

Impact des facteurs de dégradation des sols sur les productions agricoles au Tchad Central : cas du mont Guéra

Issa Justin LAOUGUE^{1*} et Anselme WAKPONOU²

¹ *Département de Géographie, Université Adam Barka, BP 1117 Abéché, Tchad*

² *Laboratoire de Géographie Physique et Environnement, Université de Ngaoundéré*

* Correspondance, courriel : issa_laougue@yahoo.fr

Résumé

La dégradation du complexe morpho-pédologique influe fortement sur la dynamique agricole tant du point spatial que de la production. Cette dynamique agricole est imposée par l'évolution régressive du complexe pédologique qui impose une transformation péjorative du système de production dont l'élément révélateur est la baisse de la production agricole. En effet, dans la zone sahélienne et sahélo-soudanienne du Tchad le processus de la dégradation des sols est durement ressenti par les populations à travers une forte baisse des productions agricoles. Ainsi, les processus de dégradation des sols apparaissent à première vue comme les causes de la péjoration agricole puisqu'ils contrôlent les activités socio-économiques. Cet état de chose nous amène à nous demander comment cette dégradation transforme les constituants des systèmes de production? Dans la présente étude, nous voudrions analyser l'impact des facteurs de dégradation des sols sur l'évolution des productions agricoles. Il ressort globalement que ces facteurs ont un impact certain sur les productions agricoles à travers l'analyse statistique des facteurs qui sous-tendent la dégradation des sols.

Mots-clés : *facteurs, dégradation des sols, productions agricoles, toposéquences.*

Abstract

Impact of soil degradation factors in agricultural production in Chad Central : case of mount Guera

The degradation of the morpho-soil complex strongly influences on agricultural dynamics both spatially production. The evolution of agricultural production in the middle is imposed by this regressive dynamic of the soil impose who complex transformation of pejorative Production System whose element revealing is the drop in agricultural production. Indeed, the Sahel and the Sahel-Sudan, the process of soil degradation impact severely by populations travers strong decline in agricultural production. So, soil degradation process appear at first glance as the causes of agricultural worsening since they control the socio-Economic activities. This situation we bring us to request what this degradation transforms components production systems? In the present study, we would like analyzer the impact of land degradation factors on the development of agricultural production. The general conclusion, these Factors have impacts of farming operations on Through The statistical analysis of factoring Sie sub-ing soil degradation.

Keywords : *factors, land degradation, agricultural production, toposequences.*

1. Introduction

Dans le mont Guéra, la satisfaction des besoins vitaux passe d'abord par l'agriculture, puisqu'il s'agit de la seule activité économique qui permet aux populations de se prendre en charge. Cependant, le développement de cette activité et son amélioration butent sur la question de disponibilité et de qualité des terres agricoles. En effet, ces terres subissent de plus en plus des pressions liées aux pratiques démographiques mais surtout à la médiocrité de leur propre qualité comme l'ont déjà relevé en 1964 [1] qui ont indiqué que les sols des massifs du Guéra sont des sols de mauvaise qualité du point de vue agronomique ; d'ailleurs la proportion en éléments grossiers est comprise entre 80 et 90 %. Cette qualité des sols associés aux facteurs de leur dynamique sont susceptibles d'engendrer une transformation des systèmes de production eu égard au fait qu'ils constituent le support de ces derniers. Pour notre part, nous cherchons à saisir l'implication des conditions du milieu (surtout les sols) dans la transformation des systèmes de production dans le mont Guéra. Car les sols sont le principal support de la production alimentaire et rendent donc un service indispensable qui fait partie des services écosystémiques tels que définis par l'Evaluation des Ecosystèmes pour le Millénaire [2].

2. Présentation de la zone d'étude

Le massif central tchadien est cet ensemble de montagnes granitiques situé au cœur de la cuvette tchadienne entre le 11^{ème} et 13^{ème} parallèle, regroupant trois unités orographiques à savoir les monts d'Aboutelfane, le mont des pays Kenga et les monts de Melfi auxquels s'ajoutent de nombreux massifs secondaires et inselbergs. En effet, ces massifs sont constitués pour l'essentiel des granites différenciés dont la décomposition est à l'origine de la formation des sols aux potentialités variées. [1] indiquent que ces ensembles morphologiques sont constitués de granites jeunes (micro-granites) qui donnent fréquemment, par érosion, des empilements chaotiques qui se décomposent pour donner des sols arénacés d'origine colluviale, tous graveleux et de texture sableuse à sablo-limoneuse en surface. Dans cette région où la topographie est très accidentée, la densité de la végétation décroît avec l'altitude : elle est plus forte dans les bas que sur les flancs des monts.

A cela s'ajoute la rigueur du climat caractérisée par une amplitude thermique forte de l'ordre 32,1°C soit une température minimale de 10,1°C et une maximale de 42,2°C et une précipitation moyenne annuelle d'environ 700 mm dont l'essentiel du volume (environ 63 %) est enregistré en deux mois (juillet et août). Aussi, l'essentiel des ressources hydriques de la région revient aux apports des précipitations naturelles. La nappe souterraine est généralement caractérisée par un faible débit et une forte salinité. Les ressources édaphiques, bien qu'elles soient diversifiées, manifestent divers signes de faiblesse liée soit à une texture sableuse très sensible à l'érosion soit à un manque de fertilité ou encore à une teneur élevée en composés chimiques (sel, gypse, calcaire, etc.) qui affectent le potentiel productif. Ces traits caractéristiques de la région constituent les principales sources de dégradation pédologique puisque dans le Guéra les érosions hydrique et éolienne sont plus dévastatrices à cause de la dénudation des paysages par la sécheresse, de la topographie du milieu mais aussi d'une pluviométrie relativement abondante. En effet, l'évolution des versants peuplés dans cette partie du Tchad pose de plus en plus de questions quant à l'avenir de ces milieux et ces sociétés : les phénomènes érosifs violents dont on note l'apparition dans certains cas, l'aggravation dans d'autres, sont la signature physique du franchissement de seuils parfois irréversibles, dans les évolutions dynamiques qui caractérisent le système milieu physique/société rurale.

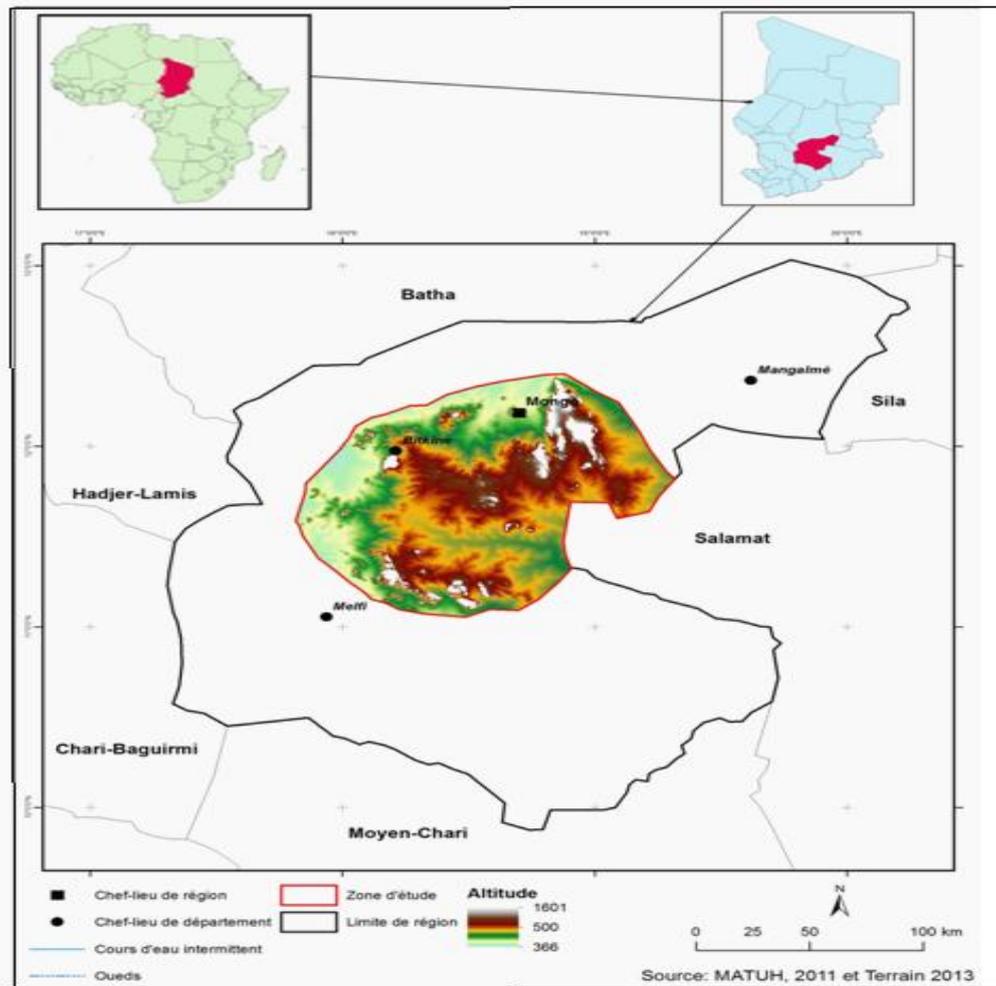


Figure 1 : Présentation de la région d'étude

3. Méthodologie

Si l'on admet que la réduction du potentiel agronomique et végétal des sols sous-jacente à la péjoration des conditions de régénération, est le reflet de la dégradation des sols [3, 4], on peut non seulement considérer la production agricole comme l'indice le plus expressif des pertes de productivité des terres, mais également comprendre qu'il soit l'indicateur le plus utilisé pour appréhender la qualité physico-chimique d'une terre cultivée [5]. Nous avons choisi dans cet article d'analyser les productions de mil (culture la plus représentative en termes de surfaces cultivées et de production) concomitamment avec les facteurs de l'évolution des sols pour comprendre les implications de ces derniers dans l'évolution des systèmes de production. En fait, la transformation des systèmes de production peut être caractérisée par plusieurs paramètres principaux : diversification/spécialisation (plus ou moins grande diversité des productions), intensification/extensification (en travail, capital ou intrant par unité de surface) mais ces paramètres sont dictés par les conditions du milieu et celles des populations. Pour essayer de comprendre les transformations induites dans les éléments des systèmes de production (moyens de production et objectifs et besoins à atteindre), nous avons retenu quelques enquêtés dans notre échantillon pour une enquête parcellaire. Ainsi donc, les données de perte de terre ont été ramenées à chaque parcelle localisée au moyen d'un GPS et les productions et les rendements sont déclinés par les producteurs retenus.

En effet, la carte de pertes de terre et les données relatives aux produits du système agricole permettent de nous situer quant à l'éventualité d'un lien entre ces variables et par conséquent de comprendre les changements constatés. C'est d'ailleurs ce qui fait dire à [6] que « *les formes de dégradation des sols et l'intensité du phénomène sont liées à la localisation des parcelles mises en culture, car la position des unités est déterminante dans la circulation des eaux superficielles et même dans le mode d'occupation - utilisation des terres* ». Il est également démontré que la situation topographique est déterminante dans le comportement des sols face aux agents de dégradation [7]. Ainsi, nous avons considéré trois différents secteurs topographiques auxquels nous avons lié la quantité moyenne de perte de terres obtenue à travers les travaux de simulation sous ArcGis. Car selon [8], les SIG permettent d'une part l'identification des facteurs qui influencent l'érosion (topographie, climat, état de surface du sol et pédologie) et d'autre part ils permettent la combinaison de ces différents facteurs pour aboutir à la cartographie des niveaux de vulnérabilité des sols agricoles. Le choix des enquêtés est fait sur la base de la position topographique de leurs parcelles sur lesquelles les quantités de production et de rendement de l'année en cours sont relevées. Pour cela, une enquête parcellaire visant à déterminer ces paramètres était nécessaire. C'est ainsi que la pente, l'érosivité des pluies, l'érodibilité des sols, la couverture végétale et les pratiques anti-érosives ont été évaluées pour quelques parcelles que nous avons retenues en tenant compte de la structure de l'échantillon de l'enquête et surtout en prenant en compte les variables stationnelles (sols, pente, couverture végétale et pratiques anti-érosives). Cela nous impose donc de choisir un sous-échantillon à enquêter qui prend en compte l'âge des individus et leur instruction et surtout la formation reçue dans le domaine de l'agriculture. Il s'agit des variables pouvant permettre d'avoir des enquêtés qui connaissent ou ont une information suffisante sur la dégradation des sols. C'est ainsi que 47 personnes soit 16,43 % de l'échantillon initial ont été enquêtées encore fait l'objet d'une enquête complémentaire en vue de déterminer les éventuels liens entre les paramètres de la dégradation des sols et ceux de la production agricole. Les paramètres de la dégradation sont issus des données obtenues à partir de la modélisation RUSLE sous ArcGis.

4. Résultats et discussion

En considérant la carte de perte de terres, il apparaît qu'il y a en réalité quinze classes de perte de terre mais après discrétisation ces classes ont été ramenées à trois pour le besoin d'analyse.

Tableau 1 : *Facteur pente dans le mont Guéra et toposéquences correspondantes*

Classe de perte de terres	Classes de pente correspondant	Proportion d'occupation spatiale en %	Situation dans la toposéquence
0,01 - 11,64	0,093 - 17,42	67,3	Bas-fonds
11,65 - 1035,58	17,43 - 62,17	31,2	Glacis
1035,59 - 1477,73	> 62,17	1,5	Glacis et plateau

Source : *Données extraites de la carte de pente et carte de perte de sols du Guéra, 2015*

Pour comprendre l'éventualité de l'existence d'un lien entre les variables « perte de terres et pente », nous avons d'abord procédé à l'identification des secteurs dont la valeur agronomique est plus limitée comportant les parties exploitées. Ce travail, qui porte sur des variables qualitatives nominales, a nécessité l'utilisation du test de Khi-deux en vue de dégager les liens entre le rendement agricole et/ou la production agricole et les sols aux valeurs limitant pour l'agriculture. Il s'agit par principe de savoir s'il y a une relation d'influence entre les deux variables qualitatives.

Tableau 2 : Lien statistique entre sols aux valeurs médiocres et productions agricoles

Tests du Khi-deux

	Valeur	ddl	Signification asymptotique (bilatérale)
Khi-deux de Pearson	162,973 ^a	58	,000
Rapport de vraisemblance	181,399	58	,000
Association linéaire par linéaire	71,440	1	,000
Nombre d'observations valides	208		

a. 79 cellules (87,8 %) ont un effectif théorique inférieur à 5. L'effectif théorique minimum est de ,23

Source : Données d'enquête 2013

Le **Tableau** supra indique qu'il y a une relation bivariée entre les deux variables puisque la signification asymptotique affiche une valeur inférieure au seuil de 0,005 d'erreurs ; il y a donc une influence de la position des champs dans la toposéquence sur le rendement agricole. Cela est d'ailleurs attesté par les mesures métriques qui affichent une relation presque forte entre ces deux variables soit $\Phi = 0,885$ et $Vde\ Cramer = 0,626$. Ce qui traduit le fait que les plus forts rendements s'observent aujourd'hui dans les bas-fonds qui sont en réalité les zones d'accumulation.

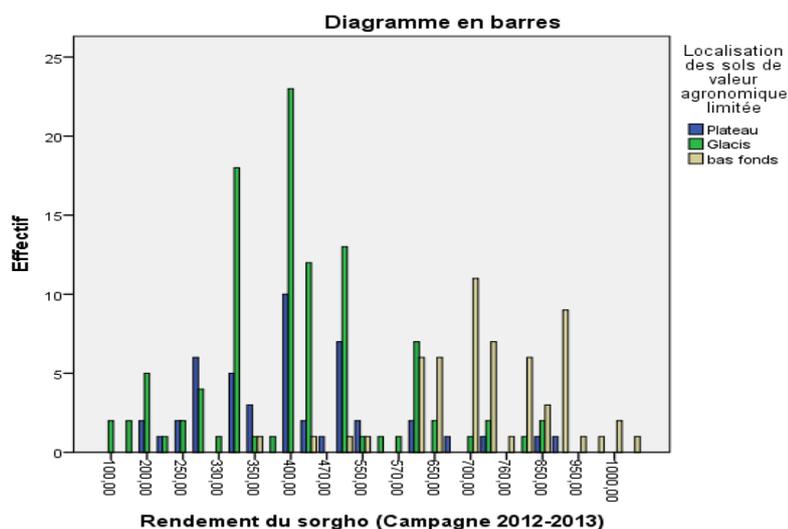


Figure 2 : Rendement suivant les toposéquences, Sources : Données d'enquête et cartographiques, 2014

Pour éviter toute déduction logique tendant à faire croire que le **Tableau 2** fait une correspondance entre la perte de terre et les positions dans les toposéquences, nous avons cherché à mettre en corrélation les variables de dégradation des sols et les variables de production qui subissent les effets des premières. En fait, le **Tableau 3** nous donne une indication sur l'opérationnalisation des variables à étudier dans cette partie.

Tableau 3 : Variables pour la compréhension des liens entre dégradation des sols et productions agricoles

Variables	Classe des valeurs estimées	Types de variable	Modalités
Pente	0,093 à 17,90	Variable explicative	Variable suivant les parcelles retenues
Erodibilité des sols	0,043 à 0,20	Variable explicative	Variable suivant les parcelles retenues
Type des pluies		Variable explicative	Erosive ou non
Couverture végétale (mosaïque des cultures)	0,35 à 0,58	Variable explicative	Parcelle couverte ou non par la végétation
Pratiques anti-érosives	Suit la pente (0,1 à 0,59)	Variable explicative	Pratiques existantes ou non
Rendement	variable suivant les enquêtés	Variable dépendante	Variable suivant les parcelles
Revenus de l'exploitation	variable suivant les enquêtés	Variable dépendante	Variable suivant l'unité d'exploitation
Taille de l'unité d'exploitation	variable suivant les enquêtés	Variable dépendante	Variable suivant le type de main d'œuvre
Evolution des différentes unités paysagères de 1980 à 2014	variable suivant les enquêtés	Variable dépendante	Variabilité mesurée à partir de la cartographie

Sources : Travaux de terrain, 2014

Les variables retenues sont celles qui concordent avec les données d'enquête parcellaire portant sur le sous-échantillon de 47 personnes retenues pour nous permettre de dégager les liens éventuels entre la production agricole et les facteurs stationnels. Pour l'analyse, nous avons bien voulu nous assurer de l'absence de l'effet de multicollinéarité car celle-ci nous renseigne un tout petit peu sur l'influence d'autres variables sur la variable dépendante. Pour ce faire, le test VIF des variables explicatives affiche des valeurs inférieures à 10 (**Tableau 4**); traduisant ainsi une absence de multicollinéarité. Par conséquent, l'analyse de l'influence des facteurs stationnels sur la production agricole pourrait s'avérer plausible.

En se servant des résultats obtenus sous SPSS, le coefficient de détermination R^2 est significatif et a une valeur de 0,745 soit 74,5 %. Cette valeur traduit une dépendance de la production agricole vis-à-vis des variables pentes, couverture végétale et érodibilité des sols. Autrement dit, la production agricole dans le Guéra dépend de ces facteurs pour 74,5 % et les 25,5 % restant sont sous la commande d'autres facteurs. [9] en étudiant les liens entre la dégradation des sols et la production agricole, a conclu que ces facteurs sont sources de délocalisation des champs au Burkina Faso, car des zones cotonnières se sont déplacées de la partie située au nord des régions centrales vers le sud et le sud-ouest du pays. Il est d'ailleurs établi par [10] que pour intensifier les productions agricoles, il faut lutter contre la dégradation des sols en adoptant des techniques d'aménagements des sols comme les CES qui permettent de doubler voire tripler les rendements agricoles.

Tableau 4 : Test VIF de multicolinéarité entre dégradation des sols et productions agricoles

Coefficients^a

Modèle	Coefficients non standardisés		Coefficients standardisés	t	Sig.	Statistiques de colinéarité	
	A	Erreur standard	Bêta			Tolérance	VIF
(Constante)	953,710	176,162		5,414	,000		
Estimation de la pente (en %) des champs	-37,800	12,796	-,669	-2,954	,005	,118	8,465
Estimation de l'érodibilité à partir des codes de structure et de perméabilité des sols	-444,208	834,807	-,113	-,532	,597	,134	7,463
Estimation du code de couverture de végétale à partir de la carte du facteur C	-275,606	524,702	-,097	-,525	,602	,179	5,593

a. Variable dépendante : Rendement en kg par hectare du mil

Tableau 5 : Dépendance de la production agricole par rapport à la dégradation des sols

Récapitulatif des modèles

Modèle	R	R-deux	R-deux ajusté	Erreur standard de l'estimation	Changement dans les statistiques					Durbin-Watson
					Variation de R-deux	Variation de F	ddl1	ddl2	Sig. Variation de F	
1	,863 ^a	,745	,727	113,03480	,745	40,958	3	42	,000	2,066

a. Valeurs prédites : (constantes), Estimation du code de couverture de végétale à partir de la carte du facteur C, Estimation de l'érodibilité à partir des codes de structure et de perméabilité des sols, Estimation de la pente (en %) des champs
 b. Variable dépendante : Rendement en kg par hectare du mil

Toutefois, ces facteurs ne sont pas les seuls pouvant faire évoluer la production agricole dans la région. En effet, la démographie et ses corollaires, les interventions de l'Etat et des ONG et les adaptations endogènes sont des facteurs pouvant influencer la production agricole. Cependant, la part de ces facteurs dans cette dynamique reste faible (25,5 %) au vu des résultats présentés dans le tableau ci-dessus. Les résultats obtenus au cours de ce travail sont en adéquation avec les conclusions des travaux antérieurs réalisés dans le monde. [11] en analysant les liens qui existent entre les activités agricoles et la dégradation des ressources naturelles notamment les sols, a conclu que la recherche « aveugle » du bien-être matériel accélère la dégradation des ressources naturelle qui compromet le bien-être des populations et le développement économique. [12], dans leur étude sur le lien entre la pluviométrie (facteur de dégradation des sols) et la culture du maïs au Burkina Faso, ont reconnu ce lien car indiquent-ils, l'efficacité du sol à retenir de l'eau est un paramètre important pour le rendement agricole et le fait de ne pas la prendre en compte peut entraîner une sous-estimation de l'impact du climat sur le développement des cultures.

[13], au Sénégal a constaté que les effets combinés des facteurs physiques et humains de dégradation des sols ont conduit à une baisse impressionnante des potentiels de production des sols. En fait, il ressort que la dégradation des sols a un lien certain avec la production agricole qui constitue un indicateur probable de la transformation des systèmes de production. En effet, l'analyse des facteurs de dégradation des sols révèle que le lien entre ces derniers et les productions agricoles affiche un effet de multicollinéarité inférieur au seuil de 10 ; ce qui laisse entrevoir un effet certain de ces facteurs sur les productions agricoles. Toutefois, les résultats obtenus indiquent qu'il y a d'autres paramètres qui peuvent expliquer la variabilité des productions agricoles dans la région.

5. Conclusion

En somme, cette étude, bien que moins exhaustive, a permis de mettre en évidence les liens entre les paramètres de dégradation des sols et la variabilité des productions agricoles suivant les toposéquences dans le Guéra et par ricochet ; elle nous oriente dans la compréhension des transformations induites dans les systèmes de production agricoles par ces paramètres. A partir de ces données, il ressort qu'il existe bel et bien un lien entre les éléments ci-dessus relevés car on a constaté qu'il y a un rapport de proportionnalité entre la dégradation des sols et les transformations induites dans les systèmes de production. Ces résultats obtenus peuvent servir de base pour la mise en place de stratégies de prévention et de gestion des aléas liés aux sols dans le mont Guéra. Toutefois, ces paramètres ne sont pas les seuls en cause et pour comprendre le processus dans sa globalité, il importe d'orienter des réflexions dans les domaines de la pression foncière et ses effets induits, l'absence de stratégies durables de renforcement des supports de production (amendement des sols, agroforesterie etc.).

Références

- [1] - J. PIAS et P. POISOT, Notice explicative, cartes pédologiques de reconnaissance au 1/200 000. Feuille de Bokoro-Guéra-Mongo, ORSTOM n° 16, Paris, (1964) 146 p.
- [2] - M. BERNOUX, C. CHENU, E. BLANCHART, T. EGLIN, A. BISPO, M. BARDY et D. KING, Impact des pratiques agricoles sur les matières organiques et les fonctions du sol. Etude et gestion des sols, Vol. 18, 3 (2011) 137-145.
- [3] - M. GAVAUD, Nature et Localisation de la dégradation des sols au Sénégal. Cahier de l'ORSTOM, Dakar, vol. 23 (1990), pp 95-111.
- [4] - M. DIOP, F. MATTY, La dégradation des sols au Sénégal. Dakar, (eds), (1996) 115p.
- [5] - J. ROCH, Eléments d'analyse du système agricole en milieu Wolof Mouride: l'exemple de Darhourahmane II (Baol-Sénégal). ORSTOM, Dakar, (1968) 60p. , multigr. , bibl.
- [6] - R. BERTRAND, M. N'DIAYE, B. KEITA, *L'alcalinisation/sodisation, un danger pour les périmètres irrigués sahéliens. Sécheresse* 5, (1994) 161-73.
- [7] - P. PEREZ et M. SENE, *Evolution des structures agraires et érosion dans le Sine-Saloum (Sénégal). Environnement Humain de l'Erosion*. Réseau et Erosion, Bulletin 15 (1995) pp 59-68.
- [8] - M. KABRE, *Vulnérabilité des sols à l'érosion dans la région du Centre Nord du Burkina Faso : approche par télédétection et SIG (Système d'Information Géographique)*. Mémoire de DESS, RECTAS/Obafemi Awolowo University Campus d'Ile Ifé (Nigeria), (2009) 51 p.

- [9] - K. HUSSEIN, C. PERRET, & L. HITIMANA, *Importance économique et sociale du coton en Afrique de l'Ouest : rôle du coton dans le développement, le commerce et les moyens d'existence*. OCDE SAH/D 556, (2005) 71 p.
- [10] - E. BOTONI, et C. REIJ, *La transformation silencieuse de l'environnement et des systèmes de production au Sahel : Impacts des investissements publics et privés dans la gestion des ressources naturelles*, Rapport de synthèse CIS/CILSS, (2009) 59 p.
- [11] - A. KISSIRA, *Activités agricoles et dégradation des ressources naturelles dans la commune de Ségbana (Bénin) : Impacts sur la santé des populations*. Mémoire de DEA, Université d'Abomey-Calavi (Benin), (2005) 62 p.
- [12] - SARR, L. KAFANDO et S. ATTA, *Identification des risques climatiques de la culture du maïs au Burkina Faso*. In International journal of Biological and chemical Sciences (August 2011), pp 1659-1675.
- [13] - T. NDOUR, 2001. *La dégradation des sols au Sénégal: l'exemple de deux communautés rurales (Kaymor et Mont Rolland)*. Thèse de doctorat de Troisième Cycle, Université Cheikh Anta Diop de Dakar, 310 p.
- [14] - A. MARIKO KELETIGUI, *La mort de la brousse: dégradation de l'environnement au Sahel*, Karthala, (1996) 124 p.
- [15] - SOME, *Savoir paysan et lecture des indices de fertilité du sol en zone soudanienne* in Développement durable au Sahel, ed. Karthala, Paris, (1997).