

L'analyse intégrée du milieu à l'aide du SIG en vue d'une planification rationnelle de la gestion conservatoire des terres

Application dans la région de Dhar Souk (Province de Taounate, Maroc)

M. LOUKILI¹, Y. IHISSOU²

(Reçu le 17/02/2016; Accepté le 10/04/2016)

Résumé

L'objectif de ce travail est la réalisation d'une carte spatialisant des propositions de gestion et d'aménagement des terres, en vue d'une gestion rationnelle des terres dans le cadre d'un développement durable. Elle a été obtenue en se basant sur un diagnostic du milieu naturel ayant permis l'analyse et l'identification des contraintes à la mise en valeur d'un périmètre situé à Dhar Souk (Province de Taounate). La méthodologie consiste à réaliser une analyse des données recueillies moyennant des enquêtes auprès des agriculteurs et des prospections sur le terrain. C'est ainsi que les données spatiales ont été organisées sous formes de couches d'informations thématiques relatives aux sols, à l'occupation des terres, à la géologie, aux formes de l'érosion et la topographie. L'intégration de ces données et d'autres données relatives aux enquêtes dans un Système d'Information Géographique (SIG) a permis la réalisation d'une carte de gestion et d'aménagement des sols. Cette dernière peut servir de document de base dans le choix des orientations des actions de la mise en valeur qui seront prises par les acteurs du développement de la zone.

Mots-clés: Carte de gestion et d'aménagement des terres, SIG, Conservation des sols et des eaux, Dhar Souk, Taounate, Nord du Maroc.

Abstract

The objective of this work is the realization of a map spatializing the land use and management actions, in the context of sustainable development. It was obtained based on a diagnosis of the natural environment that enabled the analysis and identification of constraints to the development of an area in Dhar Souk (Province of Taounate). The methodology consists of an analysis of data collected through surveys of farmers and field surveys. Spatial data were organized in the form of soil-related thematic information layers of land use, geology, forms of erosion and topography. The integration of these data and other ones in Geographic Information System (GIS) resulted in a map for the land management and development. This map may serve as a basic document in the choice of guidelines for development operations as well as for actors in the area.

Keywords: Map of land use and management, GIS, Soil and water conservation, Dhar Souk, Taounate, Northern Morocco.

INTRODUCTION

Dans le périmètre étudié, comme par ailleurs dans toute la région rifaine, les actions de gestion rationnelle des terres en vue d'augmenter les rendements des cultures et conserver les ressources naturelles doivent nécessairement inclure toutes les techniques antiérosives adéquates pour freiner les effets néfastes de l'érosion qui constitue un facteur important de dégradation des terres. Dans ce sens, Rooze *et al.*, (2012) analysent les trois étapes de l'évolution des recherches sur l'érosion hydrique et la lutte antiérosive dans les pays du Maghreb. Dans une première étape (1945-1970), au Maroc, après un constat des effets de l'érosion, des travaux de DRS (défense et restauration des sols) sur les terres très dégradées par l'érosion hydrique ont été réalisés. Dans une seconde étape (1965-1985), l'érosion est quantifiée notamment par l'équipe de B. Heusch. Depuis 1985, les équipes de l'ENFI, de la Faculté des Lettres et Sciences Humaines de Rabat et de l'IRD ont

décrit trente systèmes traditionnels de gestion de l'eau et de la fertilité des sols sur les massifs du Rif et des Atlas. Plusieurs actions et projets de lutte contre l'érosion et pour le développement de l'agriculture se sont succédés dans le périmètre étudié et les zones environnantes. Il s'agit entre autres des projets DERRO (développement économique et rural du Rif occidental (années 60), PAF (projet arboriculture fruitière) /MCA (Millennium Challenge Account) (2009-2013) et PDI (programme de développement intégré (2009-2011).

Le but principal du présent travail est de présenter la démarche poursuivie ayant pour résultat final l'établissement de la carte de gestion et d'aménagement des terres dans le périmètre retenu. Sa réalisation découle d'une analyse et intégration des différentes caractéristiques morpho-géo-pédologiques influençant la productivité des terres et constituant autant de thèmes organisés dans une base de données géographiques à

¹ Département des Sciences du Sol, École Nationale d'Agriculture de Meknès, BP S/40 Meknès. E-mail: m.loukili2@gmail.com

² Étudiant mémorisant (2014), Département d'Arboriculture, Oléiculture et Viticulture. ENAM. BP S/40 Meknès, Maroc

l'aide de l'outil SIG. Cet article débute par une analyse du contexte physique du périmètre étudié. Ensuite sont présentées la méthodologie adoptée pour la réalisation de la carte de gestion et d'aménagement des terres précitée.

PRÉSENTATION DU PÉRIMÈTRE D'ÉTUDE

Localisation

Le périmètre étudié se trouve dans la zone de Dhar-souk, laquelle est située au Nord-est de la province de Taounate (Figure 1). Le périmètre totalise environ 13 524 ha.

Milieu physique

La Géologie

La majeure partie du périmètre étudié se situe dans la zone intrarifaine matérialisée par la nappe d'Aknoul. La nappe de Ketama appartenant aussi à la zone intrarifaine s'étend plus au nord du périmètre d'étude. Au niveau de ce dernier, par endroits, affleurent des structures géologiques appartenant aux zones mésorifaine et pré-rifaine (Vidal, 1983; Leblanc *et al.*, 1983).

La carte géologique simplifiée du périmètre (Figure 2), est obtenue à partir des cartes géologiques courant le périmètre. Il s'agit des cartes géologiques au 1/50000 de Dhar Souk et de Taineste (Vidal, 1983; Leblanc *et al.*, 1983). Elle montre que les matériaux de la nappe

d'Aknoul constituent l'essentiel des affleurements surtout dans la moitié orientale du périmètre. Il s'agit surtout des marnes (marno-schistes) et calcaires du crétacé supérieur (Sénonien) auxquelles sont superposés localement des calcaires détritiques et marnes noires du Paléocène et de l'Eocène. Dans la moitié occidentale du périmètre, s'étend le synclinal de Dhar Souk, occupé par des dépôts (post-nappe) marneux localement gréseux et conglomératique du Tortonien et Messinien. Les formations du Jurassique et du Crétacé inférieur (grès et pélites, calcaires et dolomies) appartiennent à la nappe de Senhaja qui fait partie de la zone mésorifaine. Par contre, les marno-calcaires du Miocène moyen font partie de la zone pré-rifaine.

La Géomorphologie

Les lignes du relief sont fortement dépendantes des structures géologiques. Le relief est partout accidenté et accuse des pentes fortes à très fortes et n'est relativement atténué qu'en faveur des vallées. Le ruissellement a façonné des collines douces et arrondies sur les substrats marneux du Miocène supérieur (Tortonien) et marneux ou marno-schisteux du crétacé supérieur (Sénonien). L'examen de la carte géologique (Figure 2) et de celle des altitudes (Figure 4) montre que les lignes de crête les plus élevées ainsi que les hauts massifs sont façonnés sur les calcaires ou grès calcaires ou gréseux de l'Eocène et de l'Oligocène, du Miocène inférieur et sur les calcaires du Jurassique. Ces hauts niveaux dominent des versants à pentes fortes. Par endroits, ils dominent aussi des versants à topographie ondulée témoignant de glissements successifs ayant sévi sur les versants marno-schisteux du

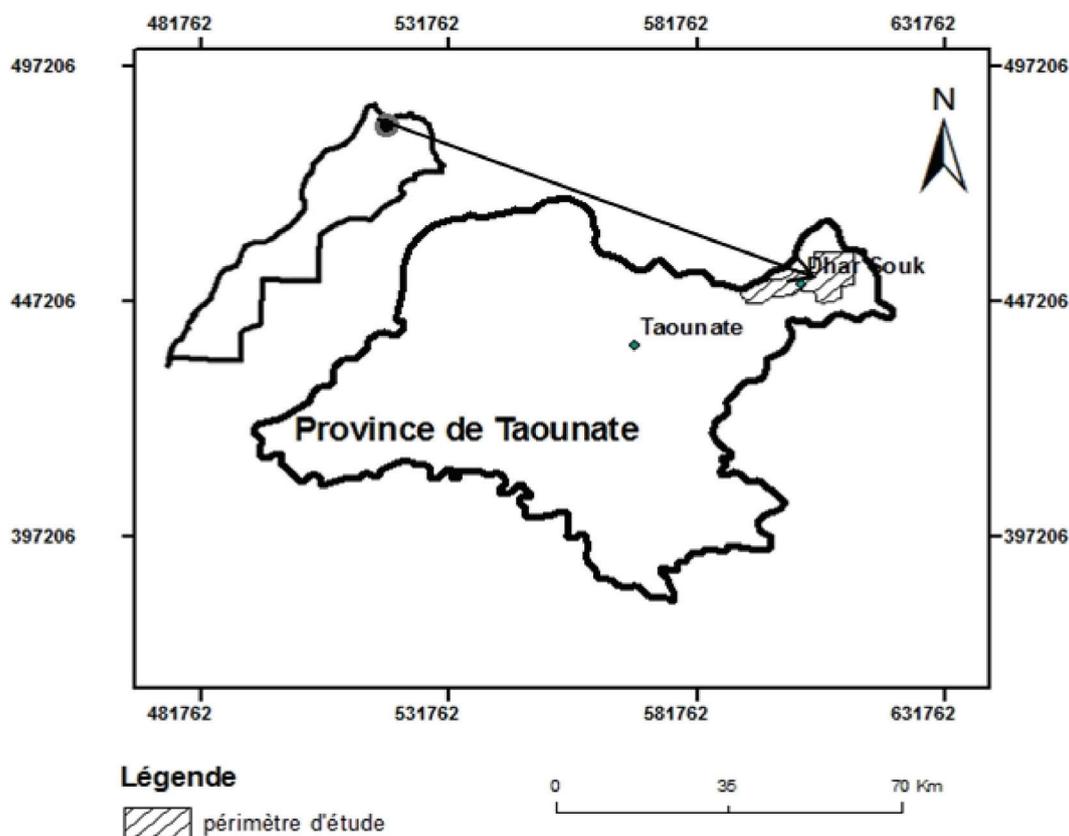


Figure 1: Localisation du périmètre dans la province de Taounate

Sénonien (Figure 3). Dans les fonds des vallées des Oueds importants, notamment celles de l'Ouergha et l'Amassine, se trouvent des terrasses du Quaternaire récent et à topographie plane. Par endroits sur les flancs de versants des vallées se rencontrent à des niveaux supérieurs aux précédents des terrasses et replats datant du Quaternaire et d'époques plus anciennes (Figure 2).

Le Climat

En raison de son relief montagneux et sa situation géographique, la pluviométrie annuelle moyenne est de 650 mm. Elle peut excéder les 1200 mm en année humide surtout sur les reliefs environnants situés à des altitudes plus élevées que celle de Dhar-souk (500 m). Les précipitations se répartissent principalement entre les mois d'octobre et mai. Décembre est le mois le plus pluvieux avec 87,5 mm (Ihissou, 2014). Les mois de juillet et août sont chauds et secs et les pluies ne dépassent pas 1,4 mm en moyenne.

A Dhar-souk, la température moyenne annuelle est de l'ordre de 17,8°C. Juillet et août sont les mois les plus chauds avec des températures moyennes maximales situées entre 33 et 38°C. La température extrême peut atteindre 45°C (vents chergui pendant l'été). Le mois le plus froid est janvier. La moyenne des températures minimales du mois de janvier est de l'ordre de 5,5°C à Taounate.

Les précipitations sont variables dans le temps et l'espace et présentent une grande variabilité interannuelle. Il faut noter qu'en année sèche, le climat est un facteur limitant pour l'agriculture.

Le climat au niveau de la zone d'étude est de type méditerranéen avec des étages bioclimatiques allant du semi-aride au subhumide pour les secteurs les plus élevés.

L'érosion

Comme par ailleurs dans le Rif, l'érosion hydrique au niveau du périmètre est importante et y constitue une contrainte majeure. Elle s'y manifeste par des formes et intensités variables. Et cela pour des raisons lithologiques et structurales, climatiques et anthropiques. La carte géologique (Figure 2) montre l'extension importante des substrats tendres de différents âges et qui sont sensibles à l'érosion telles que les marnes, les pélites, les marnoschistes et dans une certaine mesure les marno-calcaires. Les pentes moyennes à fortes favorisent les processus d'érosion. En effet, les pentes dépassant 12% totalisent 50 % de l'ensemble des classes de pentes. La couverture végétale peu dense, protège mal le sol contre le ruissellement provoqué par des pluies agressives. Enfin, le surpâturage et l'usage inadéquat des terres sont aussi des facteurs qui favorisent l'érosion des terres.

Les formes variées de l'érosion hydrique constatée au niveau du périmètre étudié sont le reflet d'une dégradation spécifique importante. D'un point de vue qualitatif, les formes de l'érosion hydrique agissant sur les versants sont essentiellement le ruissellement en nappe décapante, les rills, les ravines, les glissements, les coulées de solifluxion (Figure 3). Les badlands sont assez fréquents et sont observés localement. L'érosion est faible ou nulle sur des replats de faible extension notamment ceux se rencontrant dans certaines dépressions et au niveau des terrasses alluviales des oueds importants tels l'Ouergha et son affluent l'Oued Amassine. Du point de vue hydrographique, le périmètre est drainé par l'oued principal, Oued Ouergha et ses affluents les Oueds Amassine, Bou Assem, kasba et Bou Mlal (Figure 3).

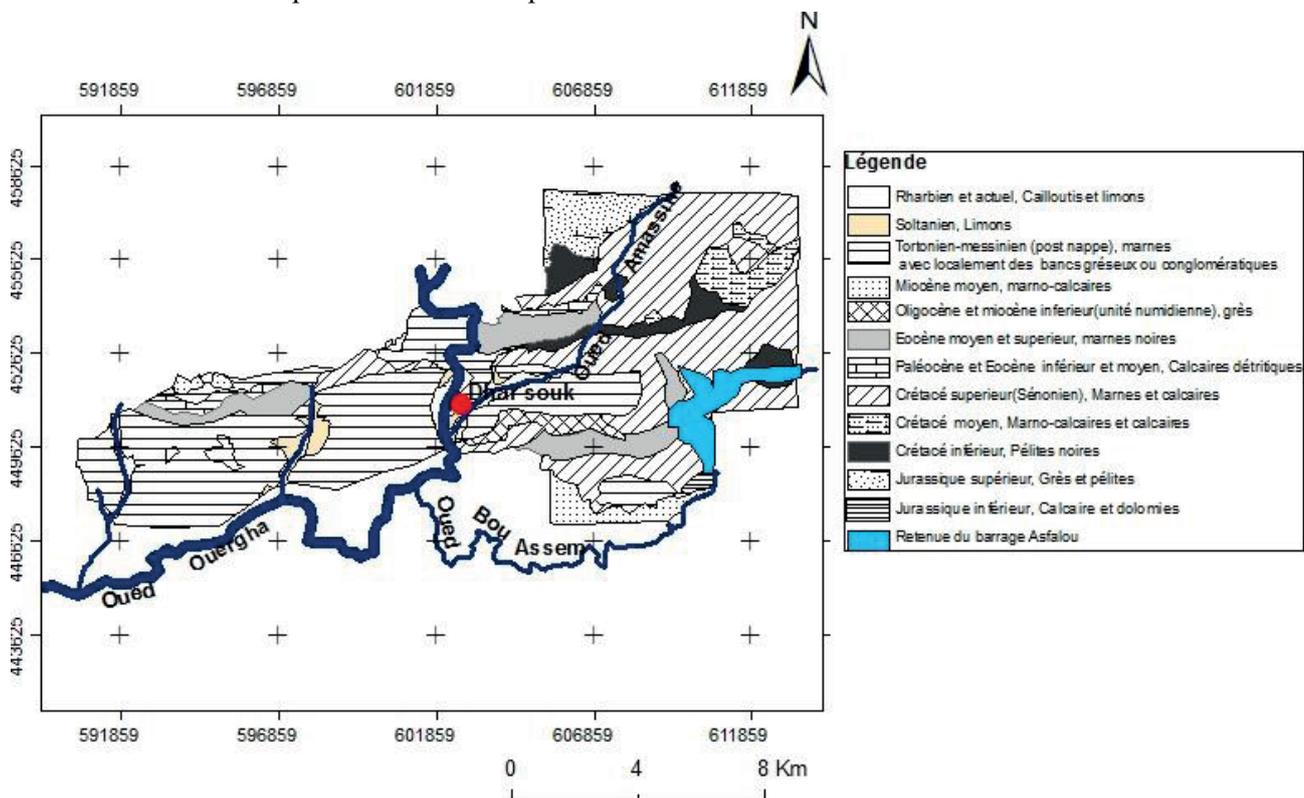


Figure 2: Carte géologique simplifiée du périmètre d'étude (synthèse à partir des cartes géologiques au 1/50000 de Dhar Souk et de Taineste (Vidal, 1983; Leblanc et al., 1983)

L'érosion hydrique dans la région rifaine est la cause d'une dégradation spécifique dépassant les 20 t/ha/an. Merzouk (1988) rapporte que ce processus a connu une extension spectaculaire et révèle des aspects de plus en plus inquiétants (cité par Chikhaoui et Naimi, 2011). Des travaux relatifs à l'évaluation quantitative de l'érosion hydrique dans des zones à contexte assez similaire à quelques nuances près, au périmètre étudié, signalent des taux moyens de dégradation spécifiques élevés dépassant les 50 t/ha/an par contre les dégradations spécifiques maximales dépassent les 100t/ha/an (Sadiki et al., 2004; Tribak et al., 2012). Précisons que ces seuils dépassent largement la capacité de régénération naturelle des sols par les processus pédogénétiques et font pencher la balance dans le sens d'une morphogénèse très active dont les effets sont bien visibles.

L'altitude

L'altitude du périmètre dépasse partout les 400 m. Un gradient altitudinal est observé en allant de l'Ouest vers l'Est (Figure 4). C'est dans la partie Nord-Est que l'altitude dépasse 1300 m et l'altitude maximale y est enregistrée au niveau du Jbel Afresse (1304 m).

La pente

Les classes de pentes retenues sont: 0-12 %, 12 – 25 %, 25-50%. Ces classes sont adoptées du fait que la valeur de pente de 12 % est considérée comme limite entre les terres agricoles mécanisables (pentes < 12%) et celles non mécanisables (pentes > 12%).

Les pentes sont assez importantes, celles de moins de 12% totalisent 52 %, regroupant un relief de basses collines et

quelques replats. Par contre, celles comprises entre 12 et 50 % représentent 48 % et caractérisent un relief plus accidenté (Figure 5).

Les sols

La carte synthétique des types de sols du périmètre est présentée à la Figure 6. Elle a été obtenue à partir de la carte des sols de l'étude pédologique de reconnaissance de la zone (Ministère de l'Agriculture et de la Mise en valeur Agricole, 1994).

La dynamique de l'érosion a un effet direct sur la typologie et la différenciation des sols du périmètre. En effet, les sols peu évolués d'apport colluvial (55 %) sont les plus importants suivi des sols peu évolués régosoliques (26 %), soit un total de 81 % de l'ensemble des sols du périmètre.

L'occupation actuelle des terres

La carte présentant les classes d'occupation du sol du périmètre étudié (Figure 7) a été obtenue suite aux résultats d'enquêtes et de prospection des terrains (Ihissou, 2014). En effet, 30 sites répartis sur l'ensemble du périmètre ont fait l'objet d'enquêtes auprès des agriculteurs. Celles-ci portent entre autres sur le type d'occupation des terres, les systèmes et mode de conduite de cultures et sur les aspects de dégradation des terres par l'érosion hydrique. Sur la carte de l'occupation des terres ci-dessous, figurent les occupations dominantes. A une échelle plus grande que celle de ladite carte, d'autres types d'occupations peuvent être délimitées, telles que les terres irriguées portant des cultures maraîchères le long de l'Oued Kasba (Figure 3) et ainsi de suite.

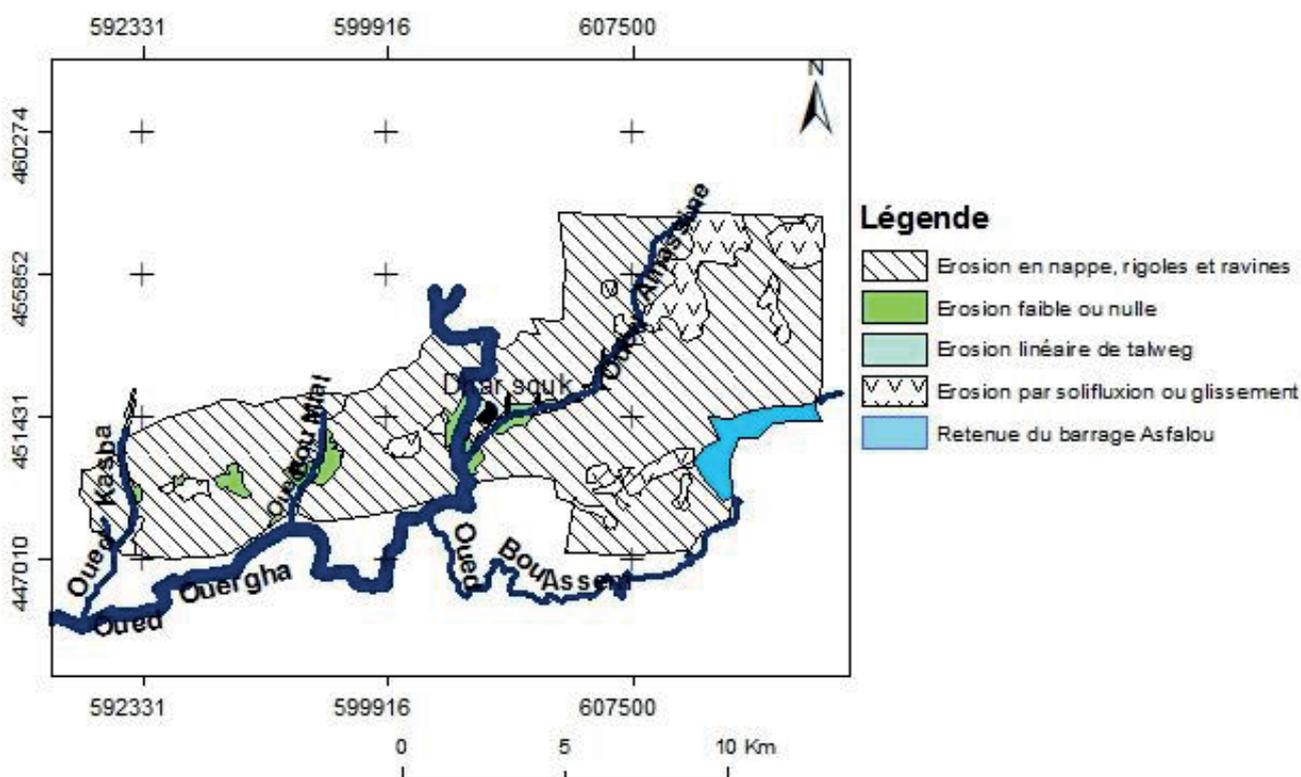


Figure 3: Carte des principales formes de l'érosion hydrique

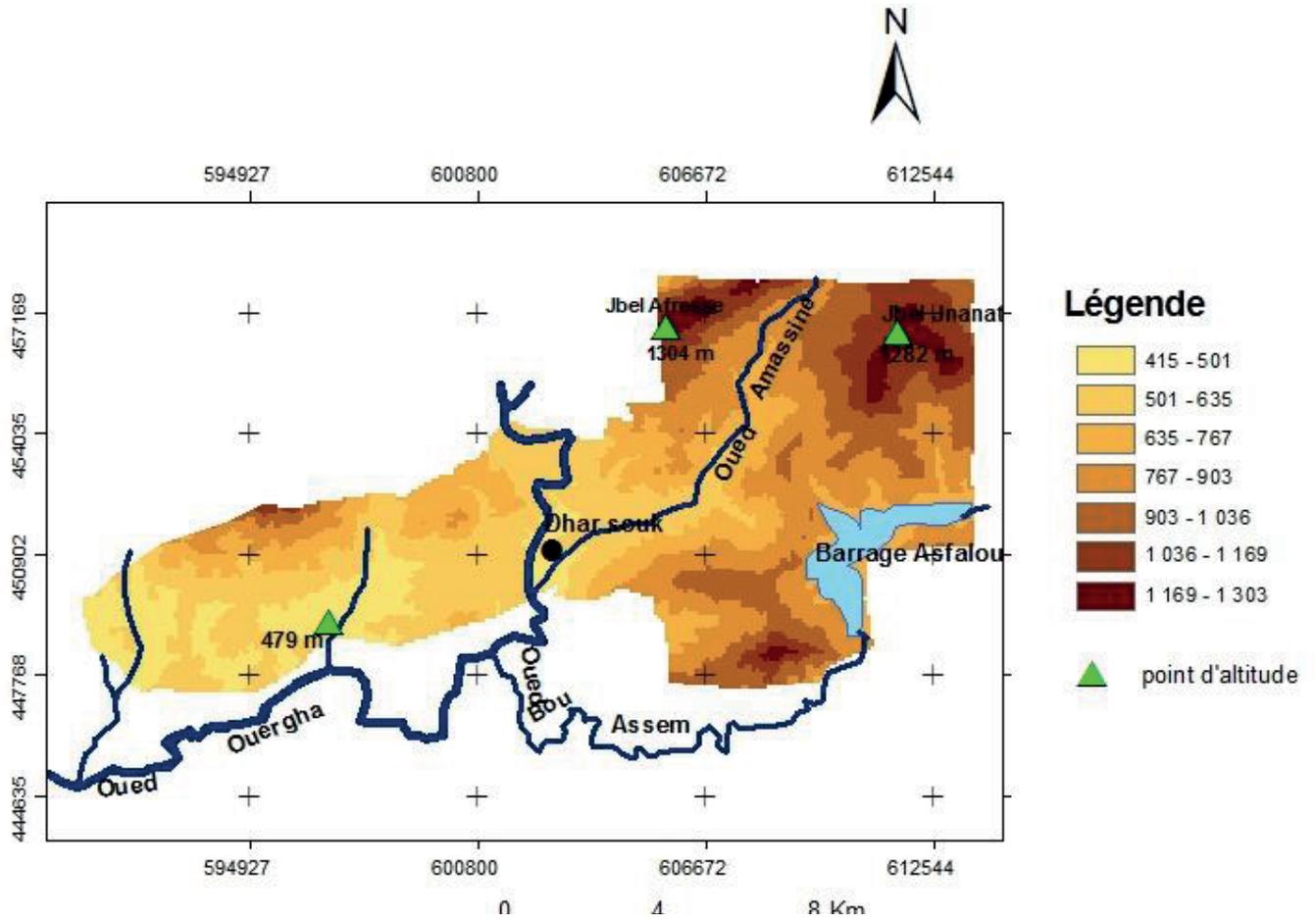


Figure 4: Modèle numérique de terrain du périmètre étudié (classes d'altitude en mètre)

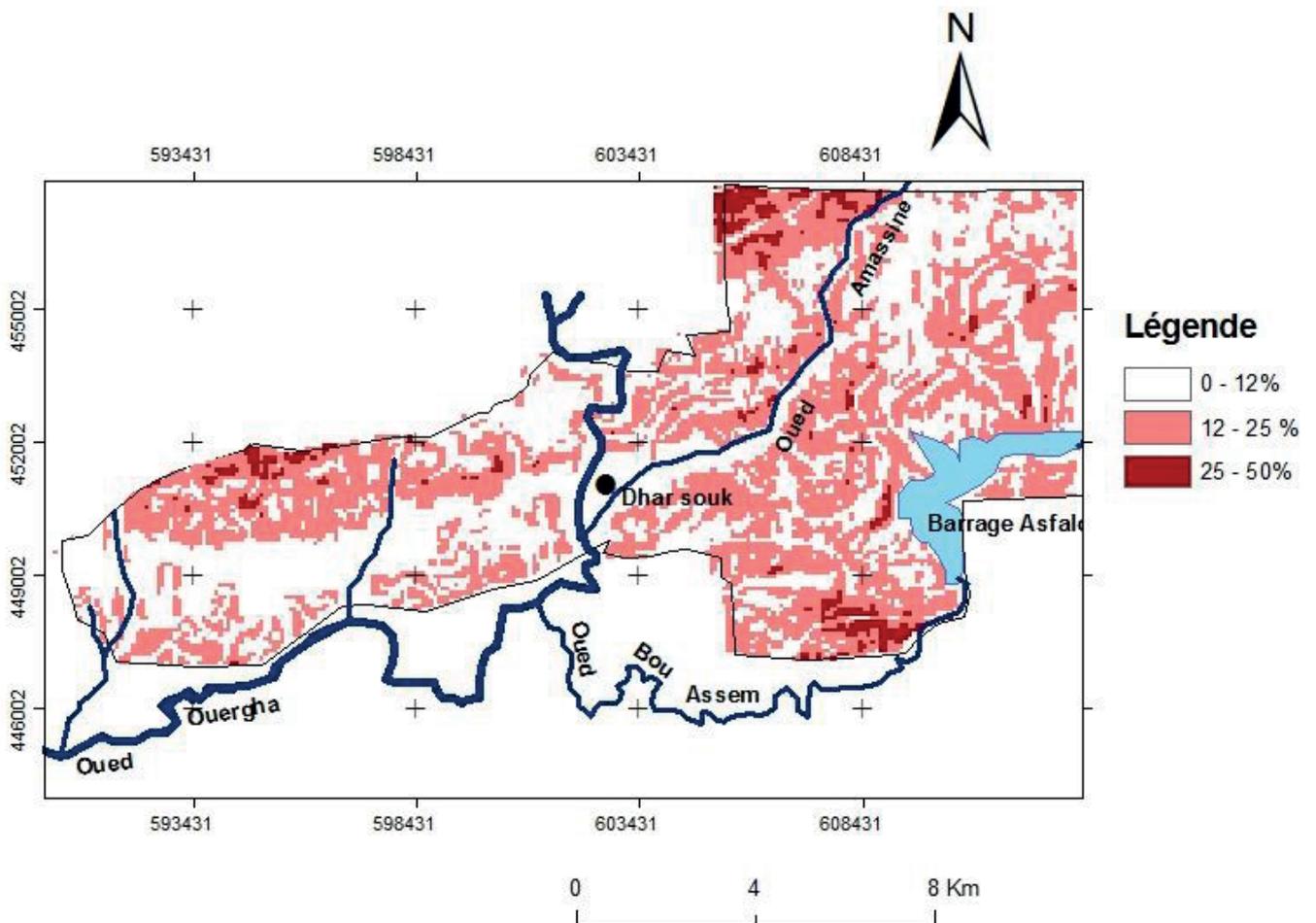


Figure 5: Carte des pentes du périmètre étudié

Pour les cultures annuelles (Figure 7), il s'agit des céréales (blé tendre, blé dur, orge) et des légumineuses (fève, lentilles, pois chiche, petit pois, orobe). Les cultures annuelles et l'olivier occupent 66 % de la surface du périmètre, suivies par les cultures annuelles (11 %) et l'olivier et le figuier (9 %).

LA CARTE DE GESTION ET D'AMÉNAGEMENT DES SOLS

Élaboration de la carte

Toutes les cartes (Figure 8) ont été saisies, traitées et analysées à l'aide de l'outil SIG, notamment le logiciel Arcgis. La combinaison des ces couches thématiques à l'aide de l'outil précité a abouti à la réalisation de la carte de gestion et d'aménagement des sols (Figure 9). Du fait qu'elles sont toutes géoréférencées dans le même système de coordonnées, leur superposition et confrontation ont permis donc la délimitation des unités cartographiques de la carte résultante précitée. Cette dernière est obtenue suite à la combinaison thématique de toutes ces couches analysées en mode raster. En effet, une fois la superposition réalisée, les valeurs des pixels homologues dans chacune des couches sont analysés et regroupés dans des classes aussi homogènes que possible répondant en fonction de leur caractéristiques à des besoins spécifiques en matière de gestion et d'aménagement. Ces classes correspondent

donc aux différentes unités cartographiques de la carte de figure 9. Une méthodologie similaire été adoptée dans l'étude et l'évaluation des terres d'un périmètre situé dans la plaine de Tadla (Loukili et al., 2000).

Les unités de la carte de la figure 9 correspondant donc à des catégories de terre dont les recommandations tiennent compte de la variabilité de leurs caractéristiques spatiales locales présentées dans les cartes ci-dessous (cartes géologique (lithologie), pédologique, morphodynamique, relief et altitude, occupation du sol (cultures et végétation naturelle)) et de leurs contraintes (Figure 8). L'analyse des facteurs du milieu, surtout le climat et les sols fait ressortir que les principales contraintes des ces derniers sont la pente, l'érosion hydrique (en nappe, linéaire, glissement-solifluxion) et la profondeur.

En plus des facteurs précités, les recommandations prennent aussi en considération l'aptitude des terres (FAO, 1976; FAO, 1983); leur mise en valeur actuelle et les techniques et structures antiérosives modernes et traditionnelles qu'on y rencontre (Ihissou, 2014). Les structures antiérosives modernes y ont été installées à l'occasion des principaux projets DERRO (années 60); PAF/MCA (2009-2013), PDI (2009-2011). Par contre, les structures antiérosives traditionnelles sont plus anciennes et ne se limitent pas uniquement au périmètre étudié et peuvent se rencontrer dans d'autres régions de la montagne marocaine (Sabir et al., 1999; El Abassi, 2000; Roose et Sabir, 2002).

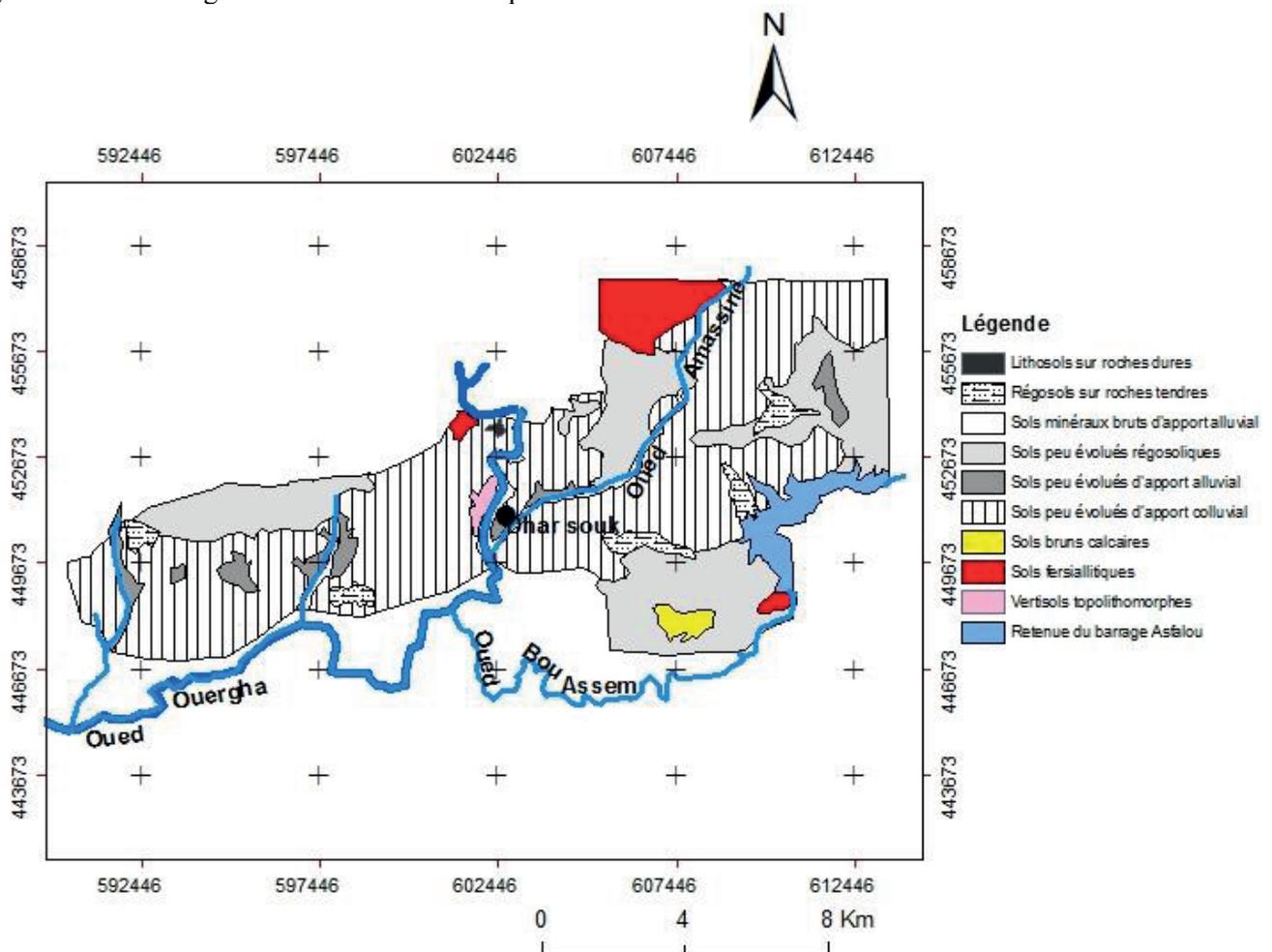


Figure 6: Carte synthétique des principaux sols du périmètre étudié

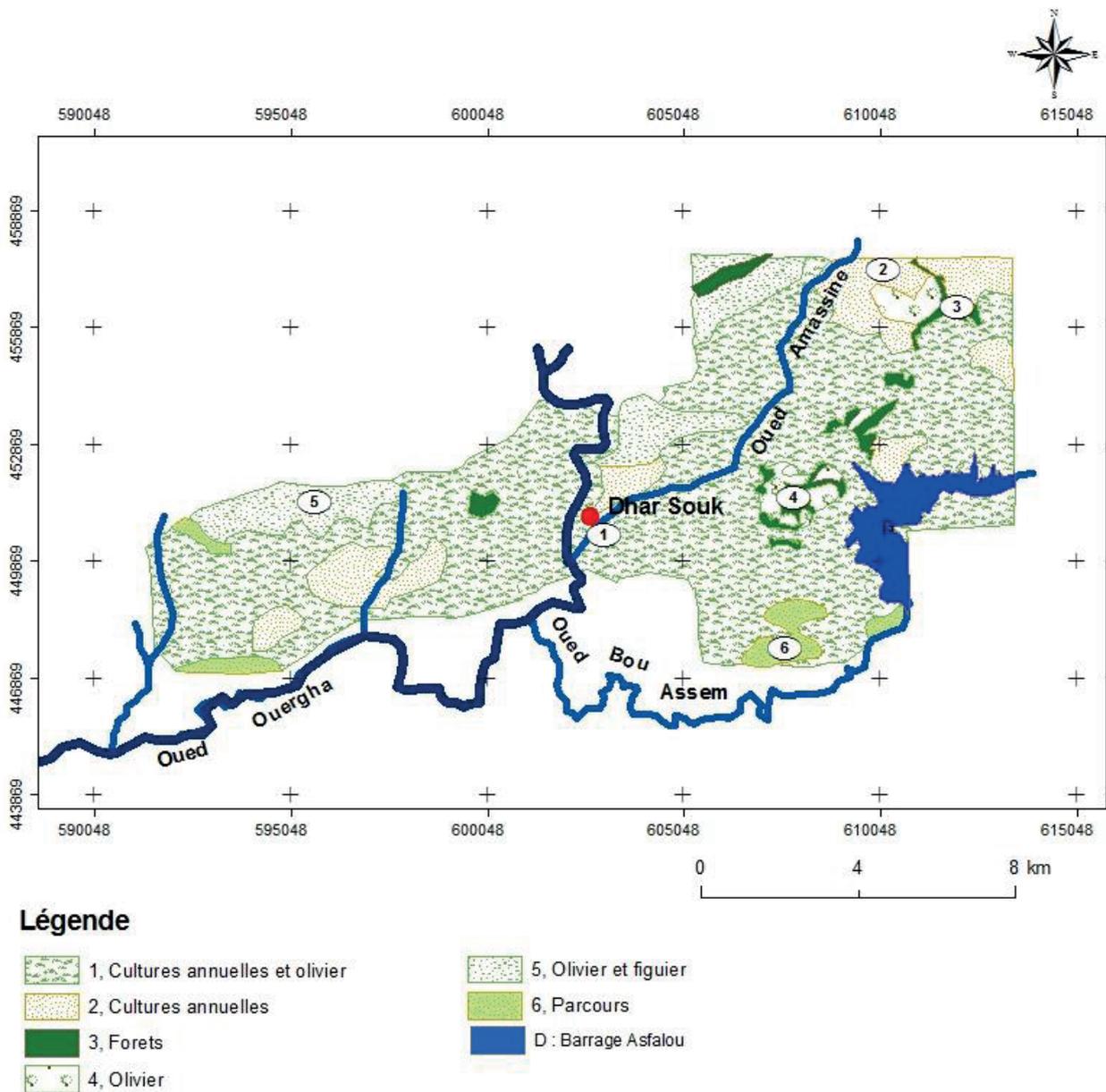


Figure 7: Carte des principales occupations du sol du périmètre d'étude

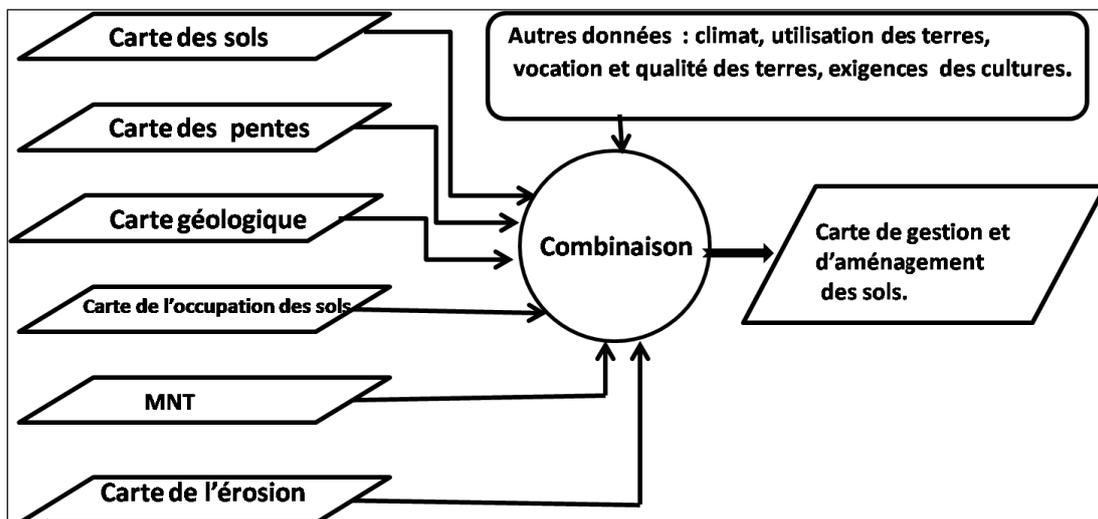


Figure 8: Combinaison des différentes cartes thématiques à l'aide du SIG

Les recommandations en matière de gestion et d'aménagement des terres (Figure 9) s'inscrivent dans une stratégie qui vise l'intensification de la production agricole des sols en se basant sur la gestion de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols tout en luttant contre les risques d'érosion. Cette stratégie que Roose (1994b) qualifie de GCES (Gestion Conservatoire des Eaux et Sols) favorise la diversité régionale dans la lutte anti-érosive en fonction de conditions écologiques et socio-économiques.

Les catégories des terres de la carte de gestion et d'aménagement des sols

Les catégories de terre de la carte de la figure 9 obtenues suite à la combinaison des différentes couches thématiques sont présentées ci-dessous avec leurs caractéristiques et les propositions de gestion et d'aménagement.

A11: les terrains délimités dans cette catégorie concernent une grande partie du périmètre. Ils s'étendent au nord et à l'ouest de la ville de Dhar souk sur les dépôts du miocène post-nappe et sur les marno-schistes de la nappe d'Aknoul à l'est de la ville précitée. Les pentes sont inférieures à 12 %. Le relief dans l'ensemble est collinaire. Les sols sont essentiellement des sols peu évolués d'apport colluviaux (sur colluvions de marnes miocène et marno-schistes du crétacé supérieur et secondairement des marnes noires de

l'Eocène et du crétacé inférieur. Cette catégorie de terre englobe aussi et d'une manière très localisée, les sols alluviaux irrigués des basses terrasses quaternaire, à relief plat, occupant le fond des vallées des principaux oueds, notamment des Oueds Ouergha et Amassine.

L'intensification de la production agricole passe par le développement de l'arboriculture, associée aux cultures intercalaires (céréales, etc). Les arbres selon la nature du sol sont à planter en ligne. Les techniques anti-érosives comme les haies vives, le labour selon les courbes de niveau, les cultures en bandes alternes sont à envisager pour ces terrains.

B11: Ces terres sont localisées sur des substrats essentiellement tendres d'âges divers (marnes du Miocène et de l'Eocène moyen et supérieur, marno-schistes du Crétacé supérieur, pélites noires du crétacé inférieur). Les pentes sont relativement plus importantes et varient de 12 à 25 %. Les sols dominants sont des sols peu évolués d'apport colluvial, des sols peu évolués régosoliques et même des régosols. L'érosion hydrique agit surtout par ruissellement diffus et solifluxion. A fin d'assurer la conservation des sols et l'amélioration de leur productivité, il est recommandé de développer davantage l'arboriculture fruitière (olivier, figuier, amandier) associée aux cultures annuelles (céréales, légumineuses) sur ces terres.

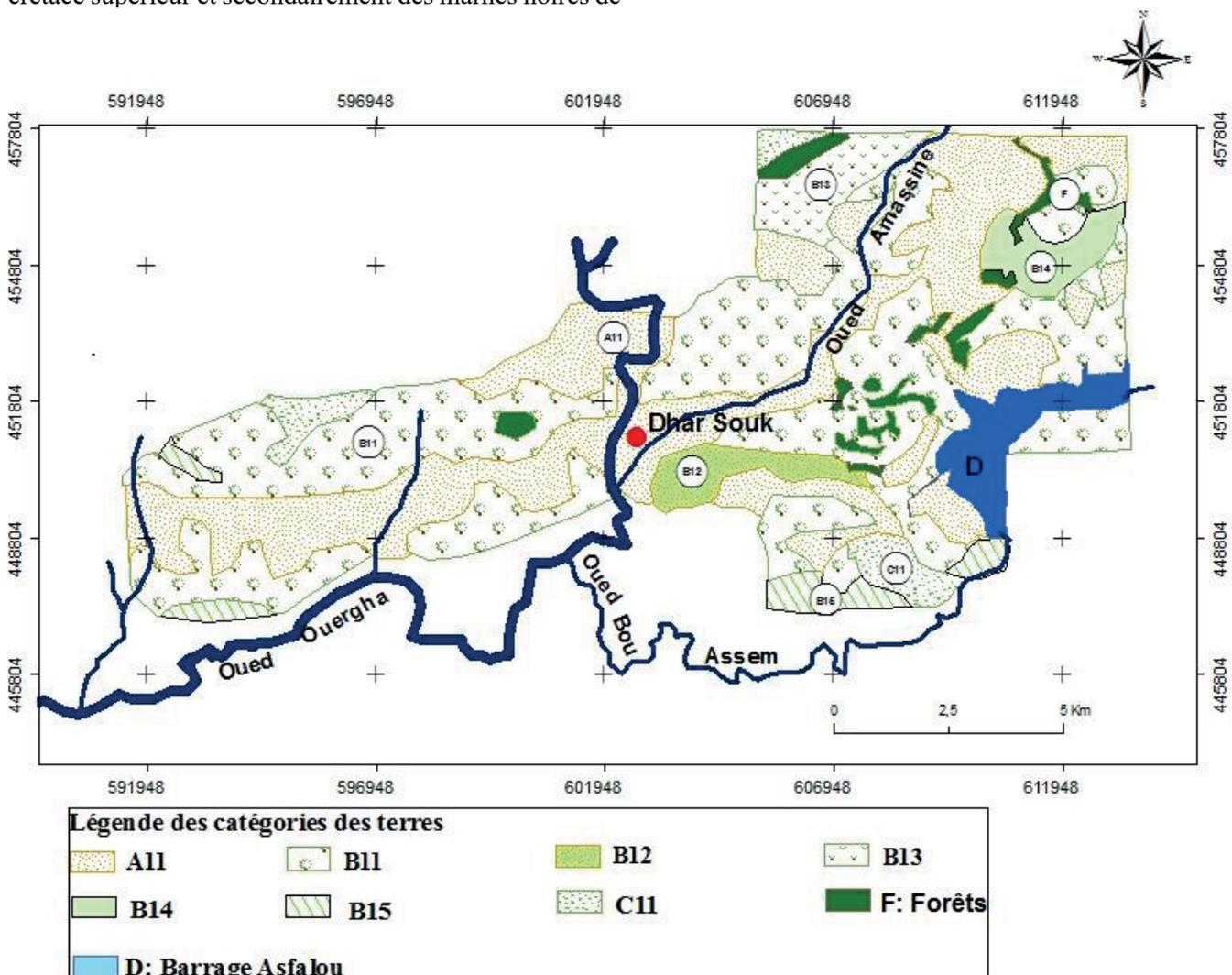


Figure 9: Carte de gestion et d'aménagement des sols établie

B12: Les terres de cette catégorie correspondent aux sols sur les grès numidiens (oligocène et miocène inférieur) qui constituent une klippe de charriage. Il s'agit de sols superficiels, lithosols avec des sols brunifiés caillouteux. Les pentes varient de 12 à 25 %. Les contraintes majeures de ces sols sont l'érosion et la profondeur. L'utilisation judicieuse de ces terres consiste à développer des arbustes fourragers associés aux arbres forestiers.

B13: Les pentes de cette unité de terre varient de 12 à 25%. L'altitude moyenne est d'environ 1000 m. Les roches mères des sols sont variées (grès et pélites du Jurassique supérieur, pélites noires du Crétacé inférieur, marnochistes du Crétacé supérieur). Les sols sont des sols peu évolués régosoliques, des sols peu évolués d'apport colluvial et des sols fersiallitiques. Leurs contraintes principales sont la pente, l'érosion hydrique linéaire et la profondeur. Les plantations arboricoles permanentes à base d'amandier et de figuier en ligne associées aux cultures annuelles sont à développer sur ces sols.

B14: les pentes dominantes varient de 12 à 25 %, mais localement, elles peuvent dépasser les 25%. Les substrats sont marno-calcaires et calcaires du crétacé moyen. L'altitude élevée, en moyenne 1100 m. Les sols dominants sont des régosols, des sols peu évolués régosoliques et des sols fersiallitiques érodés. Les contraintes sont la pente, l'érosion hydrique et la profondeur. L'utilisation recommandée est l'installation des cultures en bandes alternant avec des lignes de plantations permanentes de figuier et d'amandier.

B15: Les pentes du terrain vont de 12 à 25 %. Les substrats sont surtout des marno-calcaires du Miocène moyen, des marnes de l'Eocène moyen et accessoirement des calcaires et dolomies du Lias inférieur. Les sols dominants sont des sols d'érosion régosoliques. Les contraintes des sols sont la profondeur, l'érosion hydrique et la pente. Ces terres sont des terrains de parcours et doivent faire l'objet d'amélioration pastorale. Cependant, dans les secteurs relativement favorables, l'installation de cultures annuelles avec des plantations fruitières (figuier, amandier) est recommandée.

C11: Les pentes de cette catégorie de terre sont fortes (25-50%). L'altitude est plus importante en moyenne, elle est de 1200 m. Les roches mères des sols sont les marnes du Miocène supérieur et des grès et pélites du Jurassique supérieur. Les sols sont surtout des sols peu évolués régosoliques à lithologiques. L'érosion est active par ravinement et localement, elle atteint le stade badlands. Pour protéger ces sols, une couverture végétale permanente et dense est nécessaire et peut être constituée d'arbustes fourragers ou forestiers.

F: Ces terres sont occupées par la forêt. Pour une bonne production fourragère en plus du bois d'œuvre, il est préconisé l'enrichissement du sous-étage de la forêt en légumineuses.

En somme, la carte obtenue (Figure 9) donne les orientations en matière de gestion et d'aménagement des terres sols qu'il importe de finaliser et d'ajuster au moment de leur mise en application sur le terrain.

Les principales structures antiérosives proposées

En ce qui concerne le ou les types de structures anti-érosives à adopter dans chaque situation, leur choix peut s'effectuer parmi la panoplie des techniques les plus adéquates, acquises grâce à l'expérience marocaine dans ce domaine. Pour le périmètre étudié, les structures suivantes sont proposées:

- **Les banquettes fruitières** sont à préconiser de préférence sur les sols développés sur les colluvions et les substrats appropriés. Une prudence s'impose quant à leur installation directe sur des versants ou affleure la roche argileuse (marne, etc) afin d'éviter de favoriser le phénomène de solifluxion.

- **Les cordons de pierres** protègent mieux les sols dégradés sur les versants où une charge grossière est présente surtout dans les zones où elle peut résulter de la désagrégation des conglomérats, des grès ou tout autre substrat de roches dures.

- **Les talus enherbés** amortissent l'énergie du ruissellement et peuvent évoluer progressivement vers des terrasses. L'enherbement peut se réaliser avec des légumineuses fourragères.

- **Les haies vives** à base de cactus pour atténuer l'énergie du ruissellement et limiter l'érosion hydrique.

- **Les terrasses en gradins** sont recommandées pour les cultures les plus rentables (culture fruitière et maraîchage). Leur installation est à éviter sur les versants à substrats tendres et imperméables.

- **L'aménagement des ravines** dépend de leur taille. En effet, celles de petites tailles, peuvent être végétalisées. Dans les ravines de taille moyenne, l'installation de la végétation associée à des seuils freinera leur développement. Les ravines de grandes tailles sont du domaine des pouvoirs publics.

L'exemple présenté ci-dessus elucidant l'importance et l'impact des actions des aménagements anti-érosifs entrepris par le passé dans un secteur du périmètre étudié, permet de faire le bilan de ces actions afin d'assurer leur pérennité et améliorer leur efficacité.

Exemple de l'impact positif de la DRS fruitière ou forestière sur la conservation des sols et des eaux

Nombreux projets de DRS ont été menés depuis des années dans cette zone dans le but de lutter contre la dégradation des terres par l'installation des plantations forestières ou arboricoles sur les terres dégradées pour restaurer les sols. A fin d'illustrer leur impact et leur utilité dans la conservation des sols et des eaux, l'exemple ci-dessous est présenté.

Lancé dans les années 60, le projet DERRO fut l'un des premiers grands projets de DRS qu'a connu la zone dans le but de freiner l'érosion intense des terres très dégradées. La photo 1 empruntée à Mathieu (1976), dans le bassin de Timetghas situé à 5 km à l'Est de Dhar Souk (les coordonnées de la pointe de la flèche de la photo 1 sont: latitude Nord: 34° 39' 44,34"; longitude Ouest: 4° 13'

14.63”), reflète son état en 1964, juste avant l’installation des plantations du programme DERRO. Sur la photo 1, les substrats géologiques en affleurement sont des marnoschistes du Sénonien et des marnes du Tortonien (zone de contact entre la nappe d’Aknoul et le synclinal du Miocène post nappe). Les effets de l’érosion hydrique sont bien manifestés sur cette photo : un décapage intense des sols, un ravinement important qui par endroits a atteint le stade de badlands.

La photo 2, est l’image Google (2016) d’une partie du périmètre de Timetghas, soit à cinquante deux (52) ans d’intervalle de la photo 1. La coulée de solifluxion 1 de la photo 1 est signalée sur la photo 2 par la flèche indiquant «la coulée de solifluxion 1».

L’analyse de la situation actuelle (comparaison des photos 1 et 2) permet de tirer les leçons de ces travaux et des espèces introduites. L’olivier, l’arbre le plus largement planté sur les colluvions formant les langues de solifluxion (photo 2) assure la stabilisation de ces dernières.

Les crêtes des badlands (photo 2) sont bien protégées par les pins. Il faut cependant noter que les pentes les plus fortes de certains badlands n’ayant pas reçu de plantations au départ (Vandermot, 2000) sont nues et sont sans aucune protection. Leur protection peut être assurée par l’installation d’arbustes fourragers ou fruitiers comme le figuier de barbarie et la luzerne arborescente.

Les plantations d’oliviers n’assurent qu’un rôle de stabilisation des terrains sur lesquels elles se sont développées. Cela n’empêche pas complètement l’érosion en nappe d’être active. Wischmeier cité par Roose (1994a) a bien signalé qu’un couvert végétal situé au contact du sol est bien plus efficace qu’une canopée arborée même si le couvert est de 100 %. Le même auteur signale aussi que l’arbre fruitier isolé protège donc peu le sol et insiste sur le rôle essentiel du sous-étage, de la litière et de la gestion des résidus de culture, des adventices et des jachères sur les terres de cultures.

Autres actions de développement a prendre en considération

Le développement de l’élevage doit prendre une place encore plus importante dans les activités des agriculteurs. En effet, il est une source de fumier pour assurer une meilleure gestion de la fertilité des sols pour des rendements plus élevés aussi bien pour les cultures que pour les forêts.

Le développement de l’arboriculture doit être poursuivi en valorisant au mieux les acquis en cette matière de tous les projets antérieurs. Un encadrement plus soutenu des agriculteurs est à envisager en vue de la généralisation des choix et des techniques de conduite culturales les plus appropriées (utilisation des espèces arboricoles en fonction des types de sols, soins culturaux: taille,

Coulée de solifluxion 1



Photo 1: Vue sur une partie du périmètre de Timetghas en 1964 (Mathieu, 1976)

traitement phytosanitaires, fertilisation organique et minérale, etc). En effet, les enquêtes réalisées auprès des agriculteurs ont mis en évidence leur faible technicité en concerne la conduite des cultures et des plantations (Ihissou, 2014).

En outre, l'organisation des filières depuis la production jusqu'à la commercialisation permettrait aux agriculteurs de mieux tirer profit de leurs efforts.

Tenant compte des récents changements climatiques, le renforcement des disponibilités en eau afin de faire face au déficit hydrique devient une nécessité. En effet, l'extension et la pérennité des périmètres irrigués exigent la mobilisation de quantités d'eau qu'on peut obtenir par la capture des eaux de pluies, de ruissellements (collecteurs) et l'aménagement des sources.

CONCLUSION

Le diagnostique intégré et approfondi mené dans le périmètre d'étude a permis l'élaboration d'une base de données spatiales locale à l'aide de l'outil SIG. L'utilisation et l'analyse des ces données spatiales a conduit à l'élaboration d'une carte de gestion et d'aménagement des terres. Sa réalisation découle d'une analyse et intégration des différentes caractéristiques morpho-géo-pédologiques influençant la productivité des terres et constituant autant de thèmes organisés dans la base de données spatiales. Cette dernière peut être actualisée et alimentée au besoin par d'autres informations complémentaires. Elle peut ainsi aider les responsables du développement de la zone dans l'orientation et la prise de décisions en matière d'utilisation rationnelle et de conservation des terres soumises à des processus de dégradation très importants.

RÉFÉRENCES

- Chikhaoui M. et Naimi M. (2011). Dégradation des sols dans le Rif marocain. *HTE* n° 149/150 - Sept/Déc 2011, pp :56-60.
- El Abassi H. (2000). Le savoir faire des populations et gestion des eaux et des sols en montagne semi-aride du Rif oriental (Maroc). *Bulletin du Réseau Érosion*, vol. 20, p. 399-428. (<http://www.beep.ird.fr/collect/br/index/assoc/HASH018e.dir/20-399-428.pdf>)
- FAO (1976). Cadre pour l'évaluation des terres. Bulletin pédologique de la FAO, 32, Rome, 64 p.
- FAO (1983). Guidelines for land evaluation for rainfed agriculture. *FAO soils bulletin*, 52, Rome, 237p.
- Ihissou Y. (2014). Évaluation de l'impact de l'arboriculture fruitière en zones de montagnes sur la conservation des sols et des eaux: cas de la zone de Tahar-souk (Province de Taounate). PFE, ENA Meknès, 95p.
- Leblanc D., Feinberg H. coll., Lorenz H.G. (1983). Carte géologique du Rif: Taïnest, échelle 1/50 000. Direction de la géologie. Ministère de l'Énergie et des Mines. Royaume du Maroc.
- Loukili M., Bock L., Engels P., Mathieu L. (2000). Approche géomorpho-pédologique et Système d'Information Géographique (SIG) pour la gestion des terres au Maroc. *EGS 7*: 37- 52.
- Mathieu L. (1976). La géomorphologie et la géologie quaternaires comme base fondamentales pour une juste définition et une cartographie rapide des sols et des milieux. Album de photos. Annexe des tomes II et III. Faculté des sciences agronomiques de l'État. Gembloux (Belgique).
- Ministère de l'Agriculture et de la Mise en valeur Agricole (1994). Étude de reconnaissance au 1/100 000 en vue de la mise en valeur agricole dans les cercles de Taounate et Ghafsai, Province de Taounate.

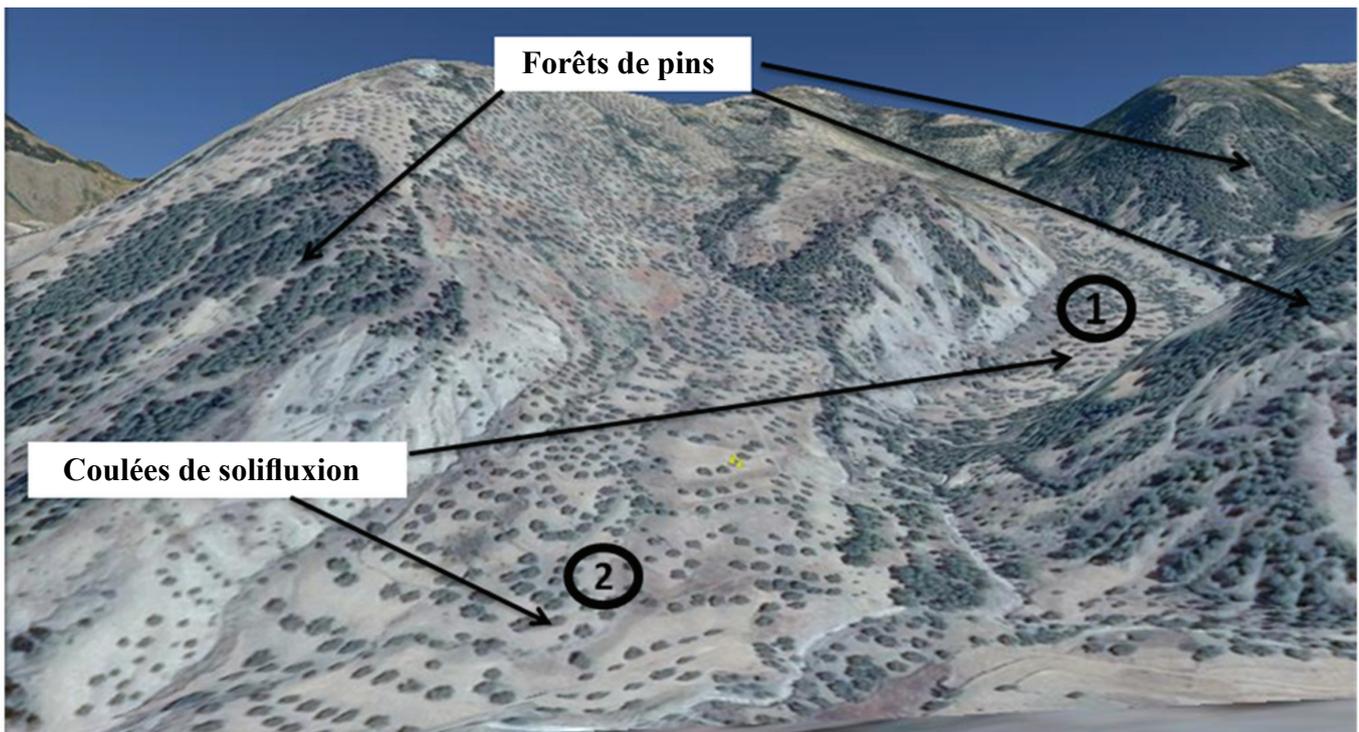


Photo 2: Vue 3D sur une partie du bassin de Timetghas (légère exagération de la hauteur, Google Earth, 2016)

- Roose E. (1994a). Quelques observations et propositions de lutte antiérosive dans le cadre du plan d'aménagement de l'oued Ouergha en amont du barrage de M'Jara (Maroc du Nord). Compte rendu de la mission de Eric Roose dans le Rif du 11 au 21 janvier 1994, 10 pages.
- Roose E. (1994b). Introduction à la gestion conservatoire de l'eau, de la biomasse et de la fertilité des sols (GCES). *Bulletin pédologique de la FAO* 70. Division de la mise en valeur des terres et des eaux, FAO, Rome, 446p.
- Roose E., Sabir M. (2002). Stratégies traditionnelles de conservation de l'eau et des sols dans le bassin méditerranéen: classification en vue d'un usage renouvelé. *Bulletin Réseau Érosion*, 21, pp. 33-44. (http://horizon.documentation.ird.fr/exl-oc/pleins_textes/pleins_textes_7/bre/010031028.pdf)
- Roose E., Sabir M., Arabi M., Morsli B., Mazour M. (2012). Soixante années de recherches en coopération sur l'érosion hydrique et la lutte antiérosive au Maghreb. *Physio-Géo - Géographie Physique et Environnement*, 6: 43-69.
- Sabir M., Roose E., Merzouk A., Nouri A. (1999). Techniques traditionnelles de gestion de l'eau et de lutte anti-érosive dans deux terroirs du Rif occidental (Maroc). *Bull. Réseau Érosion, Montpellier*, 19: 456-471. (<http://www.beep.ird.fr/collect/bre/index/assoc/HASH012a.dir/19-456-471.pdf>)
- 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, 2004, n°26, p. 69-79.
- Tribak A., El Garouani A., Abahrour M. (2012). L'érosion hydrique dans les séries marneuses tertiaires du pré-rif oriental: agents, processus et évaluation quantitative. *Rev. Mar. Sci. Agron. Vét.* 1:47-52.
- Vandermot C.(2000). Diagnostic territorial du milieu biophysique et de sa mise en valeur comme contribution au développement local: cas de la municipalité de Tahar Souk et de la commune rurale de Tamedite. Rif occidental: Taounate, Maroc. Mémoire de fin d'études, Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux, 90 p.
- Vidal J.C. (1983). Carte géologique du Rif: Taïnest - Echelle 1/50 000, échelle 1/50 000 Direction de la géologie. Ministère de l'Énergie et des Mines. Royaume du Maroc.