

Etude et cartographie de l'érosion des formations alluviales de la moyenne Seybouse (N-E Algérien)

F. ASSASSI, K. KHANCHOUL & C. BENABASS

* Laboratoire de Géologie, Faculté des Sciences de la terre, Université Badji Mokhtar-Annaba.

B.P. 12, Sidi Amar, 23000 Annaba, Algérie. Email : assassi_1@yahoo.fr

** Laboratoire de Géologie et Environnement, Université de Constantine

ملخص : تتمثل منطقة الدراسة، المحددة وسط سيبوس (منطقة قالمة)، أساساً من طابع زراعي. تعتبر هذه الأراضي من بين أغنى الأراضي في الجزء الشرقي للجزائر. على أية حال، تآكل التربة عملية ضارة إلى مهانة الأراضي في منطقة الدراسة. إن الغرض الرئيسي من هذه الدراسة هو الوصول إبتداءً من المعطيات والتحليل الخرائطية إلى مفهوم صلاحية الأراضي الخاصة بالزراعة و ضمان حمايتها بإستعمال تقنيات المحافظة على التربة طبقاً لتصنيفها. تصنيف الأراضي، و صلاحيتها للزراعة وتحليل التضاريس سمح لنا بإبراز الإفتراحتات التالية: بالنسبة للأراضي المنتجة أو الأراضي البعيدة عن خطر التآكل، لا توجد ضرورة خاصة للمحافظة على التربة. يوصى بإستعمال تقنيات الدوران للأراضي الزراعة النصف حادة. يجب أن تخصص الأراضي للزراعة المتعددة الأصناف.

الكلمات الأساسية: سيبوس، شرفة، تربة، تآكل، زراعة.

Résumé : La zone d'étude qui se limite à la moyenne Seybouse (région de Guelma) est essentiellement à vocation agricole. Ces terres comptent parmi les plus riches de l'Est algérien. Cependant, l'érosion des sols est un des symptômes inquiétants de la dégradation des terres dans la zone d'étude. L'objectif de ce travail est d'arriver à partir des données élaborées et analyses cartographiques à une approche sur l'aptitude des terres à l'agriculture et assurer leur protection par l'utilisation de techniques de conservation des sols en se basant sur la classification de ces derniers. La classification des terres, leur aptitude culturelle nombreuses cultures doivent être destinées à la polyculture de montagne.

Mots clés : Seybouse, terrasse, sol, érosion, agriculture.

Abstract : The study area, limited by the middle Seybouse (Guelma region), is essentially of agricultural vocation. The terrains are accounted among the richest soils of the eastern part of Algeria. However, erosion is considered a harmful process to the degradation of soils in the study area. The main purpose of this study is to provide, based on the collected data and mapping, an approach on the aptitude of soils to agriculture and insure their

protection by the use of soil conservation techniques according to the soil classification. The soil classification, their aptitude to cultivation and the analysis of the relief allowed us to provide the following suggestions: for soil producers, where the lands are out of danger from erosion, no special practice of soil conservation is necessary. Techniques of rotation are recommended for the lands of semi-intense agriculture. The lands submitted to numerous cultures must be destined to the mountain mixed farming.

Key words : Seybouse, terrace, soil, erosion, agriculture.

1. Introduction

Les vastes terres à vocation agricole et les ressources en eau dans la région de Guelma conditionnent le succès du développement économique et social fortement lié à la maîtrise de l'irrigation et à l'aptitude à l'agriculture.

La région de Guelma est inscrite dans le grand bassin versant de la Seybouse du Nord – Est algérien. Le bassin couvre une superficie d'environ 6474 km², drainé par un chevelu hydrographique très développé (Fig. 1).

Le cours d'eau principal de l'Oued Seybouse prend sa source dans les hautes plaines des Heractas et des Sellaouas au Sud, pour finir son trajet dans la plaine, orientale du littoral de Annaba et enfin se jeter dans la mer Méditerranée au Nord (Ghachli, 1982).

Toutefois, notre aire d'étude se limite à la moyenne Seybouse qui prend cette appellation à partir de la confluence de l'Oued Bouhamdane avec l'Oued Cherf jusqu'à la confluence de l'Oued Seybouse avec l'Oued Mellah. La région est à vocation agricole où ses terres comptent parmi les plus riches de l'Est algérien. Elles sont généralement formées de dépôts récents des terrasses alluviales de l'Oued Seybouse et ses affluents.

Ces formations quaternaires constituent le domaine des plaines agricoles dont la richesse est conférée par un manteau limoneux quasi constant et des réserves d'eau souterraines sous forme de nappes aquifères.

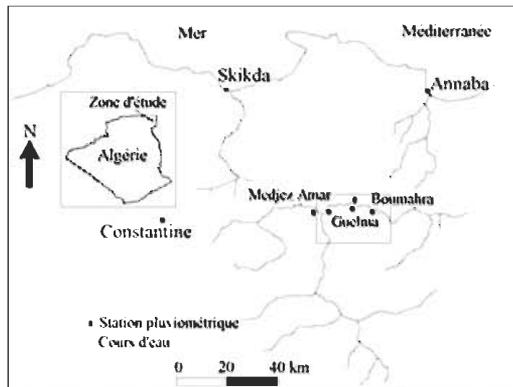


Fig. 1 Situation géographique de la zone d'étude .

2. Cadre géologique et géomorphologique

2.1 Géologie

Le sous-bassin versant de la moyenne Seybouse fait partie du Tell Nord-oriental de l'Algérie. Cet ensemble s'étend de la région de Constantine (à l'Ouest) à la frontière Algéro-Tunisienne (à l'Est). Le Tell oriental algérien correspond à la chaîne Alpine (Villa, 1980). Il est constitué par un empilement de nappes définissables, en général du Trias au Précambrien, parfois adhérent à un socle paléozoïque ou plus ancien de nature cristallophyllienne complexe. Dans ces superpositions anormales, sont également impliquées des formations oligomiocènes ou quaternaires, essentiellement continentales, en dehors de quelques affleurements marnes septentrionaux très limités (Marre, 1987; Villa, 1980).

Pour qualifier l'origine du relief et les paramètres qui font que ce dernier ait des formes diverses, il est essentiel de confronter ces formes avec les facteurs responsables de leur origine et de leur évolution; la lithologie peut expliquer ces formes. L'analyse de la carte géologique et des différentes observations faites sur terrain par les auteurs a permis de rassembler les faciès qui possèdent plus ou moins les mêmes caractéristiques lithologiques d'où on distingue quatre affleurements de résistance variable (Fig. 2). Par ailleurs, les changements de faciès à l'intérieur d'une même couche sont très fréquents (Assassi, 1994). Ils s'agit de terrains sédimentaires d'âges Crétacé, Oligocène, Miocène, Miocène et Quaternaire dont on a :

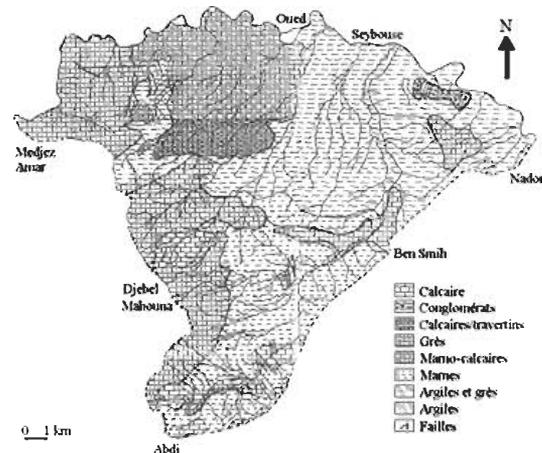


Fig. 2 Carte lithologique de la zone d'étude.

- 1- les calcaires qui regroupent les calcaires noirs à nummulites planutatus, calcaires et marno-calcaires bitumineux à silex, Tufs et calcaires lacustres de Guelma. Ces calcaires occupent presque toute la zone Guelmoise.
- 2- les grès de nature variée qui constituent le massif de la Mahouna et quelques affleurements à la limite de Ben Smih et à l'Ouest de Boumahra.
- 3- les marno-calcaires à silex, situées au Sud de notre zone d'étude.
- 4- les marnes où on note les marnes et marno-calcaires claires, marnes et marno-calcaires à ammonites, qui couvrent presque toute la partie sud-est de la région étudiée, avec quelques affleurements aux environs de Bendjerah.

2.2 Géomorphologie

L'étude physiographique, ainsi que nos observations de terrain ont montré que le relief de notre zone d'étude présente une multitude de formes topographiques; il s'agit essentiellement de hautes montagnes (Djebel Mahouna et Djebel Serdj El Houla), dont l'altitude varie entre 1411 et 1200m et qui occupe presque 1.5% de la superficie totale de la zone d'étude. On note également une chaîne de collines, comportant les basses montagnes telles que les djebels Fedj el Madfoun et Aine el Alleq, qui occupent 35% de la surface totale dont les altitudes varient entre 600 et 800m. Ces collines sont séparées par des vallées étroites, entre autres celles de l'Oued el Maiz, Oued Zimba et Oued Boussora. Elles se concordent à la plaine par un glacis-piémont, avec une pente de 10%. La diminution d'altitude vers le Nord-Est fait apparaître un nouveau relief qui est la plaine alluviale de Guelma, s'étalant de l'Est à l'Ouest.

Cette dernière est caractérisée par deux niveaux très distincts :

- la plaine de la vallée actuelle de l'Oued Seybouse, d'altitude variant entre 180 et 200 m d'Est en Ouest.
- la plaine de la vallée ancienne dont l'altitude varie entre 260 et 230m, considérée comme étant la plaine très importants, ce qui contribue vraisemblablement à l'accentuation de la morphogénèse au niveau des versants et des berges.

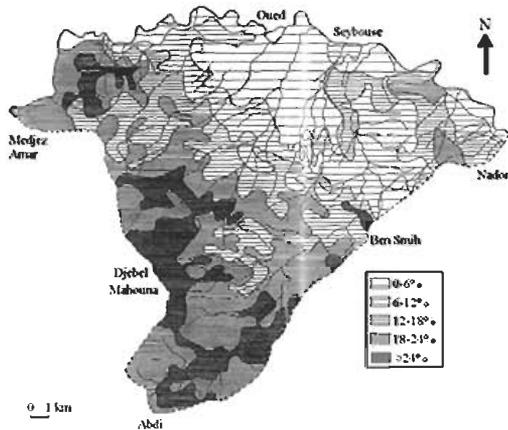


Fig. 3 Carte des pentes de la zone d'étude.

3. Analyse climatique

Les conditions climatiques, plus que d'autres facteurs, jouent un rôle capital dans le comportement hydrologique des cours d'eau. Pour caractériser le climat des terrains de recherche, nous avons choisi deux stations pluviométriques, Medjez Amar (altitude moyenne de 250 m) et Guelma (altitude moyenne de 301 m), dont nous disposons pour la plupart, d'une longue série de données pluviométriques et de températures mensuelles qui s'étalent de 1975/76 à 1996/97. Le bassin de l'Oued Seybouse est soumis à un climat de type méditerranéen. L'étude des températures et des précipitations permet d'esquisser les saisons qui, avec d'autres facteurs, influent sur l'écoulement. Toutefois, on note le rôle joué par le relief sur la hauteur des précipitations; le gradient pluviométrique est élevé au sud du secteur d'étude. Les pluies enregistrées aux deux stations mettent en évidence deux saisons dont la durée varie selon la persistance climatique. La saison humide qui correspond à la saison pluvieuse s'étale d'Octobre à Avril et la saison chaude va de Mai à Septembre. La répartition des pluies annuelles présente d'importantes irrégularités (Fig. 4A). Les précipitations annuelles moyennes varient entre 523,72 mm à Guelma et 583 mm à Medjez Amar. L'étude de la répartition intermensuelle des précipitations est importante car les variations des précipitations conditionnent l'écoulement fluvial saisonnier et le comportement hydrologique annuel du bassin versant (Khanchoul, 2006).

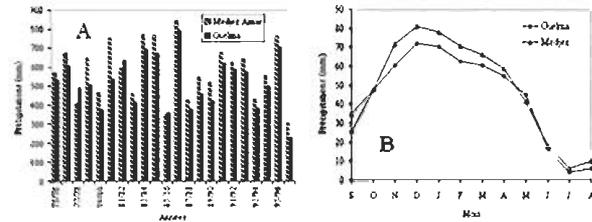


Fig. 4 Répartition annuelle (A) et mensuelle (B) des pluies (75/76 à 96/97).

La variabilité des précipitations est marquée en été et au début de l'automne ($Cv > 0.93$) qui s'explique par une indigence pluviométrique des mois secs d'été caractéristique du climat méditerranéen de l'Afrique du Nord d'une part et des pluies diluviennes des premiers orages de la fin de printemps et fin d'été d'autre part (Ghachi, 1982). En revanche, la variabilité des pluies mensuelles la plus faible se situe en saison pluvieuse ($0.71 < Cv < 0.83$). Cependant, les variations mensuelles fortes pendant les saisons pluvieuses sont plus importantes au cours du mois de décembre dans les deux stations analysées dont elles peuvent atteindre, en pluies mensuelles moyennes, 81mm à Medjez Amar et 71 mm à Guelma (Fig. 4B). On note toujours que l'hivers est la saison la plus pluvieuse et que le centre de la région, correspondant aux grandes vallées, est moins arrosé qu'ailleurs. La température moyenne annuelle est égale à 18°C. La température moyenne maximum étant atteinte au mois d'août avec 28 °C. En janvier la température moyenne atteint un minimum de 11°C.

4. Occupation du sol

L'analyse de la carte d'occupation du sol (Fig. 5) montre l'existence de deux grands domaines:

- Le domaine agricole, qui occupe 67.07% de la superficie totale de la zone d'étude, se caractérise par trois grands types de spéculation, entre autres, les terrains agricole, l'arboriculture et les oliviers.

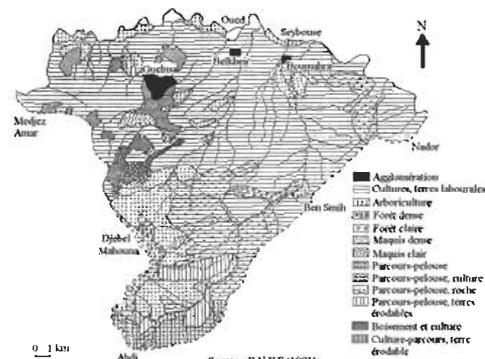


Fig. 5 Carte de l'occupation du sol.

- Le domaine forestier, qui représente 26.47%, est composé principalement de deux peuplements, qui sont les peuplements de chêne - liège et chêne zeen qui occupent les versants à fortes et moyennes pentes.

Les maquis, qui se présentent souvent en couverture végétale uniforme, occupent les piémonts des monts boisés de la chaîne numidique de Guelma. Cette unité occupe 4.31% de la superficie totale. Les terrains de parcours sont situés sur les hautes montagnes ainsi que les surfaces occupées par une végétation basse dégradée.

5. Identification des zones sensibles à l'érosion

Les processus de fragmentation et de météorisation fournissent des débris de taille variée qui peuvent être mobilisés et déplacés. Déterminer les terrains les plus exposés aux problèmes de l'érosion hydrique relève de la précision des risques potentiels d'érosion. Il s'agit tout d'abord d'identifier les différentes formes de l'érosion, puis cartographier les zones potentiellement érodables. Afin de réaliser une cartographie des zones potentiellement productrices de matériel sédimentaire, il convient de fournir un aperçu sur les facteurs qui conditionnent les modalités et les rythmes de l'érosion: l'agressivité des pluies, l'érodibilité des sols et des roches, la topographie et le couvert végétal. L'érosivité du climat dépend essentiellement des caractéristiques des précipitations, car elles conditionnent les modalités de l'érosion: saisonnalité des pluies, fréquence et intensité des orages. En effet, les pluies déclenchent les phénomènes de destruction des agrégats du sol nu sur les versants et le ruissellement assure le transport des particules détachées. Ainsi, les précipitations jouent manifestement un rôle important dans le déclenchement des processus géomorphologiques relevant de l'érosion hydrique. Pour la nature lithologique, nous distinguons les roches des formations meubles directement érodables, dès lors que les conditions favorables seront réunies (couvert végétal absent ou clairsemé, entrée en action d'un agent d'érosion, topographie,.....). Les marnes et les argiles seront livrées à l'érosion hydrique. A l'inverse, les roches cohérents telles que les calcaires ou les affleurements de grès ne pourront être érodés que si le matériel est préparé par l'altération à travers les fissures et les diaclases.

La topographie influence l'énergie du ruissellement superficiel et le développement de l'érosion, du moins lorsque le sol est nu ou peu couvert par la végétation. Les terrains montagneux, donc raides, avec une altitude et un relief excessifs sont connus comme étant des régions pouvant produire anormalement des quantités élevées de transports solides, particulièrement là où les roches sont vulnérables (Hadley et Schumm, 1961; Alnert, 1970) ou récemment affectées par une perturbation tectonique. Le couvert végétal est d'autant plus efficace contre l'érosion qu'il absorbe l'énergie cinétique des

gouttes de pluie, diminue l'effet de battance et contribue à réduire la vitesse du ruissellement à la surface du sol. La végétation peut intervenir contre l'érosion hydrique de surface de deux manières: d'une part, elle peut empêcher l'ablation du substrat, d'autre part, elle peut favoriser la sédimentation, en retenant les sédiments érodés plus à l'amont (Rey et al., 2004).

La spatialisation de la sensibilité des terrains à l'érosion va prendre en considération les facteurs de l'érosion sus-cités. Les connaissances sur les formes de l'érosion sont indispensables pour la réalisation des cartes surtout lorsque les zones de contact entre les cartes fournissent des interprétations contradictoires. En fonction des informations recueillies, trois classes en relation avec l'érosion sont sélectionnées et déterminent des niveaux croissants de sensibilité des terrains à l'érosion. Pour chaque facteur de l'érosion est réalisée une carte de sensibilité potentielle.

Pour le facteur topographique, nous avons distingué trois classes de sensibilité:

- sensibilité réduite: pentes de 0 à 6%,
- sensibilité moyenne: pentes de 6 à 12%,
- grande sensibilité: pentes supérieures à 12%.

Les seuils de sensibilité ont été choisis à la lumière des données bibliographiques sur l'érosion de l'extrême nord-est algérien. Egalement les classes de sensibilité à l'érosion en fonction de la lithologie ont été retenues:

- sensibilité réduite : calcaires et grès.
- sensibilité moyenne: différents types de flyschs, conglomérats argileux pour la plupart.
- grande sensibilité : argiles, marnes, marno-calcaires et les formations quaternaires (alluvions et colluvions).

A partir de la carte de l'occupation du sol, les classes de sensibilité retenues sont les suivantes:

- sensibilité réduite : forêt et maquis denses, parcours denses, roches nues et le tissu urbain,
- sensibilité moyenne : maquis dégradés et les parcours clairsemés
- grande sensibilité : zones de cultures et les sols nus.

La méthode utilisée permet de réaliser un croisement entre les cartes thématiques sous forme de combinaisons les plus logiques possibles. A chaque combinaison particulière entre les paramètres est affecté un degré relatif de sensibilité des terrains à l'érosion mécanique (Tableau 1).

Un premier croisement est effectué entre la carte de sensibilité potentielle en fonction de l'occupation du sol et celle en fonction des pentes. En effet, les zones en pente forte sont couvertes de forêts et maquis, alors que les versants en pente inférieures à 10% se distinguent par des espaces agricoles. Au résultat de ce premier croisement, nous superposons également

la carte lithologique. La lithologie est généralement prise en compte à travers ses conséquences sur les formations superficielles. Elle n'a d'influence directe sur l'érosion que lorsque le substrat est affleurant.

Tableau.1 Illustration de la méthode de croisement entre les cartes.

Occupation du sol	Pentes	Lithologie	Résultats
SR	GS-SM	SR-SM	SR
GS	SM-GS	GS	GS
GS	SR	GS	SR
GS	SM	GS	SM
SM	GS-SM	GS	GS

SR : sensibilité réduite; SM : sensibilité moyenne; GS : grande sensibilité.

A ce niveau de la cartographie, nous avons rencontré un problème dans la détermination du degré de sensibilité pour un certain type de terrain. Ainsi, nous avons considéré comme peu sensibles (sensibilité réduite) les zones de cultures en fonction de l'occupation du sol. Or, suivant le croisement des trois cartes (Assassi et al., 2008), ces terrains en pente faible et développés sur des formations quaternaires épaisses ou recouvrant un substrat gréseux devraient être classés comme moyennement sensibles. Basée sur la connaissance des phénomènes érosifs, ces zones ne présentent pas de sensibilité inquiétante à l'érosion.

La combinaison des principales couches d'information permet de définir la sensibilité de la zone d'étude (Fig. 6). Pour la majorité des terrains analysés, nous remarquons que les surfaces sont moyennement sensibles à grande sensibilité (Fig. 6).

Il s'agit d'une façon générale:

- des zones agricoles, quels que soient la pente et le type de sol.

- des zones à couverture végétale moins résistante ou clairsemée (cultures et culture –parcours avec terre érodable), en particulier sur pente forte, surtout lorsque les sols sont profonds et peu caillouteux (région Est de Boumahra).

- des zones très pentues et sur substrat très fragile (marnes et argiles) sur lesquelles des ravines se forment très rapidement sans protection végétale efficace (bas versants de Djebel Mahouna jusqu'à Medjez Amar et à Ben Smih).

Les zones à sensibilité réduite occupent une très faible surface. Ces zones correspondent principalement aux zones de cultures développées sur des pentes généralement inférieures à 12%. Dans ce cas, les ravines sont peu fréquentes et le système de drainage est lâche.

6. Propositions d'application

La terre est une ressource irremplaçable, sa conservation améliore la stabilité de notre environnement. Une politique de conservation des sols très active doit être menée dans cette région. La classification des terres et leur aptitude culturale, basée essentiellement sur la pente, lithologie, formations superficielles, occupation actuelle du sol, dynamique), nous a permis les suggestions suivantes (Fig. 7).

Pour les terres productrices ou celles sont soumises à une culture annuelle, elles ne posent pas de danger d'érosion et aucune pratique spéciale de conservation du sol n'est nécessaire; seuls des sapements de berge au niveau de la Seybouse et ses principaux affluents nécessitent des protections contre ce processus. Ces terres ont des aptitudes favorables à une agriculture intensive (arboriculture fruitière et la culture maraîchère).

Pour les terres d'agriculture semi-intense, elles ne sont actuellement exploitées que par les céréalicultures, dans ce cas, il faut procéder à une technique d'assolement (Assassi et al., 2008), qui est une succession d'alternances de cultures sur une même terre; en choisissant des plantes qui conservent mieux le sol ou qui le reconstituent; les légumineuses par exemple.

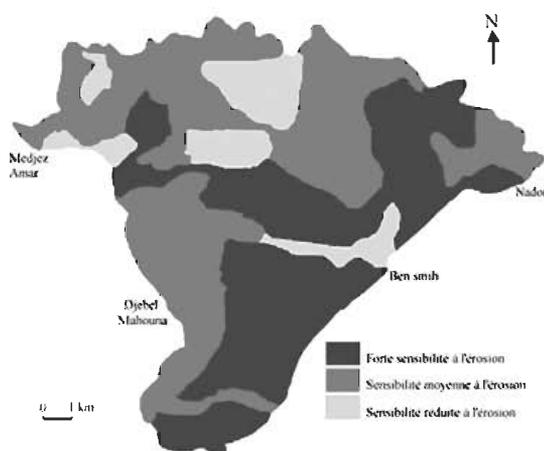


Fig. 6 Carte de sensibilité à l'érosion.

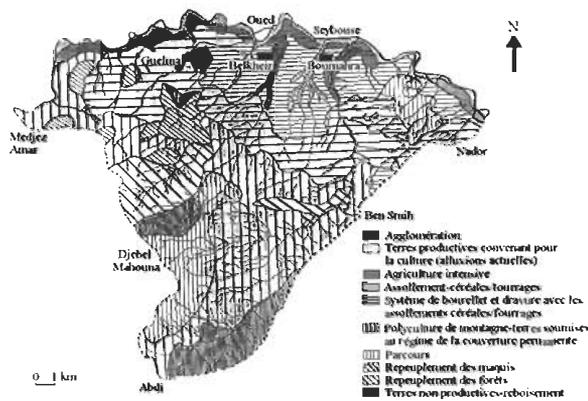


Fig. 7 Carte des propositions d'application de l'occupation du sol.

Concernant les terres soumises à de nombreuses cultures, occupées actuellement par les céréalicultures, des parcours dégradés et une faible présence d'arboriculture, on propose que ces terrains doivent être destinés à la polyculture de montagnes (cultures céréalières, fourragères, herbacées et arbustives) afin d'élever la productivité du sol et protéger le sol.

Les terres soumises au régime de la couverture permanente, les terres ne convenant pas au labour, ce sont des terres érodables, parfois occupées par des parcours dégradés, où on propose l'introduction de nouvelles espèces herbacées et /ou arbustives pour une meilleure productivité et une meilleure protection du sol.

7. Conclusion

Le secteur d'étude est constitué essentiellement d'épandages détritiques tertiaires et quaternaires meubles et souvent fins. Les formations lithologiques sont très sensibles à l'érosion; ainsi la présence de fortes pentes offrent des conditions plus favorables à l'écoulement et à la morphogénèse.

La destruction systématique de la basse terrasse renfermant des terres arables de bonne qualité par l'action des sapements des berges est un exemple concret de cette dynamique. L'action anthropique dans la dégradation semble bien déterminante comme l'illustre le cas de notre zone d'étude. L'homme a été décisif dans la rupture de l'équilibre du milieu, d'autant plus qu'il s'agit d'un milieu physique plus au moins sensible.

C'est dans ce contexte que les différentes tentatives de conservation des sols ont été proposées.

La défense des sols contre l'érosion doit être prioritaire partout où le terrain est déjà dégradé ou en voie de dégradation.

Afin de préserver et améliorer l'équilibre du milieu naturel et en même temps garantir une meilleure gestion rurale de la région, les terres doivent être travaillées en courbe de niveau, l'assolement doit être strictement respecté, les plantations forestières doivent être mises en défens pendant de nombreuses années.

Références Bibliographiques

- Ahnert, F. (1970): Functional relationships between denudation, relief, and uplift in large mid-latitude drainage basins. *American Journal of Science*, 268: 243-263.
- Assassi F., Benabbas, C. et Djabri, L. (2008): Les terrasses alluviales de la moyenne Seybouse (N-E algérien) Origine, mode de mise en place et applications. Actes du Séminaire National l'eau dans son environnement. Blida, pp.147-149.
- Assassi, F. et Djabri, L. (2000): Mise en évidence du processus de salinité des eaux superficielles – Vérification par les A.C.P dans le secteur Annaba Bouchegouf (Guelma). Colloque Méditerranéen sur l'eau et l'environnement. Alger. Actes pp. 81-88.
- Assassi, F., Djabri, L. et Souag, M. (1999): Pollution de l'oued Seybouse par les métaux lourds. *Bulletin International de l'eau et de l'environnement*. Edil-Inf-Eau; N°21, Algérie, pages 4-7.
- Assassi, F. (1994): Formations Pléistocènes de Guelma et ses environs (N-E algérien Premier Séminaire Maghrébin de Géologie appliquée. Annaba, Algérie.

- Djabri, L. (1996): Mécanismes de la pollution et Vulnérabilité des eaux de la Seybouse: Origine géologique, industrielle, agricole et urbaine. Thèse de Doctorat d'état, Université de Annaba , Algérie, 277p.
- Gaud, B. (1975): Etude préliminaire de l'aquifère de Annaba. Rapport interne. 150 pages.
- Ghachi, A. (1982): Hydrologie et utilisation de la ressource en eau en Algérie: Le Bassin de la Seybouse OPU, 508p.
- Hadley, R.F. et Schumm, S.A. (1961): Sediment sources and drainage basin characteristics in upper Cheyenne River basin. U.S.G.S. Water Supply Paper, 1531-B: 137-196.
- Khanchoul, K. (2006). Quantification de l'érosion et des transports solides dans certains bassins versants de l'extrême nord-est algérien. Thèse de doctorat d'état, Université Badji Mokhtar-Annaba, Algérie, 278p.
- Marre, A. (1987): Le Tell oriental de Collo à la frontière Tunisienne. Etude de géomorphologie, OPU, Alger.
- Margat, J. (1982): Les ressources en eau du Bassin Méditerranéen. Revue Méditerranée N°2, France.
- Rey, F., Ballais, J.L., Marre, A., et Rovera, G. (2004): Rôle de la végétation dans la protection contre l'érosion hydrique de surface. Géoscience, 336 : 991-998.
- Villa, J.M. (1980): La chaîne alpine d'Algérie orientale et des confins algéro-Tunisiens. Thèse de Doctorat d'état. Université de Toulouse, France, 665p.
-