

CARTOGRAPHIE DES ZONES VULNÉRABLES À L'ÉROSION HYDRIQUE À L'AIDE DE LA MÉTHODE PAP/CAR ET SIG EN AMONT DU BARRAGE ALLAL EL FASSI, MOYEN ATLAS (MAROC)

Ali Faleh¹ et Abderrahim Maktite²
Université Sidi Mohamed Ben Abdellah. Maroc

RÉSUMÉ

Le présent travail a pour objectif d'étudier l'érosion hydrique dans les deux bassins de Beni alaham et Al azhar situés au moyen Atlas, et de les hiérarchiser en parcelle selon le degré érosif à l'aide de l'approche PAP/CAR qui portait surtout sur l'intégration des facteurs influençant l'érosion hydrique, tels que la pente topographique qui traduit la morphologie et l'inclinaison des terres, le réseau hydrographique, le type de sol et le matériel lithologique, le type de couverture végétale qui traduit les systèmes d'exploitation agricole, et enfin, sur les mesures et structures anti-érosives existantes.

Le travail a été réalisé à travers les trois étapes de la méthode tels que:

L'approche prédictive qui se base sur l'analyse des facteurs naturels (pente, couvert végétal et lithologie) et le traitement des bases de données des cartes élaborées qui donnent des idées sur l'état de la dégradation des sols.

L'approche descriptive se base sur la cartographie de différentes formes et processus de perte en sol qui se manifeste sur la zone d'étude.

L'approche d'intégration qui permet la combinaison de deux approches précédentes, son but c'est de fournir un produit cartographique très précis qui reflète la réalité de l'état de dégradation du sol et l'évolution future de l'érosion.

Mots clés: PAP/CAR, SIG, érosion hydrique, états érosifs, formes d'érosion.

Fecha de recepción: 20 de Abril de 2014. Fecha de aceptación: 25 de Noviembre de 2014.

1 Département de Géographie– Faculté des Lettres Saïs-Fès – Maroc-Université Sidi Mohamed Ben Abdellah – Fès, Maroc- falehali2001@yahoo.fr

2 Département de Géographie– Faculté des Lettres Saïs-Fès – Maroc-Université Sidi Mohamed Ben Abdellah – Fès, Maroc - maktiteabderrahim@gmail.com

CARTOGRAFÍA DE ZONAS VULNERABLES A LA EROSIÓN HÍDRICA CON LA AYUDA DEL MÉTODO PAP/CAR Y SIG EN RELACIÓN CON LA PRESA ALLAL EL FASSI, ATLAS MEDIO

RESUMEN

El presente trabajo tiene por objetivo estudiar la erosión hídrica en las dos cuencas de Beni Alaham y Al Azhar situadas en el Atlas Medio, estableciendo jerarquias de parcelas según el grado erosivo con la ayuda de la aproximación PAP/CAR que permite, sobre todo, calibrar la integración de los factores que influyen en la erosión hídrica, tales como : la pendiente topográfica derivada de la morfología y la inclinación de las pendientes, la red hidrográfica, el tipo de suelo y el material litológico, la tipología de la cobertura vegetal que se relacionan con los sistemas de explotación agrícola, y en especial, sobre las medidas y estructuras antierosivas existentes.

El trabajo ha estado realizado a través de tres etapas del método apuntado, éstas son:

La aproximación predictiva que se basa en el análisis de factores naturales (pendiente, cobertera vegetal y litología) y el tratamiento de la base de datos especificadas en los mapas elaborados, los cuales muestran los resultados del estado de degradación de los suelos.

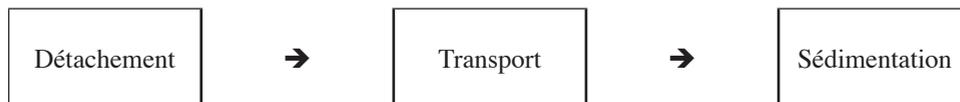
La aproximación descriptiva se basa en la cartografía de las diferentes formas y procesos de pérdida de suelo, manifestadas en la zona de estudio.

La aproximación de integración que permite la combinación de las dos fases precedentes cuyo objetivo es conseguir un producto cartográfico muy preciso que refleje la realidad del estado de degradación del suelo y la evolución de la erosión futura.

Palabras clave: PAP/CAR, SIG, erosión hídrica, situaciones erosivas, formas de erosión.

INTRODUCTION

L'érosion hydrique est un processus qui emporte et redistribue le sol. Il est défini comme le détachement et le transport de particules de sol de son emplacement d'origine par différents agent vers un lieu de dépôt. Ce mécanisme se passe à cause de pluie et le ruissellement superficiel en trois étapes:



L'érosion et la dégradation des sols ont des conséquences majeures sur le milieu naturel et le développement. Les conséquences hydrologiques de cette dégradation sont importantes et parfois catastrophiques. Dans les régions à climat semi-aride ou méditerranéen, la dégradation des sols s'exprime par une diminution de la densité de la végétation, une perte en sol (perte de productivité à long terme), une perte de la matière organique et de la capacité de rétention, une minéralisation accrue du paysage.

La variation et l'interaction des facteurs causaux l'érosion hydrique résulte la dégradation du sol qui affecte le patrimoine pédologique et provoque des graves conséquences de points de vue, économique, humain et écologique SADIKI, A. (2005).

1. ZONE D'ÉTUDE

La zone d'étude est située sur le moyen atlas plissé, limité au N et au NE par les sous bassins de bakhamouj et zloul , au Sud par les sous Bassins Maasour et guigou, à l'Ouest par le bassin Zraa. Il couvre une superficie de 284 Km² (Figure 1).

Sur le plan Administratif, la zone d'étude dépend de la Région de Fès - Boulemane, Province de Sefrou, Cercle d'El Menzel, Caïdats d'El Aderj, Communes Rurales: d'El Aderj, Tazouta et Dar Lhamra.

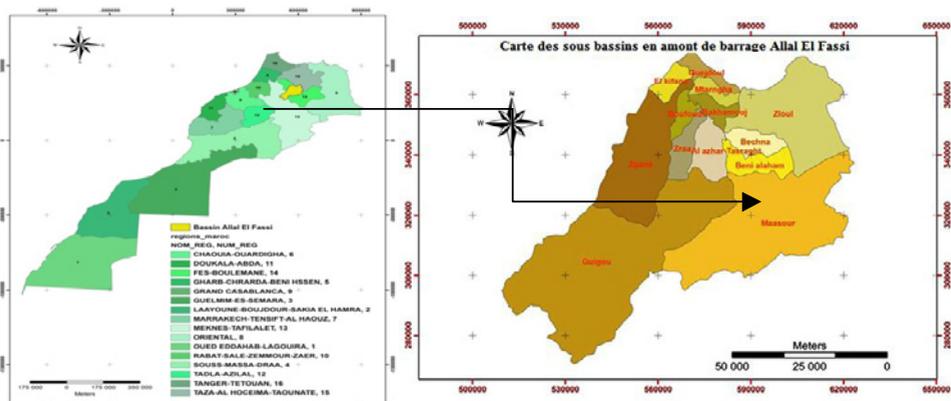


FIGURE 1

Situation géographique de la zone d'étude

La zone d'étude est constituée par deux sous bassin; le premier c'est Al Azhar avec une altitude moyen de 1288m et le deuxième c'est Beni Alaham; son altitude est de 1575 m elle se caractérise par un milieu très accidenté et mouvementé. Au canton Ich N'Dir, le terrain est très vallonné et constitué de microreliefs successifs qui lui confèrent une grande diversité d'aspect (D.R.E.F.L.C.D, 2005).

Concernant les précipitations, La distribution des pluies dépend essentiellement de l'altitude et la latitude, les précipitations les plus importantes se trouvent sur les massifs les plus élevés de la partie Est de la zone d'étude avec un moyen annuel de 782 mm, ce moyen diminue en se dirigeant vers l'ouest jusqu'au moyen de 326 mm.

Géologiquement, La zone étudiée se situe dans le moyen Atlas qui se présente sous forme de rides montagneuses successives et parallèle. Il constitue une seule unité géologique dans un massif jurassien allongé dans le sens NNE-SSw (HCEFLCD, 2005).

La zone d'étude comporte une variété très importante d'espèce végétale. Au niveau de la partie Adrej. Elle est constituée essentiellement du cèdre, thuya, genévrier rouge et chêne vert (Direction de l'aménagement du Territoire 2002).

2. MÉTHOLOGIE

Les étapes méthodologiques de la méthode PAP/CAR comporte trois approches PAP/CAR (1998):

- L’approche prédictive qui contrôle l’érosion à partir de la cartographie thématique des facteurs (pente, lithologie, occupation des sols et degré de couvert végétal). Cette approche finie par la déduction de la carte d’état érosif qui donne une idée sur le degré d’érosion dans toute la zone.
- L’approche descriptive donne une image réelle sur les différentes formes d’érosion situées sur la zone d’étude ainsi leurs degrés d’exposition à la dégradation.
- L’approche d’intégration c’est la superposition des cartes des états érosifs obtenues par la cartographie thématique et la carte des formes d’érosion obtenue par la cartographie descriptive directe des formes d’érosion sur le terrain ou par les images satellites.

3. RESULTATS ET DISCUSSIONS

1) Approche prédictive

a) Réalisation de la carte d'érodibilité

Après la réalisation de la carte de pente à partir de la MNT du Maroc et la carte des lithofaciés de la carte géologique de la région de Sefrou, la carte d'érodibilité est le résultat de la superposition de ces deux dernières, elle permet d'hierarchiser le bassin versant en degré d'érodibilité.

L'analyse de la base donnée (Figure 2) montre que la classe la plus représentative est celle qui appartient à la classe modérée avec 40% de la superficie de la zone d'étude. Suivie par la classe d'érodibilité faible.

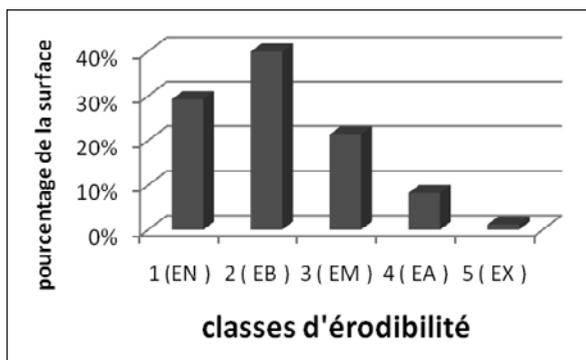


FIGURE 2

Histogramme de pourcentages des superficies en fonction des classes d'érodibilité.

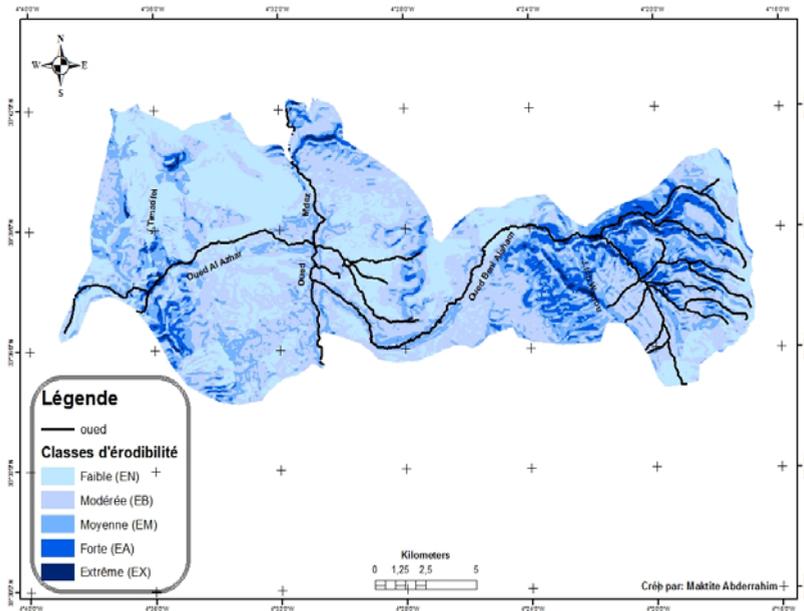


FIGURE 3
Carte d'érodibilité

La carte de degré d'érodibilité (Figure 3) indique que là où la pente est forte et/ou le terrain est de moyenne résistance, l'érodibilité est toujours forte à extrême. Cela peut être observé au niveau de la partie amont à jbel laqra au nord-est de la zone (2302 m) et à la zone de Ich wanou au sud-est (Plus de 1900 m) et à Toukoucht (1524 m) au sud-ouest. À ce niveau malgré les lithofaciès plus au moins résistant en remarque que la présence des pentes fortes rend cette partie de plus en plus érodable.

Au contraire dans la partie nord-ouest et au milieu de la zone, la situation est moins inquiétante car les classes d'érodibilité qui dominent sont soit faibles ou modérée. Dans ce secteur les substrats montrent une résistance faible (marnes et marno-calcaire) mais des pentes faibles cela à mettre cette partie dans les classes faible à moyenne. On peut expliquer cette répartition par la présence de pente modérée qui a atténué le degré d'érodibilité.

b) Réalisation de la carte de protection des sols

L'élaboration de la carte de degrés de protection des sols comme montre la figure est faite par la superposition de la carte d'occupation des sols et la carte de densité de recouvrement.

L'objectif de cette carte est hiérarchiser le terrain (zone d'étude) selon le degré de protection, L'utilité de cette étape est nécessaire dans la mesure car elle permet de détecter les zones à faible ou à forte protection et par conséquent les zones noires qui nécessitent des interventions urgentes et rapide par le reboisement pour fixer et stabiliser le sol (Direction de l'aménagement du Territoire, 2002).

Le traitement de la base de données (Figure 4) montre que la zone d'étude est très mal protégée. La valeur la plus fréquente est celle de la classe de très faible protection avec un pourcentage de 46% de la superficie total du bassin. Pour les autres classes les valeurs des superficies sont faibles par rapport à cette classe, donc on peut dire que au niveau de cette zone; plus grande est la superficie, plus faible est la protection.

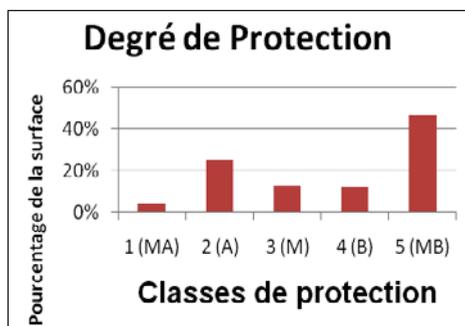


FIGURE 4

Histogramme des fréquences des classes de degré de protection en fonction des pourcentages de surface.

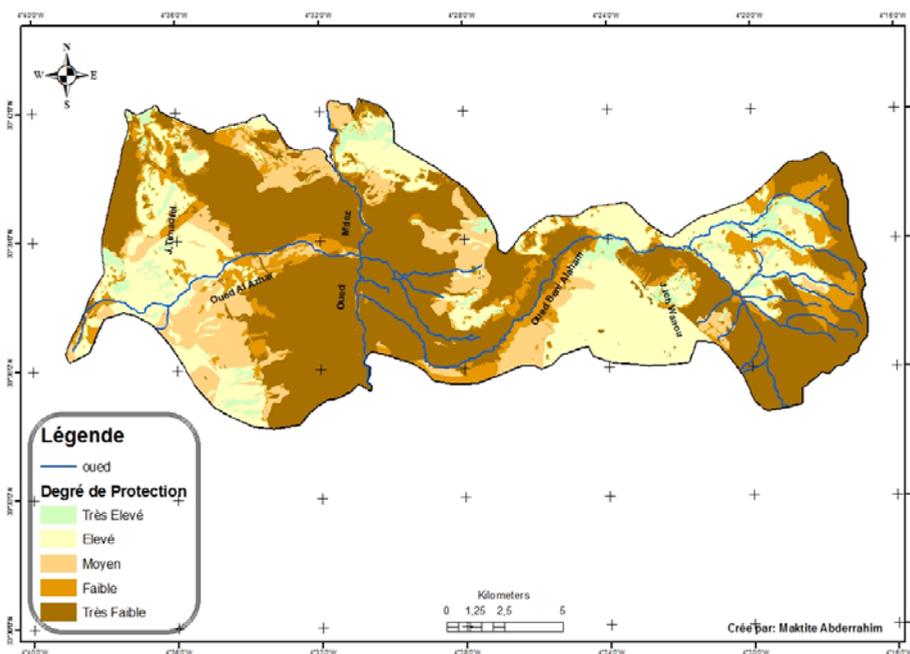


FIGURE 5

La carte de protection des sols. Sur la carte de protection du sol.

La répartition des classes de protection du sol (Figure 5) montre que les zones de très faible protection se trouvent partout dans les deux bassins, surtout la partie amont d'oued Beni Alaham et au milieu de la zone, les zones de protection élevée sont rarement rencontrées. On note aussi la présence de degré de protection de la classe (élevé) avec 25% de la superficie total, cette classe est répartie en sud-est, sud-ouest et au nord.

c) Carte des états érosifs

La carte des états érosifs est réalisée à partir de la superposition des bases données de la carte d'érodibilité et celle de la protection des sols (Figure 6), les polygones résultant vont être classés selon la matrice (Tab1):

TABLEAU 1
Matrice: Degré de protection des sols vs. Degré d'érodibilité.

Degré de protection des sols	Degré d'érodibilité				
	1(EN)	2(EB)	3(EM)	4(EA)	5(EX)
1(MA)	1	1	1	2	2
2(A)	1	1	2	3	4
3(M)	1	2	3	4	4
4(B)	2	3	3	5	5
5(MB)	2	3	4	5	5

Le traitement de la base de données a abouti à la réalisation de l'histogramme des fréquences (Figure 6) qui montre deux classes plus représentatives sont celle de l'érosion faible et notable avec 101.23 km² et 96.81 km² (respectivement). En ce qui concerne la classe du degré d'érosion élevée et celle de degré très élevé, elles sont faibles par rapport aux autres classes, elles ne représentent que 9% et 2% de la superficie total avec 25.82 km² et 6.53 km² (respectivement).

La répartition des superficies sur la carte des états érosifs (Figure 7) montre que les zones les plus érodées se situent à la partie amont de oued Beni Alaham notamment à la partie (est) de la zone d'étude. Dans la partie ouest, on remarque l'absence des zones qui ont un degré d'érosion très élevé et cela à cause de la couverture végétale et la faiblesse des pentes.

Par contre la carte des états érosifs montre une dominance d'érosion faible et notable, ces deux classes sont réparties par tous dans la zone d'étude.

Concernant les zones où la couverture est dense on remarque qu'elles sont protégées malgré la forte pente notée sur lesquelles, de même façon les zones où il y a une absence de la couverture végétale, on remarque qu'elles sont aussi protégées mais cette fois à cause de la faible pente existant sur ces zones.

Les parties qui sont au bord des oueds; on remarque la présence d'un degré d'érosion élevé et notable et cela du à la formation géologique sédimentaire qui couvre ces zones, ces formations sont non cohésives, elles peuvent alors influencer l'érosion.

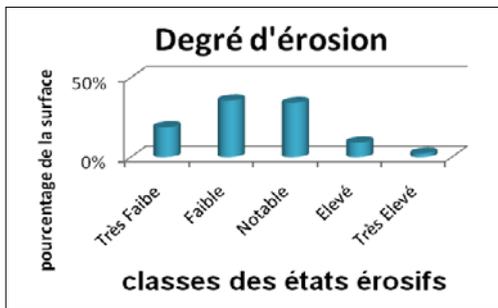


FIGURE 6
Histogramme des classes de degré d'érosion en fonction des superficies.

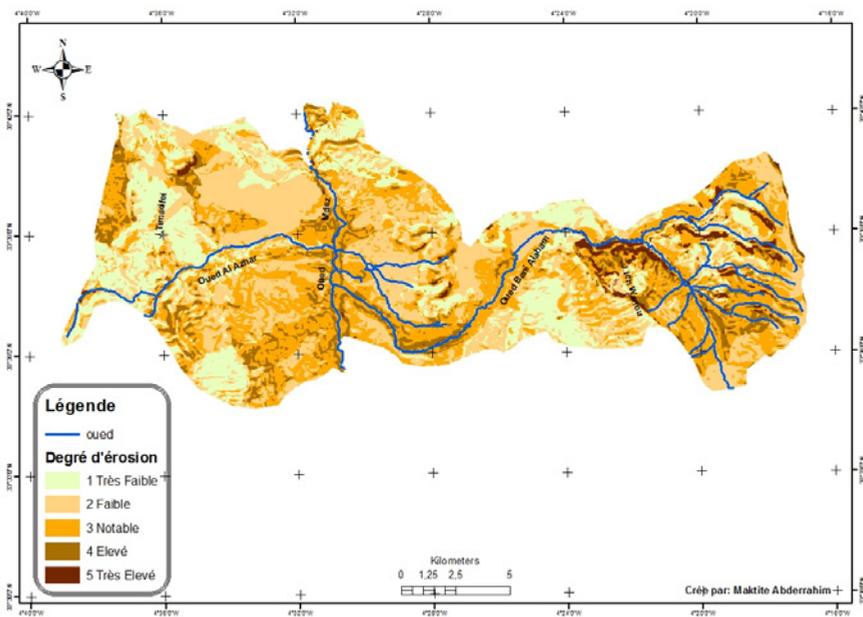


FIGURE 7
Carte des états érosifs.

2) Approche descriptive

La carte des formes de l'érosion est réalisée à partir d'un navigateur satellitaire, rectifié par les observations de terrain. Son objectif est donnée une idée sur les différents formes d'érosion sur la zone d'étude.

L'analyse des résultats sur l'historgramme des fréquences des formes d'érosion en fonction de pourcentage des superficies relatives (Figure 8) montre que le Ruissellement

diffus ou l'érosion en nappe et le décapage superficiel représentent 198.13 km² soit 69.81% de la superficie totale de la zone. Le ravinement occupe la seconde place avec 51 km² et l'érosion en nappe en troisième place avec 18.14 km². Pour Les autres formes (ravinement superficiel, moyennement profond, généralisée et les éboulis) sont très localisées et ne dépassent pas 6.57 km², soit 2,31% de la superficie totale de la zone.

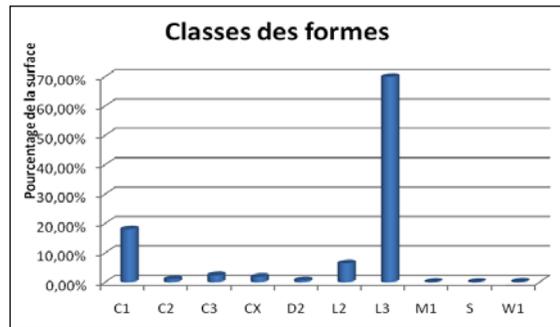


FIGURE 8

Histogramme de fréquence des formes d'érosion en fonction de pourcentage de la superficie.

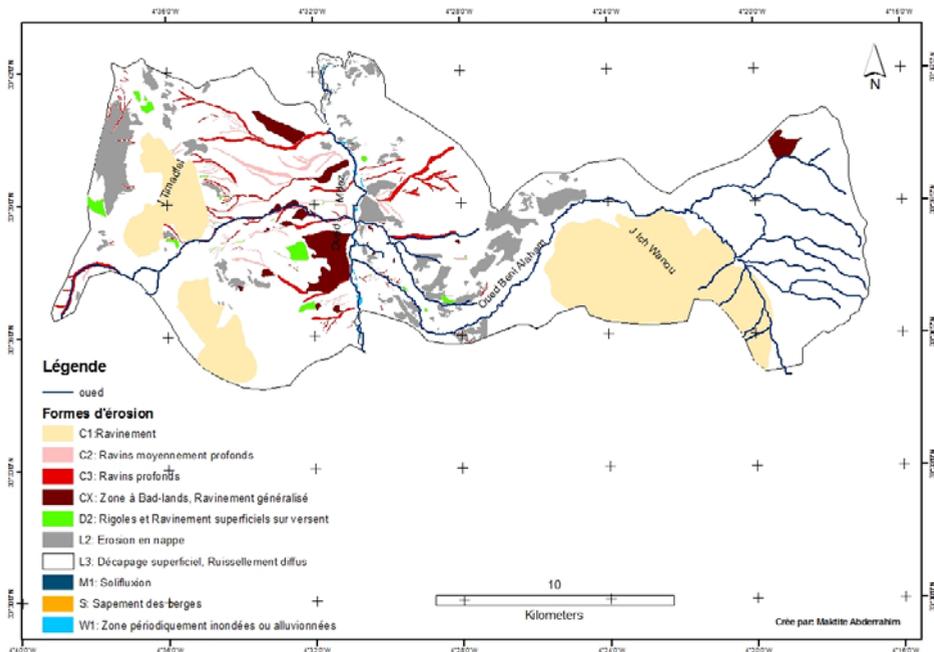


FIGURE 9

Carte des formes de l'érosion.

La répartition de ces formes dans la zone d'étude (Figure 9) montre que les formes les plus représentées dans toute la zone sont le décapage superficiel, les Ruissellement diffus ou l'érosion en nappe, cela est expliqué par la forte pente et l'intensité de pluie et du ruissellement.

Ainsi, on remarque que les processus de ravinements occupent tous les rides anticlinales notamment au forêt Al Adrej, une partie de la forêt Guigou et à Jbel Timadfel. Ce type de ravinement est lié aux processus de l'érosion géologique qui sculptent la surface terrestre.

Les autres formes sont localisées au bord des oueds Beni Alaham et oued Mdez, en amont et en aval des deux.

3) Approche d'intégration

Cette phase est le produit de deux étapes précédentes. Il s'agit de compléter les résultats obtenus lors de la phase prédictive par les données descriptives des processus d'érosion cartographiées et réalisées au cours de la deuxième phase. La combinaison de deux résultats nous fournit un produit cartographique très précis qui reflète la réalité de l'état de dégradation du sol et l'évolution future de l'érosion (Figure 10).

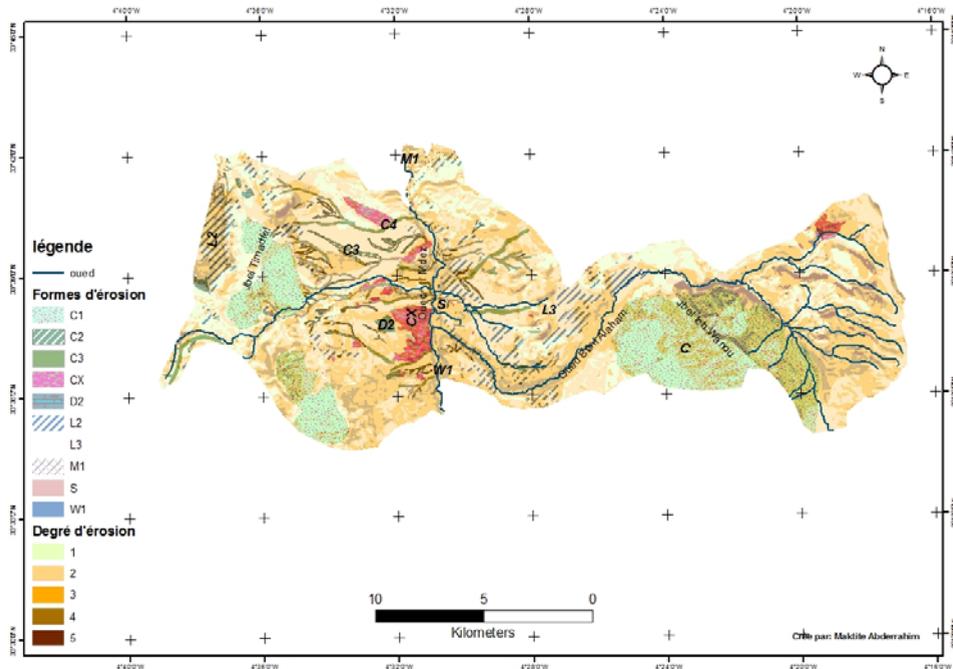


FIGURE 10
Carte consolidée PAP /CAR.

Le traitement des données montre que les zones où l'érosion est faible à notable coïncident les zones des bad-lands là où se trouvent le ravinement généralisé, Cela est expliqué par la faible densité de couverture végétale. Et on remarque ça en amont d'oued

Mdez et la partie nord-est de la zone. Ainsi, on remarque que les zones caractérisées par une érosion faible et modérée coïncident la forme d'érosion en nappe, notamment au bord des oueds Mdez et Beni Alaham et à la dépression de Tazouta (à l'ouest de la zone) cela expliquée par l'absence de couvert végétal sur cette zone.

À l'ouest d'oued Mdez, on remarque la présence de presque toutes les formes d'érosion, et cela du à la faible résistance du substrat existant (marne et marno-calcaire) et l'absence de la couverture végétale.

CONCLUSION

La cartographie et l'estimation de l'érosion hydrique au moyen de la méthode consolidée PAP/CAR basée sur les facteurs naturels (pente, couvert végétal et lithologie) a permis d'analyser et de comprendre la problématique de la zone d'étude sur le plan risque érosif .

La carte de l'approche prédictive fournit des informations sur l'état actuel de la dégradation des sols en se basant sur les degré d'influence des différents facteurs qui contrôlent l'érosion hydrique. La carte fait ressortir cinq états, 36 % des terrains présentent une faible prédisposition à l'érosion hydrique, l'érosion notable représente 34%, 19 % pour les terrains à érosion très faible, Les états d'érosion élevée et extrême représentent 9% et 2 % respectivement.

L'approche descriptive a montré que cette dégradation se manifeste par dix types de processus de l'érosion hydrique. On assiste à une perte de sol de différentes manières :

L'érosion en nappe et le décapage. C'est une érosion qui est inaperçue mais qui est la plus dangereuse car elle emporte les particules nutritives essentielles pour le développement de la végétation (216.27 km²).

L'érosion en rigole et ravines qui si elles apparaissent en automne dans les sols labourés après chaque averse importante sont effacées par les labours SADIKI, A. et all (2009), mais si elles apparaissent sur des terrains non exploitables évoluent généralement en formes plus importantes.

L'érosion en ravins se fait au dépend des terrains de culture et peuvent évoluer en ravinement généralisé (65.46 km²).

Les mouvements de masse sont liés à des événements pluvieux exceptionnels mais leur déclenchement est souvent provoqué par une intervention humaine, Ce type d'érosion est lié aux massifs montagneux.

Devant les menaces de dégradation qui pèsent sur les ressources naturelles et l'infrastructure du bassin versant et par conséquent sur la qualité de vie des habitants de point de vue économique et social, il s'avère nécessaire d'intervenir pour lutter contre l'érosion selon une approche globale et novatrice qui permettra de concilier entre les besoins importants d'une population, qui ne cesse de s'accroître et les potentialités limitées des ressources naturelles qui s'appauvrissent du fait de leur surexploitation combinée à un mauvais usage.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Direction de l'aménagement du Territoire (2002): Etude sur la stratégie d'aménagement et de développement du Moyen Atlas : diagnostic territorial, LAUSANNE et RABAT, Décembre 2002. 277 pg.

- GHANAM, M. (2003): «La désertification au Maroc – Quelle stratégie de lutte?», p: 8. Haut Commissariat aux Eaux et Forêts et à la lutte contre la désertification (2005). *Projet de développement des zones prioritaires du bassin versant du Sebou en amont du barrage Allal El Fassi*. Rapport de synthèse. p: 51.
- PAP/CAR (1998): Directives pour la cartographie et la mesure des processus d'érosion hydrique dans les zones côtières méditerranéennes. PAP-8/PP/GL.1. Split, Programme d'actions prioritaires pour le Centre d'activités régionales du (PAM/PNUE), en collaboration avec la FAO, pp xii+72.
- SADIKI, A., FALEH, A., ZÉZERE, J. L. et MASTASS, H. (2009): «Quantification de l'érosion en nappes dans le bassin versant de l'oued Sahla, Rif central Maroc». *Cahiers Géographiques n° 6/2009*. pp. 59-70.
- FALEH, A. et SADIKI, A. (2009): «Quantification de l'érosion par l'étude de l'envasement des barrages. Exemple des barrages collinaires AbdelAli et Ank Jmel au Prérif». *Cahiers Géographiques n° 6/2009*. pp. 37-44.
- SADIKI, A. (2005): Estimation des taux d'érosion et de l'état de dégradation des sols dans le bassin versant de Boussouab, Maroc nord oriental : Application du modèle empirique (USLE), de la technique du radio-isotope ^{137}Cs et de la susceptibilité magnétique. Thèse de doctorat, Faculté des Sciences Oujda.
- SADIKI, A., MESRAR, H., FALEH, A. et CHAAOUAN, J. (2012): «Modélisation et cartographie des risques de l'érosion hydrique: cas du bassin-versant de l'oued Larbaa, Maroc». *Papeles de Geografía N° 55-56*. pp. 179-188.