

Tableau IV.- Classement des sous bassins versants d'oued Sidi Salah selon les niveaux de priorité globaux

Sous bassin versant	Rang selon le taux d'occupation	Rang selon la nature du sol	Rang selon l'importance des pentes	Rang selon l'importance de l'érosion	Rang moyen	Niveau de priorité
Oued Hallouf	3	1	1	4	2,25	1
Oued Bouferes	5	2	5	1	3,25	2
Oued Bourchena	2	6	3	8	4,75	3
Oued Seguit Beb Jebli	7	3	9	2	5,25	4
Oued Kharrouba	8	4	7	3	5,50	5
Oued Henndaia	1	7	4	10	5,50	6
Oued Khadhri	9	8	2	5	6,00	7
Oued Sidi Abdelkefi	4	5	10	6	6,25	8
Oued Ezzriba	10	9	6	7	8,00	9
Oued Laachech	6	10	8	9	8,25	10

Il est recommandé, donc, de revoir le nombre les banquettes et les épis, de valoriser les zones déjà aménagées par le suivi et l'entretien des aménagements anti-érosifs existants et inciter l'Etat à la création des périmètres irrigués. En effet, il est conseillé d'occuper le sol par des végétations susceptibles de protéger les terres contre les facteurs du milieu externe et diminuera de ce fait le danger d'érosion et de ruissellement. La figure 7 présente des propositions d'aménagements dans certains endroits du basin selon l'exigence du milieu.

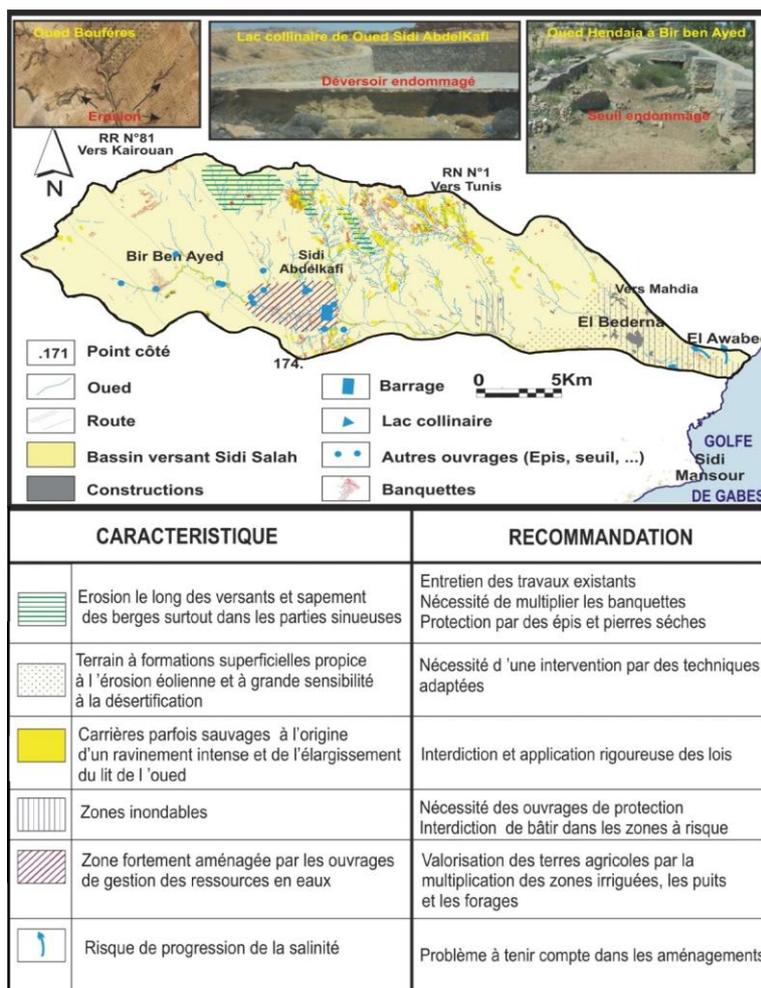


Figure 7.- Recommandations de certains aménagements

Conclusion

L'étude du bassin versant d'oued Sidi Salah situé au nord de la ville de Sfax montre qu'il se caractérise par une topographie monotone et un réseau hydrographique relativement dense. De plus, il a connu une occupation du sol importante menue d'un accroissement anthropique durant les années et caractérisée par une exploitation intensive des carrières. Tout ces facteurs ont fait du bassin d'étude un milieu propice à l'action de l'érosion qui se manifeste différemment et agit sur la dynamique du réseau hydrographique et par conséquent engendre des pertes des ressources en eau et en sol.

En vue d'optimiser la gestion des ressources naturelles, des travaux de CES ont été mis en œuvre. Ce travail a permis d'étudier la dynamique érosive affectant le bassin versant et d'évaluer l'état et la performance des aménagements anti-érosifs installés. Les résultats montrent que les aménagements en banquettes occupent pratiquement tout les sous bassins versants, mais leur nombre reste très faible par rapport aux besoins d'interventions. Concernant le reste des ouvrages, ils ont été très limités. Par ailleurs, ils ont été affectés par des anomalies qui se manifestent essentiellement par leur destruction. Il devient nécessaire, donc, de suivre et d'entretenir les ouvrages existants du bassin versant pour empêcher la multiplication des anomalies, et d'intensifier les aménagements anti-érosifs, en priorité, dans les zones à forte altitude menacées par le recul de la tête de ravin et sur les berges de l'oued.

Références bibliographiques

- [1].- Robert M. et Cheverry C., 1996.- Les ressources mondiales en eau et en sols : une limitation pour l'avenir. Cahiers Agricultures, 5 : 243-248.
- [2].- Heusch B., 1986.- Cinquante ans de banquettes de Conservation des Eaux et du Sol. en Afrique du Nord : un bilan. Cahier OROSTOM pédologie, 22(2) : 153-165.
- [3].- Boufaroua M., 2004.- La conservation des eaux et des sols en Tunisie. Ministère de l'Agriculture, de l'Environnement et des Ressources Hydrauliques. DG/ACTA, L'association échanges méditerranéens pour l'eau, la forêt et le développement informations mensuelles, 7 : 1-7.
- [4].- Salvati L., Zitti M., Ceccarelli T. and Perini L., 2008.- Integrating economic and environmental indicators in the assessment of desertification risk: a case study. Applied Ecology and Environmental Research, 6: 129-138.
- [5].- Wenger R., Rogger C., Wymann von Dach S., 2003.- Gestion Intégrée des Ressources en Eau (GIRE): La voie du développement durable. Info Ressources focus, 3(1), 10 p.
- [6].- Khliidi S. 2003.- Le développement rural durable : cas du Nord-Ouest de la Tunisie. CIHEAM, Série A, Séminaires Méditerranéens, 54 :75-81.
- [7].- Elloumi M. 2006.- Les politiques de développement rural en Tunisie: acquis et perspectives. CIHEAM, Série A, Séminaires Méditerranéens, 71 : 55-65.
- [8].- Steinberg, J., 2000.- Cartographie : télédétection, systèmes d'informations géographique. Edition : Société d'Édition d'Enseignement Supérieur (SEDES), 160 p.
- [9].- Serbeji M. M. et Baklouti M., 2009.- La gestion intégrée des zones côtières à travers l'utilisation de la télédétection et de l'outil SIG: Cas de la ville de Sfax (Tunisie). Conférence Francophones ESRI, Versailles, 6 p.
- [10].- Anatoly A. G., Peng Yi., Timothy J. A. and James S. 2014.- Relationships between gross primary production, green LAI, and canopy chlorophyll content in maize: Implications for remote sensing of primary production. Remote Sensing of Environment, 144: 65-72.
- [11].- Padonou N.M. et Sarr P., 2009.- Contribution de la Télédétection et du Système d'Information Géographique (SIG) à l'amélioration de la gestion des eaux de surface dans un bassin versant: cas du barrage de Mogtedo au Burkina Faso. Journées d'Animation Scientifique de l'AUF, 7 p.
- [12].- Smida H., Zairi M., Trabelsi R. et Ben Dhia H., 2004.- Utilisation des Systèmes d'Informations Géographiques (SIG) pour une gestion optimale des ressources en eau: Cas de la région de Chaffar Sfax Tunisie. Conférence Francophone ESRI : 1-19.
- [13].- Dadi K., 2005.- Contribution du SIG à l'étude d'impact sur l'environnement de l'exploitation des carrières. Mastère de génie de l'environnement et de l'aménagement. Ecole Nationale d'Ingénieurs de Sfax, 82 p.

- [14].- Andrieu J., Mering C., 2008.- Cartographie par télédétection des changements de la couverture végétale sur la bande littorale ouest-africaine : exemple des Rivières du Sud du delta du Saloum au Rio Geba, *Revue Télédétection*, 8(2) : 93-118.
- [15].- Bouchnak H., Sfar Felfoul M., Boussema M. R. et Snane M. H., 2004.- Étude de l'évolution du ravinement en fonction de la lithologie dans les bassins versant des oueds el Hammam et Rmel en Tunisie Centrale. *Télédétection*, 4(1) : 75-93.
- [16].- Baccari N., Boussema M.R. et Snane M.H., 2005.- Nécessité de développement d'une méthodologie d'inventaire basée sur des photographies aériennes numérisées, la réalité de terrain et un SIG : Les cas des Aménagements de Conservation des Eaux et du Sol en Tunisie, *Revue Télédétection*, 5(1, 2, 3) : 3-18.
- [17].- Anane M., Masmoudi M., Ben Mechilia N. and Oweis T., 2008.- Potential sites for hill reservoirs: An assessment methodology using GIS and Remote Sensing Tools. In: *Proceeding of a Workshop Watershed Management in the Dry Area, Jerba, Tunisia*: 109-116.
- [18].- Abdelli F., Ouessar M. et Khatteli H., 2012.- Méthodologie d'identification des ouvrages existants et des sites potentiels pour les Jessours. *Revue des Sciences de l'Eau*, 25(3) : 237-254.
- [19].- Dhieb M., 2009.- Mise en valeur et régulation d'un écosystème à l'échelle locale : les salins de Sfax. Colloque organisé par la Maison de France à Sfax, 5 p.
- [20].- Bouaziz R. et Daoud A., 2010.- Apports de la télédétection dans la connaissance et la gestion des zones humides littorales : Application à la zone de Chott El Merdassia (littoral Nord de Sfax). *Les XIIème Journées Scientifiques du Réseau Télédétection de l'Agence Universitaire de la Francophonie*, Novembre, Monastir, 43 p.
- [21].- Fourati M., Bouaziz R., El Amri A. et Majdoub R., 2015.- Identification des anomalies de fonctionnement des ouvrages de conservation des eaux et du sol du bassin versant Sidi Salah. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 10 (1) : 428-434.
- [22].- Poncet J., 1970.- La catastrophe climatique de l'automne 1969 en Tunisie. *Annales de Géographie*. 79(435) : 581-595.
- [23].- Bouaziz R., 2010.- Les oueds des environs de Sfax (Tunisie orientale). *Editions universitaires européennes*. 228 p.
- [24].- Fehri N., 2003.- Les rapports entre les processus morphogéniques agro-pastorales dans la plaine oléicole de Sfax: exemple du bassin versant de l'oued Chaal-Tarfaoui (plaine de Sfax-Tunisie Centro-orientale). Thèse doctorale en géographie. Université de Provence (Aix-Marseille I), 313 p.
- [25].- Elloumi M. A., 2009.- Impacts hydrologiques et hydrogéologiques des aménagements de conservation des eaux et des sols: cas du bassin versant d'Oued Ouadrane. *Mastère en géosciences appliquées aux ressources et environnements naturels. Faculté des sciences de Sfax*, 110 p.