

APPORT DU SIG A LA CARTOGRAPHIE DES ZONES A RISQUE D'EROSION HYDRIQUE DANS LA REGION DE DJELFA, ALGERIE

M. KOUSSA¹ et T. BOUZIANE²

¹Département des sciences et techniques, Centre universitaire de Mila, Algérie

²Faculté des Sciences et de la technologie, Université de Biskra, Algérie

koussamiloud@gmail.com

(Received 19 August 2017 – Accepted 12 January 2018)

RÉSUMÉ

Koussa, M. et T. Bouziane. 2018. Apport du SIG a la cartographie des zones à risque d'érosion hydrique dans la région de Djelfa, Algérie. Journal Scientifique Libanais, 19(1): 31-46.

L'érosion des sols par l'eau est devenue une question pertinente au niveau Mondial. Dans les dernières années ce phénomène a connu une extension spectaculaire et cause des effets de plus en plus inquiétants. Les études qui existent sur l'érosion hydrique et la dégradation des terres à l'Algérie dans leur grande majorité n'intègrent pas ou très peu les techniques d'analyses spatiales par un SIG pour la connaissance et la cartographie de ces phénomènes. Dans cette étude, les systèmes d'information géographique ont été utilisés pour élaborer un certain nombre de cartes thématiques (pente, topographie, carte du réseau hydrographique) et pour évaluer et cartographier le phénomène de l'érosion hydrique en utilisant l'équation universelle des pertes en sol (USLE) dans la région de Djelfa, centre de l'Algérie. Cette région se caractérise par une grande irrégularité dans les précipitations, une pente raide et une faible couverture végétale, ce qui le rend très vulnérable à l'érosion. Le but de notre étude est de coupler un outil SIG avec le modèle USLE pour déterminer le taux d'érosion par le ruissellement en nappe (0.31 t/ha/an en moyenne) et cartographier les zones à risques d'érosion hydrique dans la région de Djelfa; vulgariser les résultats pour une prise de décision adéquate.

Mots clés : Érosion hydrique, SIG, Cartographie, Modèle de Wischmeier, Région de Djelfa.

ABSTRACT

Koussa, M. and T. Bouziane. 2018. GIS contribution to the mapping of zones at risk of water erosion in the Djelfa region, Algeria. Lebanese Science Journal, 19(1): 31-46.

Soil erosion by water has become a relevant issue at global scale. In the last years this phenomenon witnessed a spectacular extension and its effects are becoming more disturbing. The majority of studies on water erosion and land degradation in Algeria do not or slightly integrate spatial analysis techniques by GIS, to provide more knowledge and mapping of these phenomena. In this study, geographic information systems were used to develop a number of thematic maps (slope, topography, hydrographic network map) and to assess and map the phenomenon of water erosion using the universal soil losses equation (USLE) in the Djelfa region, central Algeria. This watershed is characterized by a great irregularity in precipitation, steep slope and low vegetation cover, which makes it very vulnerable to erosion. The aim of this study is to couple a GIS tool with the USLE model to determine the rate of erosion by runoff (0.31 t/ha/year on average), to map the areas at risk of water erosion in the region of Djelfa, and disseminate the results for adequate decision-making.

Key words: Water erosion, GIS, cartographie, Wischmeier model, Djelfa region.

<http://dx.doi.org/10.22453/LSJ-019.1.031-046>

National Council for Scientific Research – Lebanon 2018©

lsj.cnrs.edu.lb/vol-19-no-1-2018/

INTRODUCTION

L'érosion hydrique constitue la principale cause de la dégradation du sol en plus de la détérioration de la qualité géochimique de l'eau qu'elle entraîne. En Algérie le taux d'érosion spécifique atteint les valeurs les plus élevées d'Afrique du Nord. Selon Demmak (1982), ceux-ci dépassent 2000 tonnes/km².an dans les bassins versants de l'Atlas Tellien.

D'après une étude de la FAO (1980), la situation continue à se détériorer : 45 % des terres de l'Algérie sont menacées par l'érosion hydrique. Le phénomène naturel d'envasement des barrages enregistre les valeurs les plus élevées en régions arides et semi arides comme la région du Maghreb et plus particulièrement l'Algérie. En matière de quantité, l'infrastructure hydrotechnique Algérienne forte de 73 grands barrages, d'une capacité de 7 milliards de m³ est amputée annuellement d'une capacité de 45 millions de m³ (Remini, 2005). A titre d'exemple, le barrage de Sidi M'Hamed Ben Aouda (Relizane) a reçu un volume de vase égal à 6,7 millions de m³ par année durant la période 1995-2003 (Remini et Bensafia, 2009). Le barrage de l'Oued Fodda (Chlef) capte annuellement un volume de vase de 3,2 millions de m³ (Remini, 1997). Au total, environ 20 grands barrages seraient fortement menacés par le comblement total du réservoir à court terme si les moyens techniques de lutte n'étaient pris en compte (Remini et Hallouche, 2004). Les SIG sont devenus d'une utilité énorme pour assembler, traiter, analyser et superposer les informations spatiales qui décrivent l'environnement d'un bassin versant, puisque la plupart des facteurs peuvent être cartographiés. Cela a permis de déterminer les valeurs de chaque facteur de l'érosion par unité spatiale déterminée qui est le pixel (Kinnell, 2001) et sa répartition spatiale à un temps réduit et une meilleure précision sur de grandes superficies (Lal et Blum, 1997).

La problématique

La région de Djelfa est confrontée à un grave problème de dégradation du sol, comme pratiquement toute la région du Tell algérien. Ce problème provoque l'envasement des barrages de : Chebika , Tekersane, Hadjia, Kreireche et affecte négativement l'agriculture locale en entraînant des pertes énormes en terres arables. L'objectif de cette étude est d'exploiter les techniques d'analyses spatiales par l'intégration des différentes couches d'informations dans un SIG et d'appliquer l'équation universelle des pertes en sol (USLE), identifier et cartographier les zones à risques d'érosion hydrique dans la région de Djelfa; vulgariser les résultats pour une prise de décision adéquate, et une bonne orientation des actions à mener dans la lutte contre ce phénomène de surface.

Choix du modèle

Plusieurs modèles d'érosion ont été élaborés par les chercheurs, dont certains sont à base empirique tel que l'USLE (Universel Soil Loss Equation) de Wischmeier et Smith (Wischmeier et Smith, 1978) et ses versions modifiées, d'autres à base physique tels que WEPP (Water Erosion Prediction Project) de Foster et Lane (Foster et Lane, 1987), ANSWERS (Areal Non point Source Watershed Environment) (Beasley et al., 1980) et d'autres semi empiriques tel que SWAT Soil and Water Assessment Tools) (Arnold et al, 1996). L'Equation universelle de pertes en sol USLE (Wischmeier et Smith 1978) s'applique à la quantification des pertes en sol par l'érosion en nappe. C'est une fonction multiplicative des cinq facteurs qui contrôlent l'érosion hydrique : agressivité climatique, érodibilité des sols, inclinaison et longueur de pente, occupation des sols et pratiques anti-érosives. Cette équation qui s'adapte bien aux SIG (Warren et al. 1989), a été utilisée par plusieurs chercheurs au Maroc pour évaluer l'érosion (Anys et al, 1992 ; Benmoussa et al, 1993 ; Tahri et al, 1993) et en Algérie (Mostephaoui et al, 2013) et en Tunisie (Cherni et al, 2012).

Malgré les critiques adressées sur l'utilisation abusive de l'USLE dans des conditions autres que celles où elle a été élaborée, il semble, en pratique, que l'approche de modélisation par l'emploi des facteurs de l'USLE demeure une stratégie acceptable pour évaluer l'érosion hydrique des sols (Renard et al. 1997).

Présentation de la région d'étude

La région de Djelfa est située dans la partie centrale de l'Algérie du nord au sud de la des piments sud de l'Atlas Tellien (fig.1), en venant du nord dont le chef lieu de wilaya est à 300 Km au sud de la capitale. Cette partie

du territoire d'une superficie totale de 66 415 Km² représentant 1,36% de la superficie totale du pays (DPTA, 2012). La région est caractérisée par successions de 04 zones des reliefs non homogènes du Nord au Sud de son territoire:

Zone plane de Nord: (650 - 850 m d'altitude), Zone des dépressions des Chotts : (750 - 850 m d'altitude), Zone de la dépression des Ouled Nail (1200 - 1600 m d'altitude), Zone de plateau prédésertique ou plateau saharien (DPTA, 2012)..

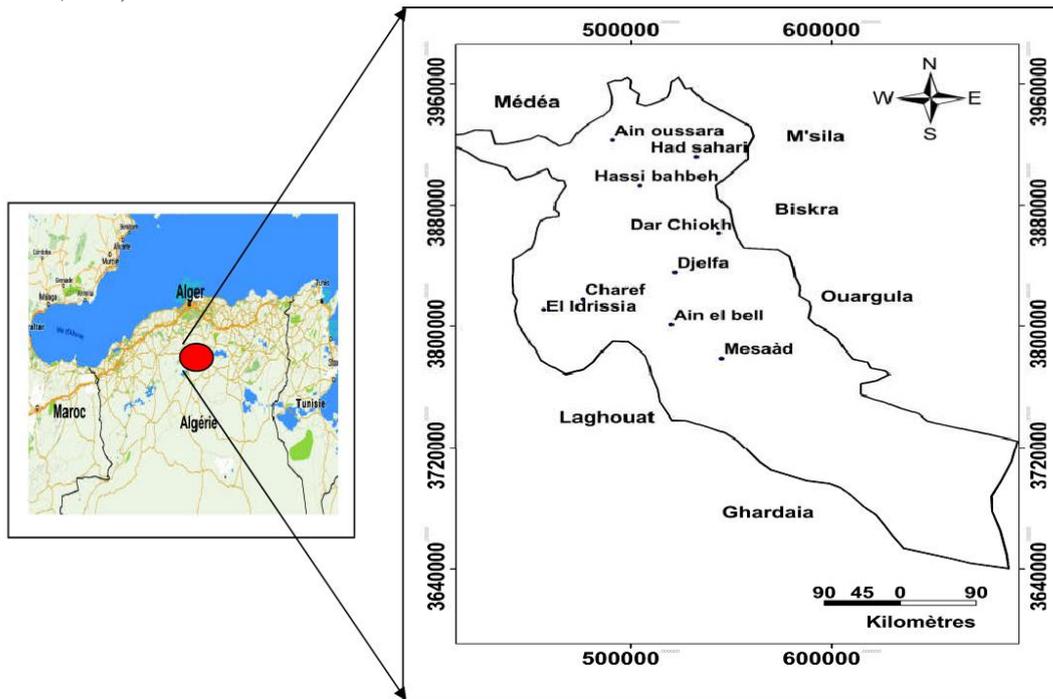


Figure 1. Situation géographique de la région de Djelfa, Algérie.

Le climat

Le climat de la région est de type méditerranéen caractérisé : Par une pluviométrie moyenne annuelle enregistrée à la station de météorologique de Djelfa de 279,7 mm, la variation saisonnière indique que le maximum de pluie se situe en automne ou au printemps pour la station de Djelfa, cependant le minimum se localisant toujours en été.

- Par des températures basses et des gelées fréquentes en hiver, des chaleurs et des vents secs en été. Le mois le plus froid est janvier caractérisé par une température moyenne minimale de 0,08°C, par contre le mois le plus chaud est juillet caractérisé par une température moyenne maximale de 33,82°C.

Les forêts occupent les chaînes de montagnes du Senulba, du Djebel Azreg et du Djebel Boukahil. Les forêts sont claires et aérées par manque de sous bois conséquent et l'inexistence de maquis. Les principales essences forestières sont le pin d'Alep, le châêne vert et le genévrier du phénicien. La région est constituée de calcaire et de marne crétacée qui forment en générale le cadre montagneux avec quelques appointements triasiques. Au niveau des plaines, les ruptures de paysage sont formée roche tertiaire (grés) assez dure. Cependant la quasi-totalité de ces régions basses est constituée par des dépôts quaternaires provenant des roches tendres (marnes et argile rouge) arrachées par l'érosion des zones montagneuses. Aussi la présence de sels (calcaire, gypse et sels solubles) à des conséquences sur la composition des eaux superficielles et souterraines, cas d'Oued Mellah. (DPTA, 2012).

Expression de l'USLE

L'Equation universelle de pertes en sol (Wischmeier et Smith 1978), USLE est composée de six facteurs qui permettent d'obtenir une estimation de l'érosion (A) en (tonnes/hectares/an) par la multiplication de chacun des facteurs :

$$E = R \times K \times LS \times C \times P$$

R (MJmm / ha h an), est le facteur de l'érosivité des pluies; il correspond à la moyenne annuelle des sommes des produits de l'énergie cinétique de la pluie par son intensité en 30 mn consécutives; **K** (t ha h / ha MJ mm, est l'érodibilité des sols; il est fonction de la texture du sol, du taux d'humus, de la structure de la couche superficielle du sol ainsi que de sa perméabilité ; **LS**, est un facteur sans dimension qui représente l'inclinaison (S) et la longueur de pente (L); **C**, est un facteur sans dimension; c'est l'occupation du sol ou l'indice de couverture végétale et de pratiques culturales; **P**, facteur sans dimension, est un rapport qui tient compte des techniques culturales antiérosives telles que le labour en courbes de niveau.

Données utilisées

Le tableau 1 résume le matériel et les données nécessaires à l'élaboration de cette étude.

Tableau 1. Matériels utilisés.

Documents	Logiciels
1- Une image Shuttle Radar Topography Mission (SRTM) de résolution 30 m obtenue sur le site : http://srtm.csi.cgiar.org/SELECTION/inputCoord.asp . 2- Une carte d'occupation de sol de Djelfa 1/100000. 3- Une carte lithologique de Djelfa : 1/100000 4- Une carte topographique : 1/25000 5- Précipitations enregistrées entre 1975 et 2015 (ONM ,2014)	1- Arcgis version 10.2.2 2- Global mapper version 15.1

Méthodologie appliquée

La méthodologie utilisée s'appuie sur l'estimation des paramètres de L'équation universelle de perte en sol (USLE) et l'établissement de documents cartographiques permettant de bien appréhender les zones à risques et d'urgence d'intervention.

La méthodologie utilisée est le croisement (dans un SIG) des paramètres sous forme de combinaison logique avec pour finalité l'élaboration de la carte de vulnérabilité multifactorielle à l'érosion hydrique dans la région de Djelfa. L'analyse spatiale, la combinaison des données, l'édition des cartes thématiques et la mise en place du SIG ont été effectuées avec le logiciel ArcGis 10.2.2

RESULTATS ET DISCUSSION

Les résultats obtenus correspondent aux zones de notre région exposées à l'érosion hydrique des sols. L'essentiel du travail a été réalisé suivant l'organigramme méthodologique de la Figure 2.

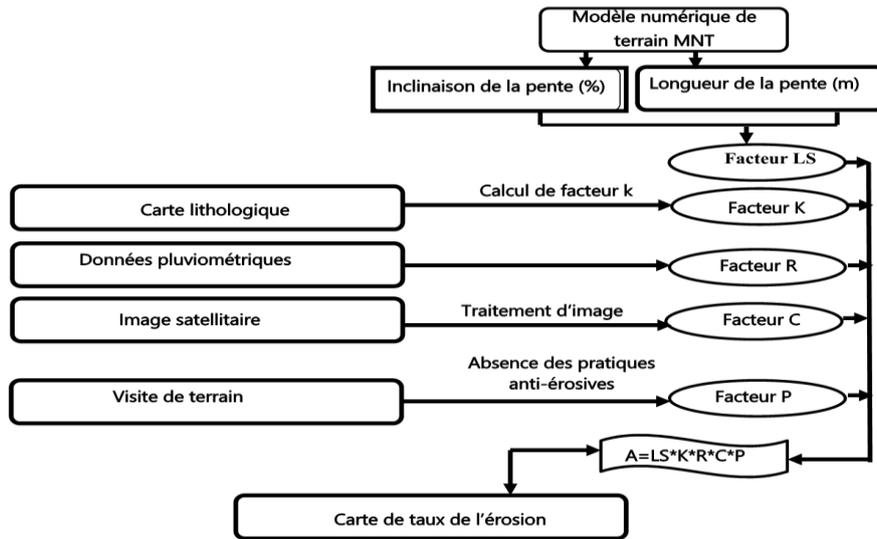


Figure 2. Organigramme de réalisation de la carte d'érosion de la région de Djelfa.

Elaboration des cartes thématiques

La figure 3 et le tableau 2, illustrent les différents résultats des caractéristiques du réseau hydrographique la zone d'étude.

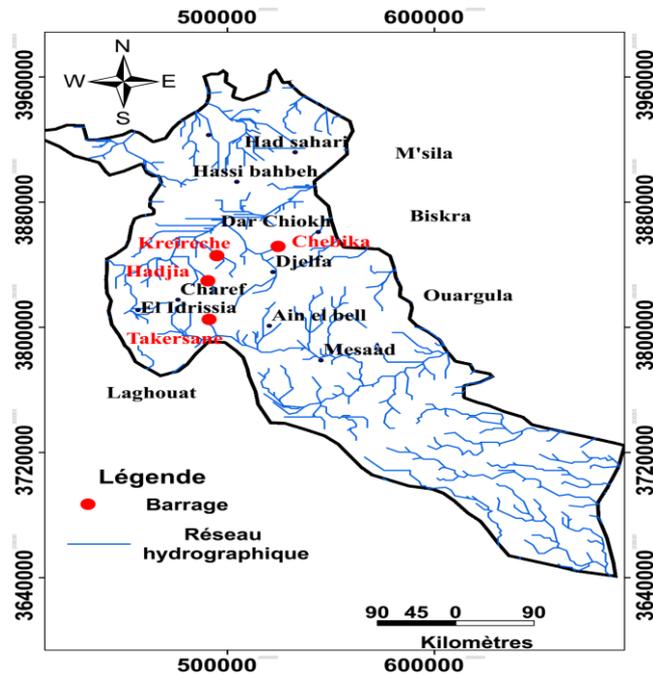


Figure 3. Réseau hydrographique de la région de Djelfa.

Tableau 2. Surfaces et périmètres des barrages.

Paramètres	Barrage de Hadjia	Barrage de Takersane	Barrage de Krereiche	Barrage de Chebika
Surface (km ²)	138	66	325	82
Périmètre (Km ²)	49	34	73	34

Le facteur LS

Le facteur topographique exerce une influence variable sur le ruissellement : L'extraction automatique de ses paramètres géomorphologiques et hydrométriques est une technique très adaptée actuellement, en particulier que ces techniques, favorisent à l'hydrographe un gain de temps et d'effort. Il faut souligner que, malgré tous ses mérites et les remarquables contributions des modèles numériques de terrain, bien qu'elle constitue une donnée très puissante d'analyse, l'informatique ne peut suffire à elle seule à résoudre tous les problèmes d'aménagement. Il faudrait des démarches complémentaires s'appuyant sur la réalité de terrain.

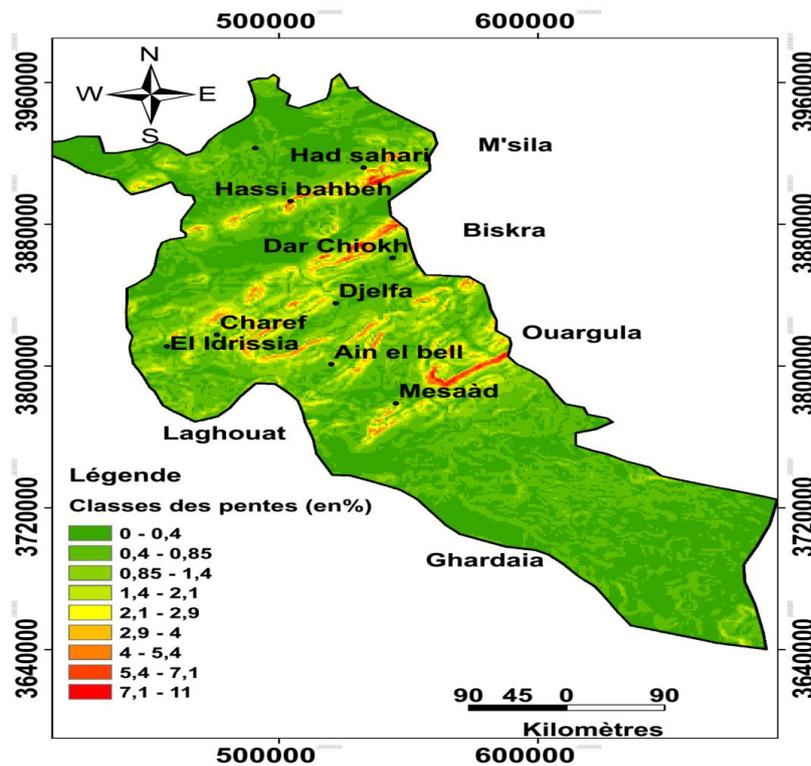


Figure 4. Différentes classes des pentes dans la région de Djelfa.

La carte des pentes (fig. 4) a été dérivée du modèle numérique de terrain (MNT) de la région d'étude. Le tableau 5 indique les différentes classes de pentes. Des études antérieures (PNUE/PAM/PAP, 2000; Mollenhauer, 1980) ont montré que l'érosion devient active sur des pentes supérieures à 3 %.

Tableau 3. Répartition des surfaces en fonction des classes de pente.

Classe des pentes (%)	Surface (km ²)	Surface (%)
0 – 0.71	12840	37.06
0.71 – 1.4	12950	37.39
1.4 - 2.4	5482	13.46
2.4 – 3.6	2379	6.24
3.6 – 5.1	1030.47	3
5.1 – 6.9	531.3	1.6
6.9 – 9.4	270.9	0.81
9.4 - 12	117.8	0.35
12 -20	88.34	0.1

L'analyse de résultats de tableau 3, indique que les zones à pente faible couvrent 94.15 % de la superficie totale de la région soit 33651 km², alors que celles à pente élevée et très élevée occupent 5.85 % superficie soit 2038.81 km², correspondent à une zone mixte qui regroupe le haut de piémont et les montagnes. Le facteur topographique (LS) a été calculé à partir de l'inclinaison des pentes et de leur longueur par la formule de Wischmeier et Smith (1978).

$$LS = (L/22,13)^m \times (0,065 + 0,045 \times S + 0,065 \times S^2)$$

L est la longueur de pente en m. S est l'inclinaison de la pente en %. m est un paramètre tel que : m = 0,5 si la pente est > 5% m = 0,4 si la pente est de 3,5 à 4,5 % m = 0,3 si la pente est de 1 à 3 % m = 0,2 si la pente est < 1%. Le facteur LS est calculé dans Arcmap: l'option Spatial Analyst Tools > Map algebra > Raster Calculator.

L'érosivité de pluie R

La pluie est l'élément moteur de l'érosion, Plus l'intensité de la pluie est forte, plus le risque érosif est amplifié. En Algérie, les études d'aménagement hydrotechniques butent sur le problème de manque de donnée. L'ingénieur a utilisé les méthodes empiriques disponibles pour évaluer le facteur d'érosivité. Roose (1977) a développé une formule alternative qui n'implique que les précipitations mensuelles et annuelles pour déterminer le facteur R.

$$R = 0.0295 \times P$$

Erodibilité des sols « K »

La sensibilité du sol à l'érosion résulte de la structure, de la texture et de la teneur en matière organique (W.H. WISCHMEIER *et al.*, 1971). Ces facteurs conditionnent la perméabilité et la cohésion des agrégats (El Hage Hassan *et al.* 2015).

Wischmeier et Smith (1978) ont trouvé une corrélation entre ce facteur et les paramètres liés à la structure des sols.

$$1000K = 2.1 \times 10^{-4} \times M \times 1.14(12 - a) + 3.25(b - 2) + 2.5(cp - 3)$$

Avec:

M : est calculé par la formule $M = (\% \text{ sable fin} + \text{ limon}) \cdot (100 - \% \text{ argile})$, **a** : est le pourcentage de matière organique, **b** : est le code de la perméabilité, **c** : est le code de la structure. Les valeurs de K pour chaque unité de sol (tab. 4), ont été estimées en utilisant les données de la carte Lithologique de la région de Djelfa et les analyses des différents types de sols. (Stone et Hilborn, 2000).

Tableau 4. Distribution de facteur d'érodibilité en fonction de différents facies adaptée par Stone et Hilborn (2000).

Classe des pentes (%)	Valeur moyenne de K
Limono-argileux, argile	0.15
Limono-argileux, sable	0.1
Limon argilo-sableux, argile	0.1
Sable limoneux	0.06
Sable limoneux, sableux	0.05
Sable	0.01

La figure 5, illustre l'ensemble de structure géologique de la région de Djelfa, les valeurs du facteur K, adoptées dans notre étude varient de 0,014 à 0.042 en fonction de la lithologie du terrain.

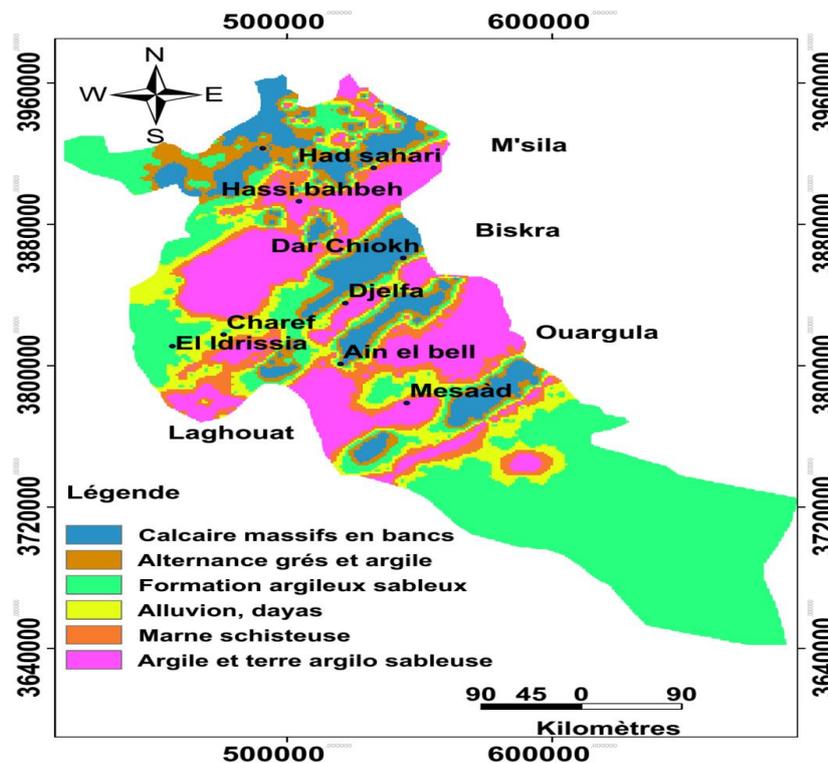


Figure 5. La carte de l'ensemble géomorphologique de Djelfa.

Le facteur d'occupation du sol C

Le couvert végétal contribue ou contrôle l'érosion hydrique de sol, selon différents critères physiologiques (type de feuillage...) et des critères phénologiques (durée de la pousse) (El Hage Hassan *et al.* 2013).

Les valeurs affectées aux différents modes d'utilisation de sols se basent sur les résultats des travaux effectués par de (Sadiki *et al.*, 2004) en Maroc, qui son illustrés dans le tableau 5 et les résultats obtenus par Masson (1971) en Tunisie qui sont résumés au tableau 6.

Tableau 5. Distribution spatiale des principales valeurs du facteur C en fonction du couvert végétal. (Sadiki *et al.*, 2004).

Valeur de C attribue	Type de couvert végétal
0.01	Agriculture, Céréaliculture
0.01-0.1	Parcours
0.2	Reboisement
0.4	Chott
0.7	Inculte et parcours
0.9	Foret
1	Inculte

Tableau 6. Distribution spatiale des principales valeurs du facteur C en fonction du couvert végétal. (Masson, 1970).

Valeur de C	Type de couvert végétal
0.01	Pâturage amélioré
0.01-0.1	Assolement céréaliier+ fourrages
0.2	Fourrages
0.4	Assolement céréaliier
0.7	Blé d'hiver
0.9	Arboriculture fruitière
1	Terre nu, Jachère nue

Tableau 7. Distribution spatiale des principales valeurs de C en fonction du couvert végétal dans la région de Djelfa.

Valeur de C	Type de couvert végétal
0.058	Reboisement dense
0.13	Foret moyennement dense
0.17	Matorral dégradé, Parcours dense
0.18	Reboisement clair
0.2	Matorral clair, Parcours dense
0.22	Matorral très dégradé
0.32	Steppe à alfa
0.7	Céréaliculture
1	Terrain nu

Le tableau 7, résume les valeurs de C adoptées pour la région d'étude, celles qui proviennent de la consultation de deux tableaux précédents et la carte d'occupation du sol de la région de Djelfa (Fig. 6).

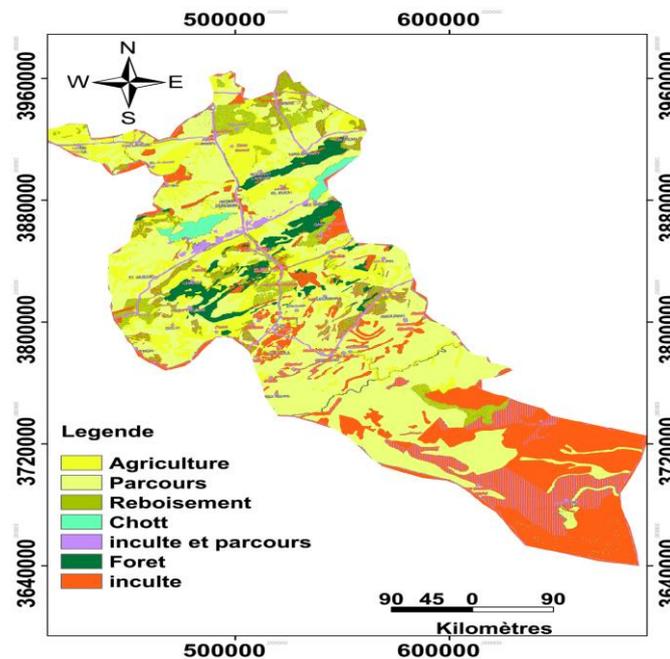


Figure 6. Les grandes occupations des sols de la région de Djelfa.

Le facteur pratique antiérosif P

Les valeurs de P sont inférieures ou égales à 1. La valeur 1 est attribuée aux terrains sur lesquels aucune des pratiques citées n'est utilisée. Les valeurs de P varient selon la pratique adoptée et aussi selon la pente. Dans toute la surface de la région d'étude, il n'y a pas d'aménagements antiérosifs spectaculaires. Dans ce contexte, la valeur P = 1 a été attribuée à toute la superficie.

Elaboration des cartes thématiques des facteurs de l'usle

Le facteur d'érosivité de pluie R: La valeur moyenne de l'érosivité des pluies sur la période 1975 à 2015, a été obtenue en utilisant de la formule de Roose (1977): $R = 0.0295.P$ Où : R : agressivité des pluies ; P : pluviométrie moyenne annuelle. Dans notre cas $R \approx 10 \text{ MJmm / ha h an}$.

Le facteur topographique LS: Il existe plusieurs façons de calculer le facteur LS, notamment en utilisant des approximations sur SIG à partir de la carte d'accumulation des flux. Le tableau 7 montre que, plus de 97.98% des valeurs sont comprises entre 0.03 et 0.84 et correspondent aux zones de faible pente, et possédant des valeurs de LS très faibles (donc peu sensible au phénomène érosif). Au centre de la région, les terrains pentus, possédant un facteur LS élevé et les valeurs comprises entre 2 à 9 qui correspondent uniquement 647.28 km² de la surface totale.

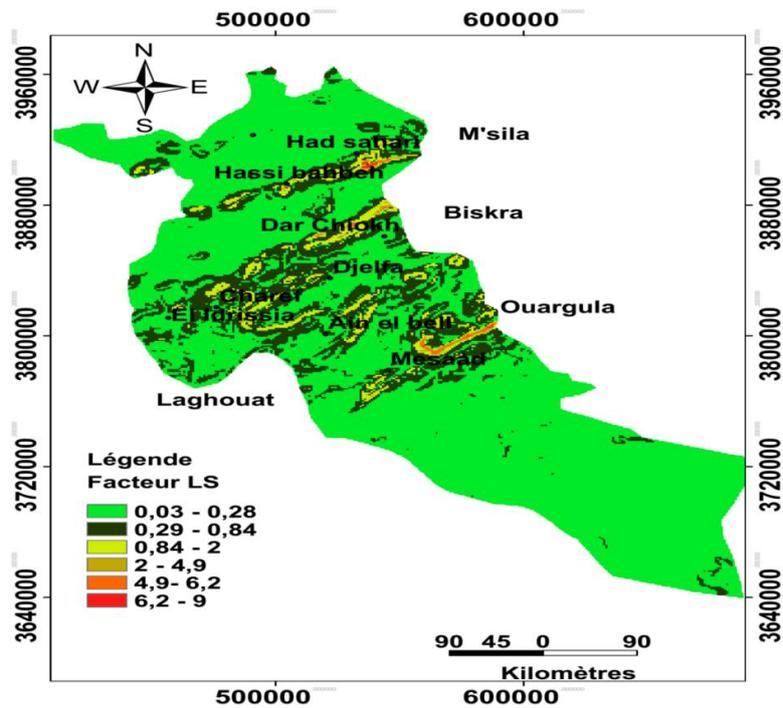


Figure 7. La carte du facteur topographique dans la région de Djelfa.

Tableau 8. Répartition des classes du facteur topographique dans la région de Djelfa.

Valeur de LS	Surface (km ²)	Surface (%)
0.03-0.28	32210.3	90.25
0.28-0.84	2732.85	7.65
0.84-2	311.45	0.87
2-4.9	157.58	0.44
4.9-6.2	178.43	0.49
6.2-9	99.2	0.27

Le facteur d'occupation du sol C: Les résultats obtenus (fig. 8), montrent que 77.71 % de la superficie de la région d'étude présente un taux de couverture végétale très faible. Ceci est expliqué essentiellement par la dominance des terrains de parcours dégradés et les zones de cultures qui sont considérés très sensibles à l'érosion. Le tableau 9, montre la répartition de superficie de la région d'étude en fonction au coefficient de couverture végétale.

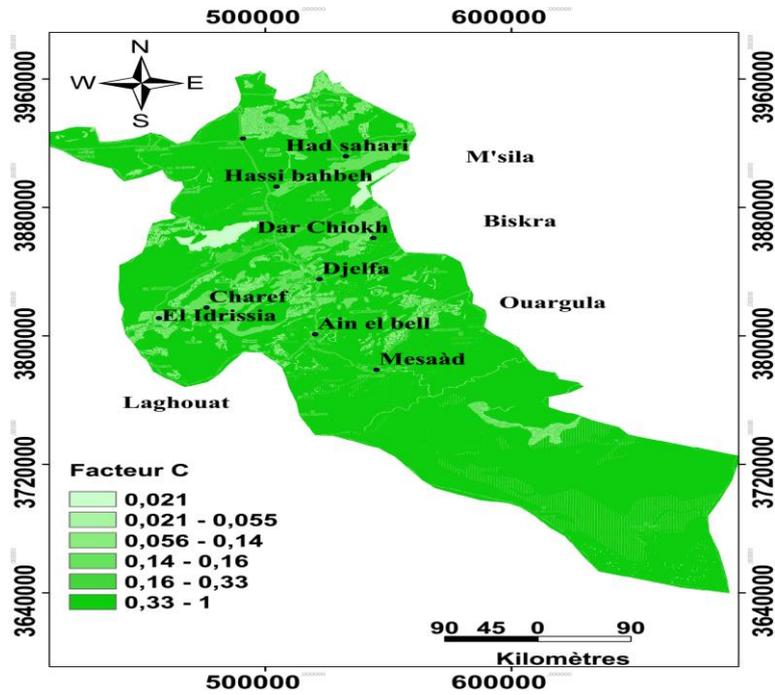


Figure 8. La carte du facteur d'occupation du sol C.

Tableau 9. Répartition des classes du facteur C dans la région de Djelfa.

Classes du facteur C	Surface (km2)	Surface (%)
<0.021	498.64	1.4
0.021-0.055	2593.40	7.26
0.055-0.16	1730.17	4.84
0.16-0.33	3130.49	8.77
0.33-1	27737.11	77.71

Facteur d'érodibilité du sol: Les résultats obtenus (Fig. 9), montrent que la zone de Hassi behbeh, El idrissia, chef lieu de Djelfa et Ain el bel possèdent une érodibilité très élevée atteignant des valeurs comprises entre 0,0.38 et 0,042 avec une superficie de 40 % (tab .10), suivie d'une érodibilité forte (0.024-0.038) avec 46 %.

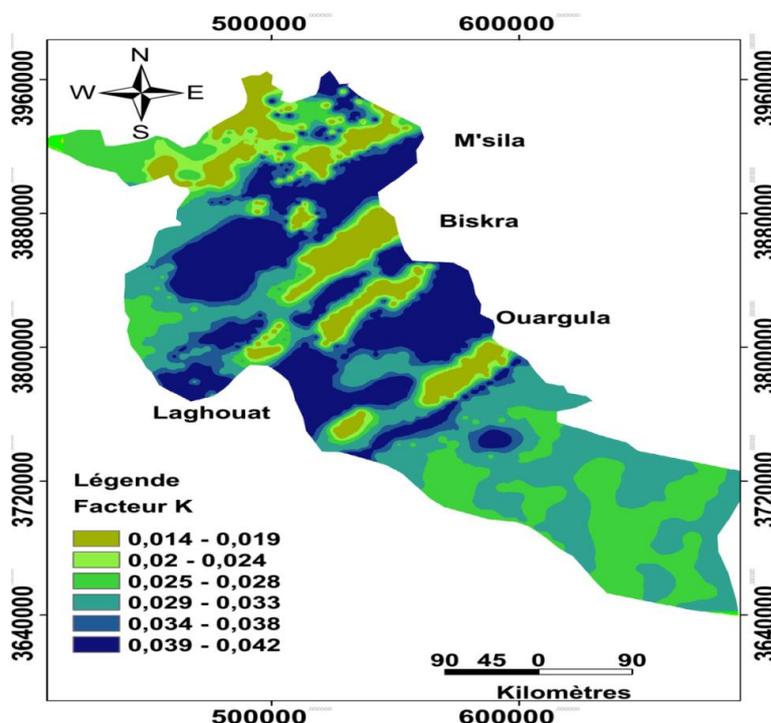


Figure 9. La carte du facteur d'érodibilité du terrain.

Tableau 10. Répartition des classes du facteur d'érodibilité K dans la région de Djelfa.

Classes du facteur K	Surface (km ²)	Surface (%)
0.014-0.019	2951.86	8.27
0.02-0.024	975.259	2.73
0.025-0.028	5212.38	14.60
0.029-0.033	17883.411	50.11
0.034-0.038	853.85	2.39
0.039-0.042	7813.05	21.89

Le croisement de différents facteurs intervenant dans le phénomène d'érosion hydrique du sol, a permis d'établir la carte des pertes en sols en tout point de la région d'étude. (Fig.10).

La carte obtenue (Fig. 10) montre des taux d'érosion variant entre 0.0015 et plus de 23 t/ha/an répartis sur l'ensemble de l'aire d'étude. La carte d'érosion montre que le centre de la région Had sahari, Hassi bahbeh, Charef, Ain el bel et Masàd sont exposées aux taux d'érosion élevés de l'ordre de 1.5 à 23 t/ha/an, ces valeurs varient avec la nature du terrain dégradés et le type du sol. Alors que les valeurs faibles (entre 0.0015 et 1.5/ha/an) s'observent au sud-est et nord-ouest. Ceci est expliqué essentiellement par : La dominance des sols peu évolués manifestant une érodibilité faible atteignant 0.014-0.019, contribue à réduire les pertes en sols.

La forte pente au niveau des régions de centres conduit à des pertes importantes, malgré la présence de l'agriculture et les forêts.

Le tableau (11) indique la répartition des classes en perte en sol dans la région de Djelfa.

Tableau 11. Répartition des classes de perte en sols dans la région de Djelfa.

Classes perte en sol (ton/ha/an)	Surface (km ²)	Surface (%)
0.0015-0.36	27656.17	77.49
0.36-1.4	6920.13	19.39
1.4-3.7	859.27	2.41
3.7-8.6	230.8	0.65
8.6-23	23.44	0.07

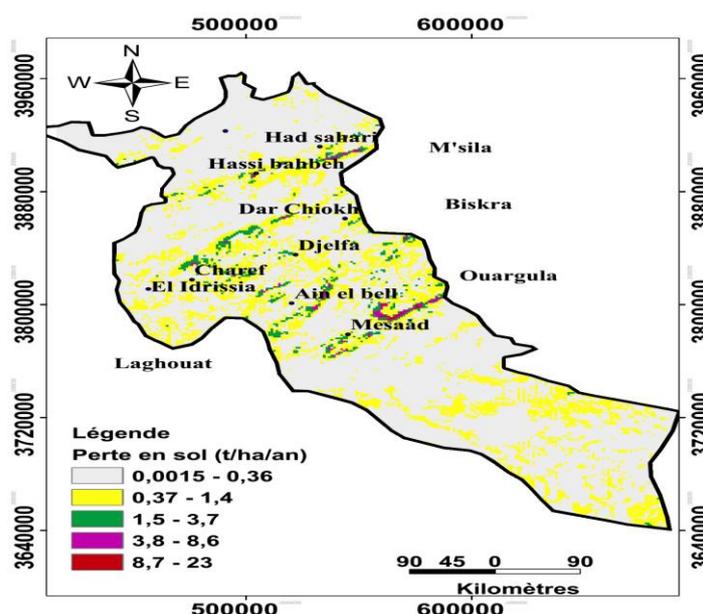


Figure 10. Carte des risques érosifs à partir de l'équation USLE de Wischmeier de la région de Djelfa.

Le présent travail avait pour objectifs d'apprécier l'apport de SIG à la spatialisation de l'érosion hydrique et de montrer l'application d'un modèle largement diffusé, le modèle USLE. L'utilisation du modèle empirique de Wischmeier et Smith (1978), a permis de constituer une base de données multisources de la région, à l'aide du SIG, qui est un outil essentiel pour la spatialisation de l'information. Le croisement des différents facteurs d'érosion entrant dans le modèle de prédiction des pertes en terres montrent que la valeur moyenne annuelle de l'érosion réelle par la méthode d'USLE est pratiquement de 0.31 t/ha/an. Les résultats obtenus montrent que les sols de la région de Djelfa subissent l'effet de plusieurs facteurs favorisant le phénomène d'érosion à savoir, la dégradation du couvert végétal, et l'érodibilité des sols, Ils indiquent également que les régions de Masaad et Hassi bahbeh sont soumises à une forte érosion avec des pertes variant de 1.5 à 23 t/ha/an.

La comparaison des résultats issus de notre étude à des données sur l'érosion hydrique acquises par d'autres études effectuées dans différentes régions du nord et du centre de Algérie (Benhammar et al, 2015) : à titre d'exemple des valeurs moyenne annuelles en perte en sol :le bassin versant d'oued Mina (211 t/Km²/an), bassin versant d'oued Soubella (126 t/Km²/an) et bassin versant Oued Sikkak (170 t/Km²/an), sont d'un ordre de grandeur pouvant correspondre aux classes de risque érosif spatialisé dans notre secteur d'étude. Ces résultats ne présentent

que des valeurs relatives pouvant aider dans la planification des activités de conservation des sols et une réduction de l'envasement des barrages. Ils apportent une aide importante aux décideurs.

REFERENCES

- Anys H, Bonn F, Merzouk, A. 1992. Cartographie et calcul de l'érosion hydrique à l'aide de télédétection et du SIG, cas du bassin versant d'oued Aricha (Settat, Maroc), *Géo Observateur*, 2: 37-51
- Arnold, J.G., Williams, J.R., Srinivasan, R. and King, K.W. 1996. SWAT: Soil and Water Assessment Tool. User's Manual USDA Agriculture Research Service Grassland. Soil and Water Research Laboratory, 808 East Blackland Road Temple, TX 76502, 190 pp.
- Beasley D.B, Huggins L.F, Monke E.J. 1980. ANSWERS: A model for watershed planning. *Transactions of the ASAE*, 23: 938-944.
- Benmoussa M, Elyamani M, Saidi A. 1993. Application de l'équation universelle des pertes en sols au bassin versant d'Oued Tasrafate, *Géo Observateur*, 3 :83-93.
- Cherni S Samaali H. 2012. Estimation des paramètres de l'érosion hydrique à l'aide de la télédétection et du SIG : cas du bassin-versant de l'Oued Tlil (Nord-Est de la Tunisie). *Revista de Geomorfologie*, 14: 29-37.
- Demmak A. 1982. Contribution à l'étude de l'érosion et des transports solides en Algérie septentrionale. Thèse de Dr. Ing. Université de Pierre et Marie Curie, Paris XI.
- DPTA .2012. Monographie de la Wilaya de Djelfa. Direction de la Planification et de l'Aménagement du Territoire : 6-22.
- EL HAGE HASSAN, H., CHARBEL, L. et TOUCHART, L. 2015. Cartographie des conditions de l'érosion hydrique des sols au Mont-Liban : exemple de la région d'El Aaqouira. *Physio-Géo*, 9: 141-156.
- EL HAGE HASSAN, H., TOUCHART, L. et FAOUR, G. 2013. La sensibilité potentielle du sol à l'érosion hydrique dans l'ouest de la Bekaa au Liban. *M@ppemonde*, 109: 1-17.
- FAO, 1980. Conservation des ressources naturelles en zones aride et semi- arides Cahiers FAO: conservation des sols, 3: 135 p.
- Foster, G.R. , Lane, L.J. 1987. User requirements: USDA-Water Erosion Prediction Project (WEPP). NSERL Report N°1, USDA-ARS National Soil Erosion Research Laboratory, West Lafayette, IN, 43 pp.
- Kinnell, P.I.A. 2001. Slope length factor for applying the USLE-M to erosion in grid cells. *Soil Till Research*, 58 : 11-17.
- Lal, R., Blum, W.H.V. 1997. Pp. 17-31 *In* : Methods for assessment of soil degradation. *CRC Press. Boca Raton, USA*.
- Masson, J. M. 1971. L'érosion des sols par l'eau en climat méditerranéen. Méthode expérimentale pour l'étude des quantités érodées à l'échelle du champ. Thèse université des Sciences et Techniques de Languedoc , 213 pp.
- Mollenhauer, K. 1980. Land use in water protection areas. Pp. 271-284 *In*: De Boodt M, Gabriels, D. (Eds.) *Assessment of Erosion*. New York: John Wiley and Sons, New York.
- Mostephaoui, T., Merdas, S., Sakaa, B., Hanafi, M. T., Benazzouz, M. T. 2013. Cartographie des risques d'érosion hydrique par l'application de l'équation universelle de pertes en sol à l'aide d'un système d'information géographique dans le bassin versant d'el HAMEL (BOUSSAADA) ALGERIE. *Journal Algérien des Régions Arides N° Spécial*: 131-147.
- ONM. 2014. Office Nationale de la Météorologie de Djelfa.
- PNUE/PAM/PAP. 2000. Directives pour la gestion de programmes de contrôle d'érosion et de désertification, plus particulièrement destinées aux zones côtières méditerranéennes. Split, Programme d'actions prioritaires.
- Remini, B. 1997. Envasement des retenues de barrages en Algérie. Importance, mécanismes et moyen de lutte par la technique du soutirage. Thèse de doctorat, Ecole nationale polytechnique d'Alger, 342 pp.
- Remini, B., Hallouche, W. 2004. Le dragage des barrages. Quelques exemples algériens. *Revue Internationale la Houille Blanche n°3*. 95-100.
- Remini, B. 2005. La problématique de l'eau en Algérie, Ed : OPU. 162 p.
- Remini B, Bensafia D. 2009. Le problème de la sédimentation dans les barrages des zones arides. Cas Algériens. Atelier scientifique MED-FRIEND, Rabat ,11-12 décembre, 2009.
- Renard, K. G., Foster, G. R., Weesies, G. A., McCool, D. K., Yoder, D. C. 1997. Predicting Soil Erosion by Water: A Guide to Conservation Planning with the Revised Universal Soil Loss Equation (RUSLE). *Handbook 703*, U.S. Department of Agriculture, Washington, D.C. 85 p.

- Roose, E., Smolikowski, B. 1997. Comparaison de trois techniques de mesure de l'infiltration sur fortes pentes: monocylindre et 2 simulateurs de pluies. Application à un versant de la vallée de Godim au Cap Vert. Bull Réseau Erosion. Montpellier : ORSTOM, 17: 282-296.
- Sadiki, A., Bouhlassa, S., Auajjar, J., Faleh, A., Macaire J. J. 2004. Utilisation d'un SIG pour l'évaluation et la cartographie des risques d'érosion par l'Equation universelle des pertes en sol dans le Rif oriental (Maroc): cas du bassin versant de l'oued Boussouab, Bulletin de l'Institut Scientifique, Rabat, section Sciences de la Terre, 26: 69-79.
- Stone, R. P., Hilborn, D. 2000. Equation universelle des pertes en terre (USLE). Fiche technique Ontario. Ministère de l'agriculture, de l'alimentation et des affaires rurales, Pp 2-5.
- TahrI, M., Merzouk, A., Lamb, H. F., Maxted, R. W. 1993. Etude de l'érosion hydrique dans le plateau d'Imelchil dans le Haut Atlas central. Utilisation d'un SIG. Géo Observateur, 3: 51-60.
- Warren, S. D, Diersing, V. E., Thompson, P. J., Goran, W. D. 1989. An erosion-based land classification system for military installation. Environmental Management, 13(2): 251-257.
- Wischmeier, W. H., Johnson, C. B. and Cross, B. U. 1971. A soil erosion erodibility nomograph for farmland and construction sites. *Journal of Soil and Water Conservation*, 26(5): 189-192.
- Wischmeier, W. H., Smith, D. D. 1978. Predicting rainfall erosion losses, Agriculture Handbook no. 57, US Department of Agriculture. Washington DC. USA. 58 pp.