

Revue de géographie du Laboratoire Leïd

Dynamiques des territoires et développement



ISSN 08512515

N° 10
Déc. 2012

Université Gaston Berger – Sénégal

www.univi.net/rgll
www.laboleidi.com

2000 FCFA

Érosion, risques d'alluvionnement et colmatage des retenues d'eau dans le bassin versant de la Sansargou, Nord-Togo et Sud-Est du Burkina faso

L. KANKPENANDJA (Université de Kara), Tak Youssif GNONGBO (Université de Lomé) et Badji TCHALARE (Université de Kara)

Résumé

Le bassin versant de la Sansargou, partagé entre le Togo et le Burkina Faso se situe en zone de marge sahélienne. Dans les cours supérieur et moyen de cette rivière, la forte densité démographique s'est accompagnée d'une forte occupation du sol et une dégradation avancée du bassin versant. Il résulte de cette situation, une morphodynamique intense qui se traduit par un décapage accéléré des sols, un accroissement des flux solides, une propension accrue des cours d'eau à alluvionner et un colmatage prématuré des retenues d'eau. C'est face à cette situation que la présente étude a été initiée afin d'examiner les principaux processus de façonnement des versants et de mesurer la quantité de flux solides qui en résulte. Pour atteindre ces objectifs, différentes approches ont été adoptées notamment la méthode de mires pour mesurer le décapage superficiel, l'incision linéaire et l'accumulation contre les obstacles, le sondage à la perche et la mesure de flux solides dans les eaux courantes pour évaluer la vitesse de colmatage des retenues et la dégradation spécifique des bassins versants. Cette étude a permis d'établir des bilans sédimentaires et de proposer des solutions permettant de gérer de façon durable les ressources pédologiques et l'eau dans le bassin versant de la Sansargou.

Mots clés : bassin versant, érosion, dégradation spécifique, flux solides, alluvionnement et colmatage des retenues.

Abstract

The watershed of Sansargou, shared between Togo and Burkina Faso is located in the Sahelian zone margin. In the upper and middle reaches of the river, the high population density is accompanied by a strong land use and advanced degradation of watershed. The result of this situation is an intense morphodynamic resulting in a rapid stripping of soil, a strong increase in the flow, an increased propensity of rivers in alluvial and premature clogging of reservoirs. Faced with this situation that the present study was initiated to examine the main morphogenic processes and measure the amount of solid flow that results. To achieve these goals, different approaches have been adopted including the method to measure the surface stripping, the linear incision and accumulation against obstacles, the survey using pole and the measurement of solids flow in running water to assess the rate of dam clogging and specific degradation of watersheds. This study allowed establishing sediment budgets and proposing solutions for sustainable management of soil resources and water in the watershed Sansargou.

Keys words: watershed, erosion, specific degradation, solid flow, siltation and dams clogging.

1. Introduction

Partagé entre l'extrême Nord-Togo et le Sud-est du Burkina Faso, le bassin versant de la Sansargou se situe entre 10° 43' et 11°15' de latitude Nord, 0°7' et 0° 45' de longitude Est (figure 1). Il couvre une superficie de 2 240 km². Dans ce bassin versant au climat de marge sahélienne recevant en moyenne entre 850 mm/an au nord et 970 mm/an au sud, les densités humaines sont très élevées surtout dans les cours supérieur et moyen où on recense 150 à 450 hab. / km² (DGSCN, 2011). Cette forte pression démographique sur le milieu physique s'est traduite par une modification des combinaisons naturelles et un changement dans la hiérarchie des agents et processus de la morphogénèse, créant ainsi une nouvelle dynamique des surfaces. En effet, la morphodynamique s'est accélérée sous la pression des facteurs anthropiques tels que la coupe du bois, le pâturage, les feux de végétation, les pratiques culturales inadaptées qui ont entraîné une dégradation très avancée du milieu physique (MOGORE, 1998 et ALASSANE, 1999). Il en résulte une érosion accélérée des sols dont les conséquences sont l'alluvionnement et le colmatage prématuré des retenues d'eau (POSS, 1996 ; MOGORE, 1998 ; KANKPENANDJA, 2003 ; GNONGBO et KANKPENANDJA, 2005). C'est face à cette situation qui constitue une entrave au développement des milieux ruraux que cette étude a été initiée afin de quantifier l'érosion, d'évaluer l'état de colmatage des retenues, d'établir un bilan sédimentaire dans le bassin versant et donner quelques orientations sur les procédés de lutte antiérosive qui permettront de réduire les flux de nuisance. Cet article présente les méthodes de la recherche, l'analyse et la discussion des résultats obtenus.

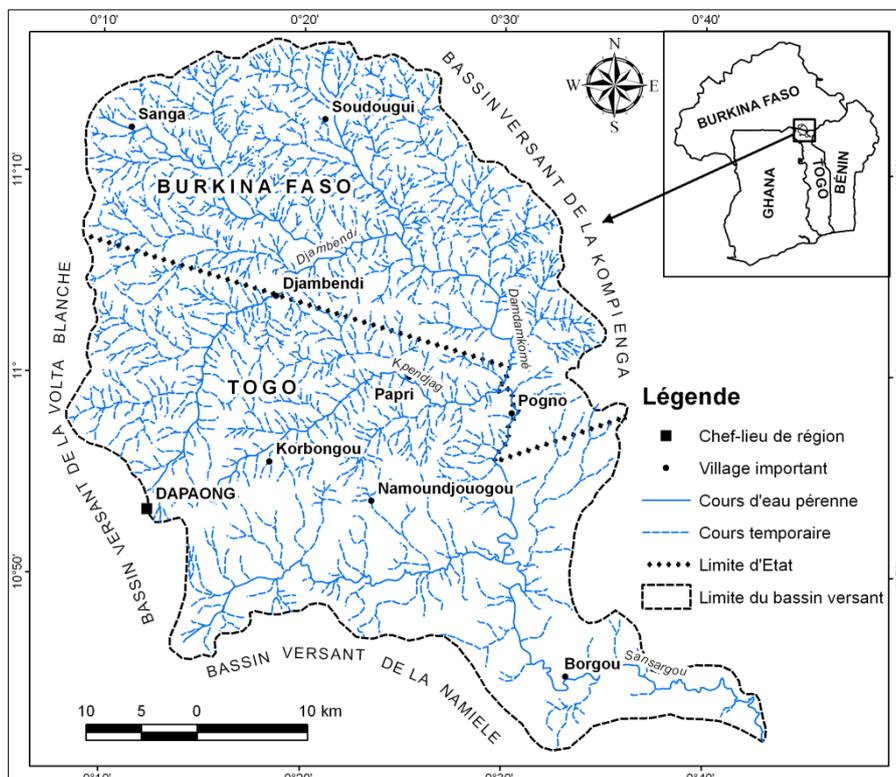


Figure 1. Localisation du bassin versant de la Sansargou

1. Méthodes d'étude

L'étude a porté sur les principaux processus morphogéniques identifiés dans le bassin versant : la reptation, les ruissellements diffus, le ruissellement concentré. Elle a porté également sur l'évaluation globale de l'érosion dans des petites retenues et la mesure des débits solides dans les eaux courantes.

1.1. Étude des principaux processus morphogéniques

1.1.1. Méthode d'étude de la reptation

La reptation, migration lente de particules perceptible sur les surfaces de forte déclivité, a été étudiée en différents sites suivant deux approches différentes. Sur les versants peu ou non parcourus par le bétail, des mires graduées ont été fixées verticalement contre des troncs d'arbres ou des blocs de roche (figure 2 A). Sur les versants fréquemment parcourus par le bétail et ceux qui sont cultivés, des blocs de cailloux ou de cuirasse à paroi amont subverticale, ont été repérés et marqués à la peinture blanche. À la fin de chaque saison des pluies, la hauteur de ces blocs au-dessus du sol du côté amont, a été mesurée à l'effet d'estimer l'épaisseur du matériel qui s'est accumulé à leurs pieds (figure 2 B). Ces différentes méthodes ont permis d'évaluer, à partir d'un nombre total de 30 repères, l'épaisseur des formations meubles déplacées par le processus de reptation.

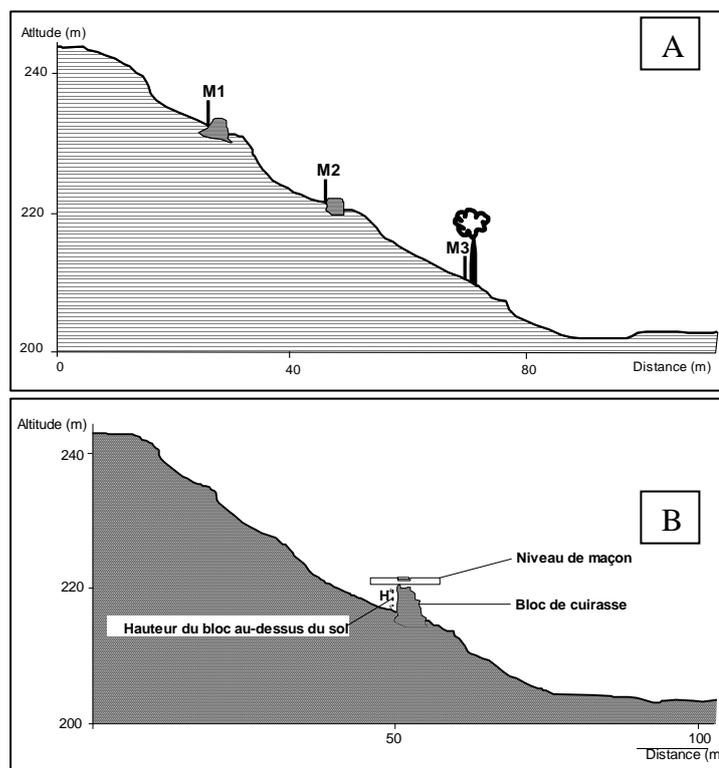


Figure 2 : Méthode de mesure de la reptation sur versant non parcouru par le bétail (A) et sur versant parcouru par le bétail (B)

1.1.2. Méthode d'étude de l'action des ruissellements diffus

L'action des ruissellements diffus a été mesurée en parcelles expérimentales. La mesure a consisté à isoler des parcelles rectangulaires de 100 m² équipées d'un dispositif de réception à leur aval. Cette mesure a été faite à Sibortoti, au nord de Dapaong sur 4 parcelles d'expérimentation situées à mi-versant d'une croupe à versant long et fuyant d'environ 2 %. Les parcelles P1 et P2 ont été semées de mil. La parcelle P3 a été laissée en jachère. La parcelle P4 laissée à nue, s'apparente à la parcelle standard de WISCHMEIER. Ces parcelles ont soumises de différents traitements.

La parcelle dite de WISCHMEIER, a été labourée à plat (photo 1). La surface a été aplanie à l'aide d'un râteau. Ensuite, pour détruire la pellicule de battance, elle a été labourée une fois par mois. Pour la maintenir permanemment nue, toute herbe qui y pousse avant le labour mensuel, est arrachée et jetée hors de la parcelle.

Les parcelles cultivées de mil ont subi des traitements différents. La parcelle P1 a été labourée suivant le sens de la plus grande pente (photo 2) et la parcelle P2 suivant les courbes de niveau. À l'instar du traitement des champs de mil par les paysans, ces parcelles ont été sarclées deux fois à la houe et labourées avant la récolte. Le premier sarclage a eu lieu lorsque les jeunes plants ont atteint une taille comprise entre 5 et 10 cm. Le second sarclage est intervenu au stade de la montaison (hauteur des plants comprise entre 0,7 et 1 m).

Enfin, la parcelle laissée en jachère n'a subi aucun traitement ; elle a été isolée.

L'expérimentation a été faite dans les conditions des pratiques paysannes en vue d'avoir au mieux des résultats qui reflètent la morphogénèse anthropique dans le bassin versant qui est à plus de 90 % mis en valeur.

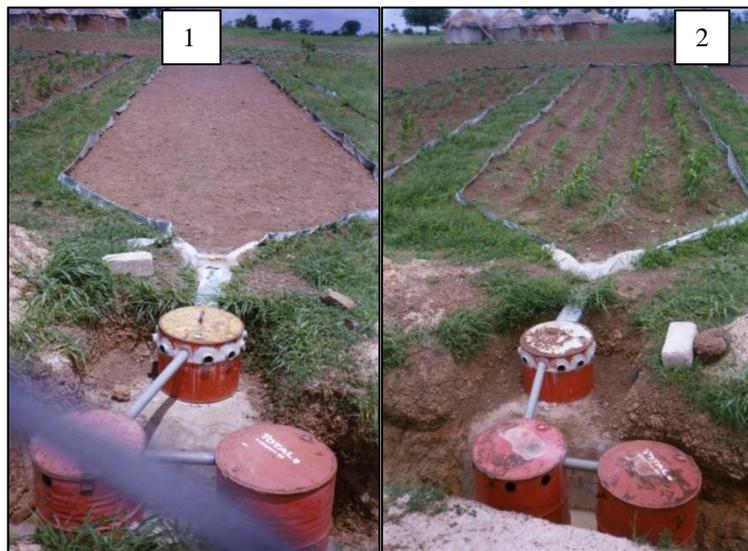


Photo 1 et 2 : Station de mesure de l'érosion de Sibortoti : 1- parcelle de WISCHMEIER, 2- parcelle de mil labourée dans le sens de la pente (cliché KANKPENANDJA)

1.1.3. Étude de l'action du ruissellement concentré

La mesure de l'évolution des ravins s'est faite par la méthode des mires. Cette méthode a consisté à équiper les ravins et systèmes de ravinement de morceaux de fer de six de 40 cm de long, afin d'évaluer le recul de leurs têtes et de leurs berges, d'une part, et l'abaissement de leurs fonds, d'autre part. Ainsi, certaines mires ont été fixées à 5 ou 10 m en amont et à 1 m tout le long des berges pour déterminer le recul des têtes et des berges (figure 3). D'autres mires ont été implantées au fond de ces ravins pour mesurer l'incision linéaire c'est-à-dire l'abaissement de la côte de leurs thalwegs.

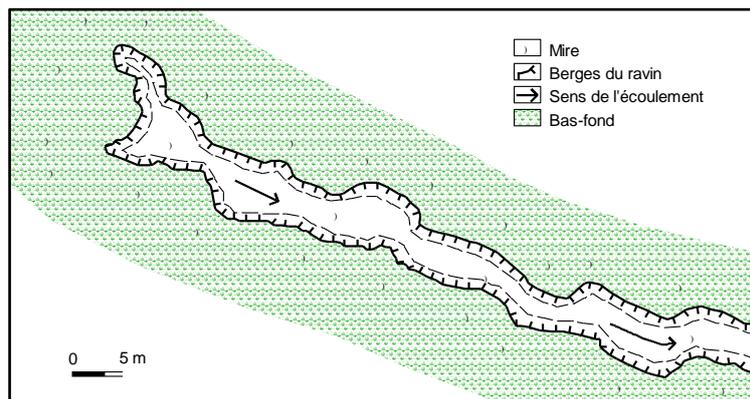


Figure 3 : Disposition des mires pour l'étude de l'évolution du ravinement

Les stations de mires constituent une méthode plutôt artisanale reconnue par l'Union Géographique Internationale (UGI), qui permet d'avoir des données fiables sur l'évaluation de la dynamique érosive.

1.2. Évaluation globale de l'érosion

1.2.1. Le sondage à la perche dans des petites retenues d'eau

La détermination de la quantité de sédiments déposés dans des petites retenues d'eau depuis leur réalisation, a été faite par sondage à l'aide d'une perche. Le sondage a été effectué dans les retenues de Naboulpiong et de Touaga. Sur le plan d'eau de ces retenues, un maillage de 20 m sur 5 a été réalisé avec des fils munis de flotteur (petits morceaux de sandalettes). Ensuite, un sondage de la vase a été effectué en enfonçant une perche. Après le retrait de la perche, la trace du dépôt laissé par la boue est mesurée pour déterminer l'épaisseur de la vase. Dans les parties desséchées de la retenue, des carottes ont été faites à l'aide d'une pioche, d'une pelle et d'une truelle pour mesurer l'épaisseur du dépôt (figure 4).

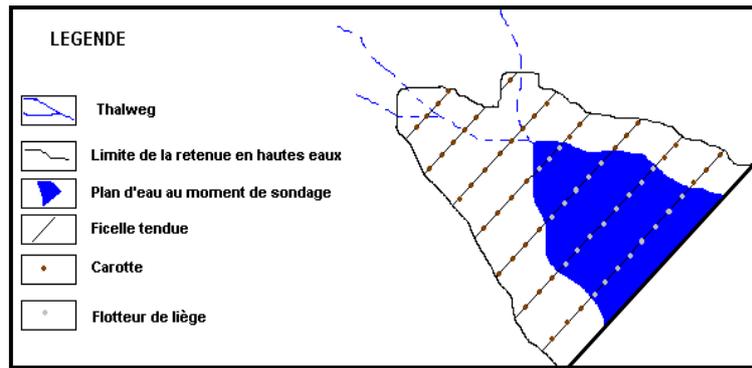


Figure 4 : Schéma de sondage dans les retenues d'eau

Le maillage du bassin permet d'effectuer des mesures précises sur l'évaluation de la charge des cours d'eau.

1.2.2. L'évaluation de la charge des cours d'eau

La mesure de la charge solide instantanée des cours d'eau a été faite à l'aide d'une bouteille de fabrication artisanale (photo 3). C'est d'une bouteille fermée à l'aide d'un système équipé d'un ressort qui exerce une faible pression sur le bouchon au repos. De la sorte, elle est plongée en profondeur tout en étant bien fermée. Une fois en profondeur, par l'intermédiaire d'une ficelle, on tire sur le bouchon, la bouteille s'ouvre et se remplit d'eau. Pour pouvoir descendre la bouteille vide et éviter qu'elle ne remonte en tirant sur le bouchon, elle a été lestée par une boîte remplie de sable dont le poids est supérieur à la somme de la force de traction sur le bouchon et de la poussée d'Archimède s'exerçant sur l'ensemble. Lorsque la bouteille est pleine, la ficelle est lâchée. La bouteille se referme. Ensuite par une corde fixée sur une grille formant la loge de cette bouteille, celle-ci est tirée hors de l'eau tout en étant bien fermée. Les échantillons prélevés ont été décantés par addition du sulfate d'alumine. Après décantation, l'eau claire a été éliminée avec précaution. Le trouble de fond est séché au soleil et pesé pour déterminer la concentration instantanée de matières solides en suspension (Ci) des différents échantillons.



Photo 3A (de gauche) et 3B (de droite) : Bouteille de prélèvement d'eau dans les cours d'eau. 2A : bouchon fermé, 2B : bouchon ouvert (clichés KANKPENANDJA)

2. Résultats et discussions

2.1. La reptation

Sur un total de 79 relevés en 3 ans (2008 – 2010), à partir des repères fixes, la moyenne d'accumulation à l'amont des obstacles est de 9,8 mm (figure 5). D'après ces relevés, les variations interannuelles sont dans l'ensemble faibles. Sur la parcelle laissée en jachère, les moyennes interannuelles ont varié entre 1,5 et 2,1 mm. Les plus fortes variations ont été relevées sur la parcelle cultivée, soit entre 10,8 mm en 2010 et 24,2 mm en 2008. Les faibles variations interannuelles seraient probablement due au fait que les facteurs de ce processus sur un même versant (pente, densité de la faune et la flore, le type de mise en valeur, etc.) ont varié peu d'une année à l'autre, au cours de la période de mesure. Par contre ces résultats révèlent une très grande différence de manifestation du processus de reptation en milieu naturel (parcelle laissée en jachère) et sur parcelle mise en valeur agricole. En effet, sur la jachère, l'épaisseur des formations déplacées se situe dans un intervalle de 0 à 6,1 mm avec une moyenne interannuelle de 2,1 mm. Certes cette moyenne est élevée puisque selon COQUE (1977), c'est dans les zones forestières que de telles valeurs sont enregistrées. Mais elle atteint à peine le dixième de celle obtenue sur la parcelle mise en culture. Sur cette dernière, où le minimum est de -10 mm et le maximum de 43,8 mm, la moyenne interannuelle est de 18,8 mm. La valeur négative relevée sur cette parcelle révèle le caractère aléatoire des mesures. Certes, d'une manière générale le travail du sol dans le sens de la pente en particulier du bas vers le haut se traduit, dans l'ensemble par une descente de la couverture superficielle meuble. Mais un coup de houe, l'outil utilisé ici pour le sarclage, peut se traduire par une remontée de la formation meuble vers l'amont, ce qui peut donner des valeurs négatives au point de mesure. De la même manière un coup orienté vers l'aval peut entraîner une forte descente et une surélévation de la côte au point de mesure. Nonobstant ces irrégularités, le sarclage tel qu'il est pratiqué dans la zone étudiée (dans le sens de la pente), se traduit par une descente considérable des formations superficielles comme l'ont indiqué les mesures.

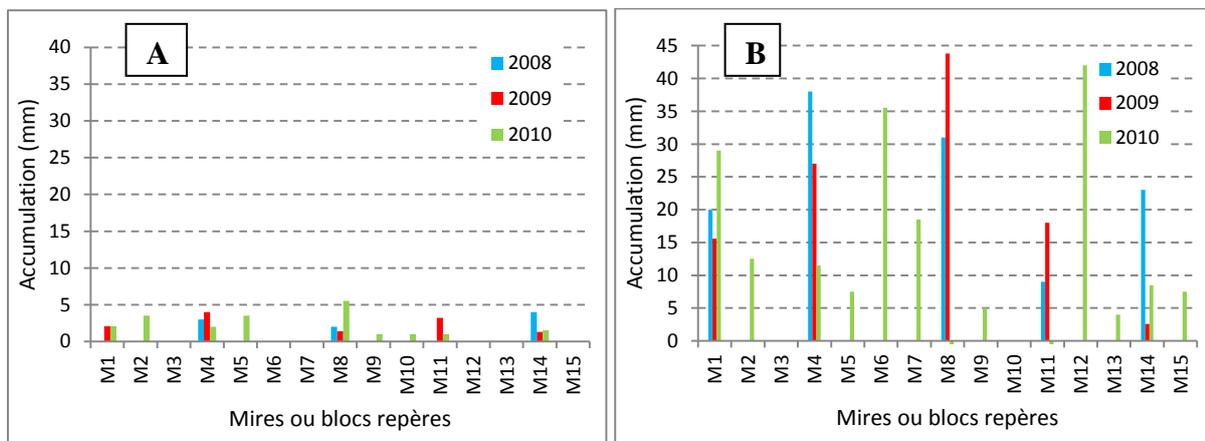


Figure 5 : Variation de la reptation (épaisseur de l'accumulation à l'amont des obstacles) suivants différents talus en 2008 et 2010

Résultats d'activités de terrain. La mesure a été faite sur deux parcelles aménagées en cordons de pierres espacés de 3 à 5 mètres, la première une jachère (A), et la deuxième labourée à plat et sarclée deux fois au cours de l'année (B).

Au total, les résultats des mesures de la reptation ont révélé que ce processus peut mobiliser les formations superficielles meubles sur une épaisseur moyenne de 7,8 mm/an. Cette valeur très élevée, constitue naturellement une lourde contrainte sur la gestion des ressources pédologiques. L'importance du processus de reptation ou creeping dans l'extrême Nord-Togo a été aussi soulignée par BARITSE (1986). Mais, cette valeur de 7,8 mm/an est plus faible que celles de 25 mm/an sous végétation arbustive et 41 mm/an sur versant dénudés obtenues par BANASSIM (1995) dans les monts Kabyè au centre-Nord du Togo.

2.2. L'action des ruissellements diffus

Les résultats des mesures de l'action des ruissellements diffus ont été traités et présentés sous la forme de courbes de pertes mensuelles de terres (figure 6). L'analyse de ces courbes permet de distinguer celles qui restent élevées durant tout l'hivernage de celles qui restent coller à l'axe des abscisses.

Les premières c'est-à-dire celles qui sont élevées correspondent à la parcelle de WISCHMEIER (P4) et à la parcelle labourée dans le sens de la pente et semée de mil (P1), sur lesquelles les pertes de terres ont été importantes pendant tous les mois de la saison pluvieuse. Les plus grosses pertes en terres ont été relevées sur la parcelle de WISCHMEIER (P4), soit 75,3 kg, ce qui correspond à une dégradation spécifique de $7,5 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$. Sur cette parcelle, l'érosion a été relativement faible pendant le seul mois d'octobre. Cette situation est due à la faible quantité de pluie tombée au cours de ce mois. Ensuite vient la parcelle P1 sur laquelle les pertes annuelles s'élèvent à 50,75 kg, ce qui équivaut à une dégradation spécifique de $5,08 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$. Le labour dans le sens de la pente a pour rôle d'accélérer le ruissellement et accroître ainsi sa capacité à prélever et transporter les particules, d'où la forte érosion enregistrée sur P1.

À la très forte perte enregistrée sur ces deux premières parcelles, s'oppose une érosion très faible sur les deux parcelles restantes c'est-à-dire P2 et P3. En effet, la parcelle P2 labourée suivant les courbes de niveau et semée de mil, n'a perdu qu'environ 1,5 kg durant tout l'hivernage. L'érosion a été encore plus faible sur la parcelle P3 laissée en jachère. Les pertes en terres sur cette dernière s'élèvent à moins de 0,6 kg, ce qui correspond à une dégradation spécifique de $0,06 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{an}^{-1}$.

Somme toute, les résultats des mesures en parcelles expérimentales montrent que l'érosion est forte sur parcelle cultivée de mil et labourée suivant le sens de la plus grande pente, et sur les espaces dénudés. Ils révèlent aussi que les pertes de terres sont très faibles sur jachère à forte couverture herbacées et sur des parcelles où l'on pratique le labour isohypse. Mais ces derniers cas c'est-à-dire les labours isohypses et les jachères ne représentent qu'une faible proportion du bassin versant contre le labour suivant la plus grande pente et la culture du mil qui occupent plus des 2/3 du bassin versant. C'est dire que la dégradation spécifique est assez

forte dans l'ensemble de cette unité hydrographique d'après les résultats de mesures en parcelles expérimentales. Les valeurs obtenues ici, bien que légèrement plus élevées, sont de même ordre que celles obtenues par AYÉVA (1989) sous culture de maïs à Tchitchao, dans la région de la Kara située à plus de 100 km au sud de la zone étudiée. En effet, cet auteur a obtenu sur des parcelles de maïs labourées à plat et suivant le sens de la plus grande pente, des dégradations spécifiques de $3,52 \text{ t.h}^{-1}\text{an}^{-1}$ et $3,42 \text{ t.h}^{-1}\text{an}^{-1}$. Des mesures faites ailleurs, notamment au Burkina Faso sous culture de mil par PIOT et MILLOGO (1984) à SARIA et LINOUGHIN ou ROOSE et PIOT (1984) à Oursi, ont donné aussi une valeur moyenne analogue ($4,39 \text{ t.ha}^{-1}\text{.an}^{-1}$).

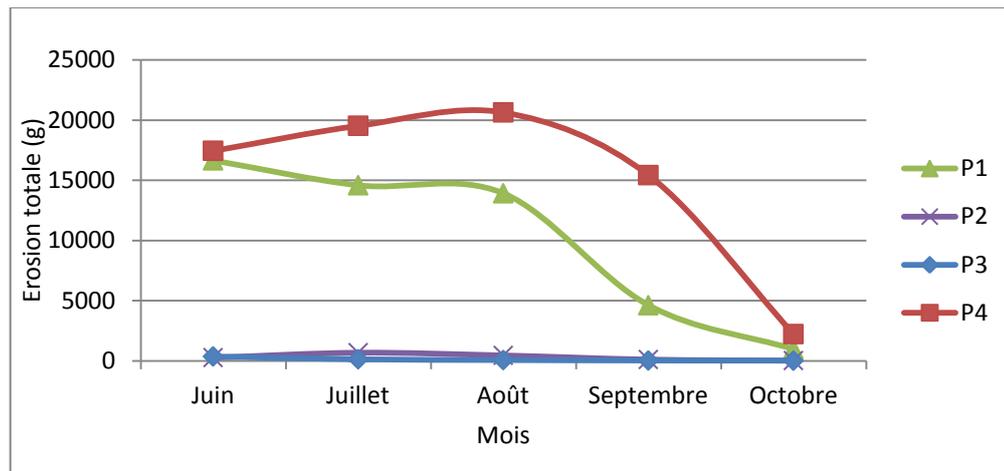
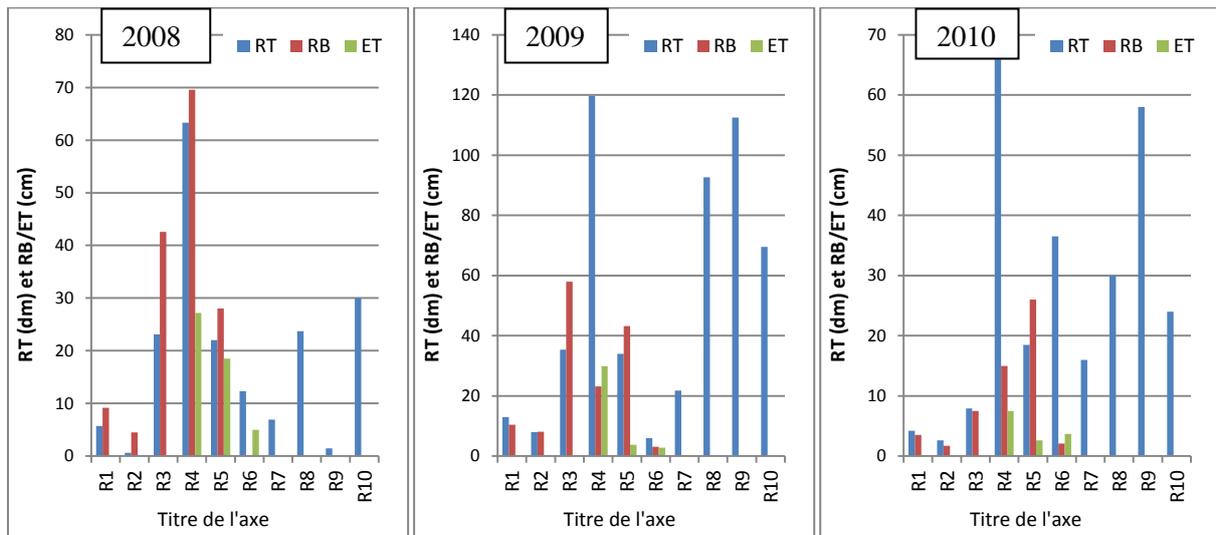


Figure 6 : Évolution annuelle de l'érosion totale par parcelle à Sibortoti en 2008.

P1= jachère, P2 = parcelle de WISCHMEIER, P3 = parcelle labourée dans le sens de la pente et semée de mil, P4 = parcelle labourée suivant les courbes de niveau et semée de mil.

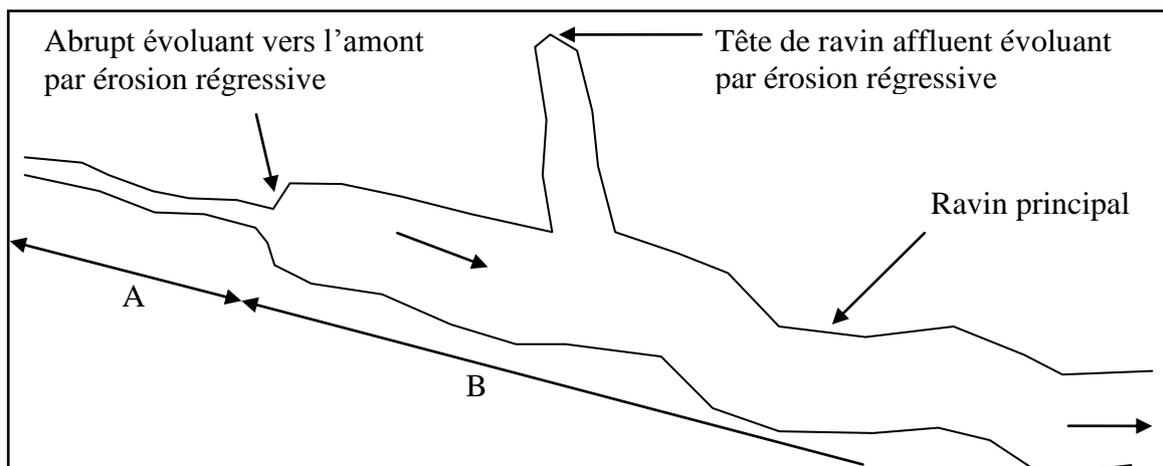
2.3. L'action du ruissellement concentré

L'examen des histogrammes de l'évolution annuelle des ravins (figure 7), montre que dans l'ensemble, ils sont très dynamiques. Leur évolution se traduit à la fois par le recul des têtes, un élargissement et un enfoncement des thalwegs, mais à des vitesses très différentes. La forme d'évolution la plus remarquable est le recul des têtes ou des abrupts marquant des modifications brusques de dimensions du ravin survenues lors d'un aménagement hydraulique sur le thalweg par exemple. Dans ce dernier cas, s'observe un abrupt ou un seuil qui limite la partie aval aux dimensions bien plus importantes que l'amont dont les dimensions rappellent la taille initiale de l'entaille (figure 8). Ces abrupts ou les têtes des ravins adjacents peuvent reculer par érosion régressive à des vitesses très élevées. La moyenne de leur recul au cours des trois années de mesure est de 3,2 m. Les vitesses de recul des berges et de l'enfoncement moyen des thalwegs sont relativement plus modestes. En effet, le recul moyen des berges durant la période de mesure est de 21,4 cm et l'enfoncement moyen des thalwegs de 11,2 cm. Certes, ces valeurs moyennes indiquent dans l'ensemble, une forte dynamique des ravins. Mais les écarts d'évolution d'un ravin à l'autre sont parfois très considérables.



Source. Travaux de terrain, lire : RT = recul de tête, RB = recul des berges, ET = enfoncement du thalweg

Figure 7 : Évolution des ravins dans le bassin versant de la Sansargou de 2008 à 2010



Lire : A = taille du ravin avant la perturbation, B = taille acquise avec la perturbation morphodynamique

Figure 8 : Schéma montrant un abrupt corrélatif à un changement brusque de dimensions d'un ravin principal et la tête d'un ravin latéral

Le ravin à évolution rapide, a été observé à Nadoung (Nakpiagou). Le recul annuel de sa tête a fluctué entre 6,3 et 12 m avec une moyenne de 8,3 m. Le recul des berges de ce ravin a varié entre 15 cm et 69,6 cm, donnant une moyenne interannuelle de 35,9 cm. L'abaissement annuel de la côte de son thalweg a été moins important, soit une moyenne de 21,5 cm. Le moins dynamique de tous les ravins qui ont été suivis se situe à Oubiagou. Le recul de tête de celui-ci a varié entre 0,8 et 0,06 m avec une moyenne interannuelle de 0,37 m. Le recul de ses berges a été également faible, soit une moyenne de 4,8 cm et l'enfoncement de son thalweg presque nul.

La différence d'évolution des ravins s'explique par différents facteurs dont les plus importants sont la pente, le taux du couvert végétal de l'aire de drainage, la nature du matériel dans lequel ils évoluent et les aménagements hydrauliques sur ces ravins. En général, les ravins étudiés à Nadoung, situés au pied du plateau de Tangbamonte, ont une pente générale plus élevée que celle des autres. En raison de leur position topographique, ils reçoivent un impluvium amont en provenance du talus. Par ailleurs, le matériel dans lequel évoluent ces ravins est essentiellement limono-sableux (plus de 90 %) contrairement aux ravins situés à l'ouest de la butte cuirassée d'Oubiagou où dominent les argiles et les graviers (plus de 70 %). Mais l'un des facteurs les plus importants de l'accélération actuelle du ravinement dans le bassin versant de la Sansargou reste les aménagements hydrauliques. En effet, d'une manière générale, les ravins portant les ouvrages hydrauliques, notamment les ponts mal calibrés sont ceux dont la vitesse de recul des berges est spectaculaire. Le sous-dimensionnement de ces ouvrages modifierait les conditions hydrodynamiques, créant ainsi une morphogénèse différente entre l'amont et l'aval. En aval sous l'impluvium de l'eau qui échappe du pont, se réalise un déchaussement de ce dernier et un surcreusement du lit à chenal généralement unique à berges abruptes et croulantes (photos 4). En amont, par contre, le bas-fond tend à être envahi par des ravineaux, des ravines et des ravins vifs (photos 5).



Photo 4 et 5 : Différenciation de la morphogénèse entre l'amont et l'aval d'un pont à l'est de Nadano (clichés KANKPENANDJA).

En 4, surcreusement du chenal à berges croulantes en aval ; en 5, multiplication des ravins en amont

L'accélération actuelle du ravinement tiendrait aussi au fort taux d'occupation du sol par l'agriculture qui dépasse 85 % dans les sous-bassins versants des ravins les plus dynamiques. En effet, une forte extension des surfaces cultivées a pour rôle, non seulement d'accroître la proportion des eaux de pluies qui ruissellent mais également d'augmenter leur vitesse par la réduction des obstacles (couvert végétal) qui freinent et décèlent le mouvement du matériel meuble.

La mobilisation des matériaux par le ruissellement concentré dont l'action se traduit par un recul moyen des têtes de ravins de 3,2 m et un abaissement de leur côte de 11,2 cm, est alors considérable. Mais les ravins observés ici sont moins dynamiques que ceux du Sud-est de Burkina Faso dont le recul annuel de tête dépasse 10 m (MIÉTTON, 1988).

2.4. L'estimation globale de l'érosion

Le sondage effectué dans des petites retenues d'eau a permis d'estimer le volume total de vase déposée depuis leur réalisation afin de déterminer la dégradation spécifique de leur aire de drainage pendant la même période.

Dans la retenue de Naboulpiong, le volume total de la vase déposée depuis la construction du barrage (1960), a été estimé à 24 070 m³, ce qui correspond à un envasement moyen de 523 m³/an, soit 627,6 t/an. La dégradation spécifique est 109 m³/km²/an, ce qui équivaut à 130,8 t/km²/an (tableau 1). En prenant une densité moyenne des roches du bassin de 2,6 (densité généralement admise pour les couches supérieures de la lithosphère), la vitesse de dénudation du bassin ou taux d'ablation moyen est 5 cm/millénaire.

Dans la retenue de Touaga, le sondage a permis d'estimer le volume total de vase à 50 715 m³. L'envasement annuel moyen, calculé sur la période de 50 années, c'est-à-dire de 1958 à 2008 est de 1 035 m³ (tableau 38). La dégradation spécifique pour la même période est de 214,3 m³/km²/an, soit 257,1 t/km²/an. La vitesse de dénudation moyenne du bassin versant est de 20 cm/millénaire.

Site (année de construction)	Précipitations moyennes annuelles (mm)	Surface du bassin versant (km ²)	Envasement moyen annuel (m ³)	Dégradation spécifique		
				m ³ /km ² /an	t/km ² /an	cm/millénaire
Naboulpiong (1960)	950 mm	5,76	523	109	130,8	5
Touaga (1958)	950 mm	4,83	1035	214,3	257,1	9,9

Tableau 1 : L'envasement dans les retenues de Naboulpiong et de Touaga

Dans l'ensemble, les valeurs de la dégradation spécifique (130,8 t/km²/an à Naboulpiong et 257,1 t/km²/an à Touaga) sont élevées pour les 2 cas, traduisant un taux d'érosion très fort. Elles sont du même ordre que les résultats 192 t/km²/an, obtenus par GRESILLON et REEB (1981), sur les bassins versants moyens au Burkina Faso. Une telle accélération de l'érosion est presque exclusivement d'origine anthropique, étant donné l'importance de l'occupation du sol dans les bassins versants par l'agriculture (plus de 95 %). La différence de vitesse de dénudation entre les bassins versants d'alimentation des 2 retenues, situés dans les mêmes conditions climatiques tient fondamentalement au facteur topographique et surtout à la présence de l'aménagement urbain dans celui de Touaga. Dans le bassin d'alimentation de la retenue de Touaga, la topographie est formée par un plateau, son versant et le piémont ; dans celui de Naboulpiong, elle est constituée de croupes polyconvexes. L'aménagement urbain du premier paraît particulièrement déterminant, d'autant que la gouttière des toits chutant sur des surfaces nues, les eaux de ruissellement concentré dans les rues et les caniveaux non asphaltés mobilisent d'importantes charges solides.

2.5. Les résultats et commentaire sur les mesures des flux solides dans la rivière Sansargou

Les résultats révèlent que la charge solide en suspension dans la rivière Sansargou varie d'une année à l'autre (tableau 2). La moyenne annuelle, très élevée durant certaines années comme ce fut le cas de 2007 ($1,7 \text{ kg/m}^3$) est moins élevée que celle de 2008 ($0,85 \text{ kg/m}^3$). Elle varie également considérablement au cours d'une même année, suivant les mois (figure 9). En effet, les concentrations moyennes mensuelles des débits solides au cours des trois années de mesure ont varié entre 5,6 en mai et $0,02 \text{ kg/m}^3$ en octobre. Dans l'ensemble les moyennes mensuelles diminuent progressivement au cours de l'hivernage, sauf quelques rares fois, comme c'est le cas en 2009 où la concentration mensuelle du mois d'octobre ($1,1 \text{ kg/m}^3$) a été supérieure à celle de septembre (1 kg/m^3).

Années	2007	2008	2009	Moy.
Précipitations (mm)	1218,8	1045,6	1175,1	1146,5
Turbidité moyenne annuelle (kg/m^3)	1,7	0,9	1,5	1,3
Dégradation spécifique ($\text{t/km}^2/\text{an}$)	178,1	91,6	157,6	142,4

Tableau 2 : Variations de la turbidité moyenne annuelle sur la Sansargou et de la dégradation spécifique de son bassin versant de 2007 à 2009 (travaux de terrain)

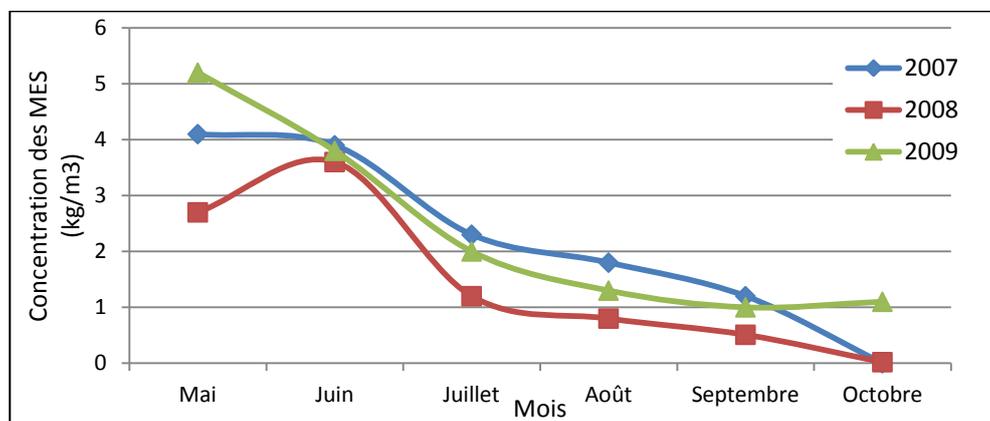


Figure 9 : Variations des transports solides en suspension sur la Sansargou

A-C = concentrations instantanées de 2008 à 2009, D = Concentrations moyennes mensuelles (travaux de terrain)

Au total, les mesures montrent que la charge solide en suspension dans la Sansargou est de $1,3 \text{ kg/m}^3$ en moyenne. Les mesures faites par OLIVRY et *al.* (1995) dans le bassin du Niger ont donné des valeurs bien plus faibles ($0,02$ à $0,04 \text{ kg/m}^3$) tandis que DIPAMA (1996) a sur la rivière Komienga, a trouvé des valeurs beaucoup plus fortes ($1,41$ à $41,1 \text{ kg/m}^3$). La

Sansargou charrie annuellement entre 205 282 et 398 993 tonnes de sédiments, soit une moyenne de 319 071,3 t/an de matières solides en suspension. La charge solide totale de la rivière serait alors très considérable d'autant que les $1,3 \text{ kg/m}^3$ ne représentent en fait que les flux solides en suspension. À cette charge solide en suspension s'ajoute la charge solide de fond qui doit également être très importante étant donné que la rivière Sansargou a un lit très mobile. Mais puisque cette dernière reste difficile à évaluer, on ne dispose d'aucune donnée sur elle. Pour avoir une idée de l'ordre de grandeur de la charge solide totale, nous avons fait recours aux travaux effectués ailleurs et cités par MIETTON (1988), notamment ceux de LELIASKY (aux États-Unis) qui attribue 53 % aux transports en suspension et de CLAUDE et *al.* (1977) (en Tunisie) qui estiment que la charge de fond représente 20 % du transport solide total. Cette évaluation théorique situe la charge solide exportée en moyenne, entre 398 839,2 et 602 021,4 tonnes. Ce qui correspond à une dégradation spécifique située entre 178,0 et 268,8 t/km²/an. En considérant une densité de 2,6 la vitesse de dénudation ou ablation spécifique du bassin versant varierait entre 6,9 mm et 10,3 mm par siècle.

Conclusion

L'étude sur la morphodynamique dans le bassin versant de la Sansargou a permis de noter une réelle accélération de l'érosion des sols manifestée par la multiplication et le surcreusement des ravins, le décapage des sols et le colmatage prématuré des retenues d'eau. Certes les conditions climatiques actuelles sont favorables à une reprise d'érosion. Mais les facteurs humains joueraient le principal rôle. Ces derniers n'ont pas pour seul effet de modifier la morphogenèse naturelle en changeant la hiérarchie des processus morphogéniques mais plutôt créent une nouvelle morphodynamique. La dynamique fluviale immédiatement en amont et en aval des ponts est assez illustrative à ce propos. Pour atténuer cette situation, la longueur des ponts doit être adaptée à la largeur des cours d'eau pour éviter de créer de nouvelles conditions de dynamique fluviale. Dans les zones où le processus est déjà déclenché, les têtes de ravins doivent être fixées par une végétation adéquate pour arrêter la dégradation des sols.

Le bassin versant étant une unité fonctionnelle où les différents éléments sont en relation d'interdépendance (TRICART, 1978), la gestion conservatoire de l'eau et des sols passe par un aménagement intégré de celui-ci. Cependant pour un aménagement intégré du bassin versant, il serait trop précoce de faire des propositions. En effet aucune étude n'a été faite dans la région pour évaluer l'efficacité des méthodes antiérosives. Certes, il existe des méthodes qui ont été appliquées avec succès ailleurs. Mais en raison de la complexité de l'érosion qui non seulement est fonction des conditions bioclimatiques et morphopédologiques mais aussi de l'environnement socio-économique et culturel, des études doivent être conduites avec plus de moyens et sur une période plus longue pour le choix et l'application des procédés antiérosifs susceptibles de stabiliser les surfaces et réduire les flux de nuisance. Des travaux doivent être faits en particulier pour amener les populations à accepter et intégrer ces procédés dans leurs habitudes et pratiques culturelles.

Références bibliographies

- ALASSANE, A. (1999) : Les activités agro-pastorales et leurs impacts sur l'évolution du milieu naturel dans la région des Savanes. Mém. Maîtr., UB. Lomé, 131 P.
- AYÉVA T. (1989) : Contribution à l'étude de l'érosion des terres agricoles: cas du Centre d'Application Agropastoral de Tchichao ; Mém. d'Ingé. Agro. ; ESA-UB ; 102 p.
- BARITSÉ, L. (1986) : Versants et systèmes de versants, l'exemple du Nord-Togo, Thèse de Doctorat de Géographie physique, 3^{ème} cycle, Paris, Panthéon Sorbonne, 197 p.
- BANASIM T. (1995) : *Dynamique actuelle des versants ouest du Massif de Lama dans les monts Kabyè (Nord-Togo)*, Mém. de maîtr. ; FLESH ; Univ. du Bénin ; Lomé, 180 p.
- COQUE R. (1977) : *Géomorphologie dynamique*, Armand Colin, Paris, 452 p.
- D.G.S.C.N. (2011) : Résultats provisoires du quatrième recensement général de la population et de l'habitat de novembre 2010. Bureau central du recensement, 29 p.
- DIPAMA J. M. (1996) : *Les impacts du barrage hydro-electrique sur le bassin versant de la Kompienga (Burkina Faso)*, Thèse de doctorat, Géographie tropicale, Université de Bordeaux 3 Michel de Montaigne, Bordeaux, 392 p.
- GNONGBO T. Y. et KANKPENANDJA L. (2005) : Impacts de l'érosion des terres agricoles dans la plaine du Gourma, J. Recherches. Sci. Univ. Lomé (Togo), Série B, 7 (2), pp. 119-135.
- GRESILLON J. M., REEB J. (1981) : *Éléments pour l'appréciation des dépôts solides dans les barrages de la Haute-Volta*, Bull. EIER, n°5, 6 p.
- MIÉTON, M. (1988) : Dynamique de l'interface Lithosphère-Atmosphère au Burkina Faso, l'érosion en zone de savane, Thèse de doc. d'État, Université de Grenoble, 511 p.
- MOGORE, M. M.(1998): *Géomorphologie et Environnement, exemple de Cinkansé, Mémoire de Maîtrise (Géo. Physique)*, U.B, Lomé 112 p.
- OLIVRY J. C. (1986) : *Fleuves et rivières du Cameroun*, Coll. « Monographies hydrologiques ORSTOM », N°9, Editeurs MESRES-ORSTOM, Paris, 733 p.
- POSS R. (1996) : *Étude morphopédologique du Nord Togo à 1/500000*, Edition de l'O.R.S.T.O.M., Colin, Notice explicative n°109, paris 142 p.
- ROOSE E. et PIOT J. (1984) : Runoff, erosion and soil fertility restoration on the Mossi Plateau (Central Upper Volta). Harare Sumposium, *IASH publ.*, N° 144, pp. 485-498.
- TRICART J. (1978) : *Géomorphologie applicable, collection de géographie applicable*, Masson, 204 p.