

Érosion hydrique et dégradation du potentiel agronomique des unités morphopédologiques dans le bassin versant de Ogo, moyenne vallée du fleuve Sénégal

Amadou Tidiane DIA*, Amadou GUÉYE, Félix Sédar SAGNE, Abdoulaye SOUGOU
et Boubou Aldiouma SY

Université Gaston Berger, Laboratoire Leïdi "Dynamique des Territoires et Développement",
BP 234 Saint-Louis, Sénégal

(Reçu le 26 Août 2022 ; Accepté le 15 Octobre 2022)

* Correspondance, courriel : dia.amadou-tidiane@ugb.edu.sn

Résumé

L'objectif de cet article est d'étudier la morphodynamique hydrique et ses conséquences dans le bassin versant de Ogo. De façon spécifique, il s'agit de mesurer les impacts de l'érosion hydrique sur le potentiel agronomique des terres agricoles à Ogo. La méthodologie a permis de mettre en place des dispositifs expérimentaux avec des techniques rudimentaires sur les hautes terres du *Diéri* pour étudier l'érosion par ruissèlement et mesurer les pertes de fertilité grâce à des parcelles d'expérimentation. Des prélèvements d'échantillons et des analyses sont réalisés sur les terres de bas fond (*Walo*) pour apprécier la texture des sols. Les mesures *in situ* sur les terres du *Diéri* montrent des pertes en matière fine qui sont estimées à 68,81 kg/ha (argile), 38,51 kg/ha (limon), 146,33 kg/ha (sable très fin) ; à 54,68 kg/ha (argile), 29,92 kg/ha (limon), 140,60 kg/ha (sable très fin) et à 63,51 kg/ha (argile), 38,95 kg/ha (limon), 117,45 kg/ha (sable très fin), en moyenne. Cette dégradation du potentiel agronomique des terres agricoles est accompagnée de pertes en matières organique et nutritive. En moyenne par an, les pertes sont de 26,22 kg/ha de calcium, de 29,82 kg/ha de potassium, de 30,2 kg/ha d'azote et 27,12 kg/ha de phosphore. Les résultats d'analyses montrent une prédominance de la fraction sableuse sur les terres de *Walo* qui étaient jadis argileuses.

Mots-clés : érosion hydrique, pertes de fertilité, terres agricoles, bassin versant, Ogo.

Abstract

Water erosion and degradation of the agronomic potential of morphopedological units in the Ogo watershed, middle valley of the Senegal River

The objective of this manuscript is to study water morphodynamics and its consequences in the Ogo watershed. Specifically, it aims to measure the impacts of water erosion on the agronomic potential of agricultural land in Ogo. The methodology allowed for the establishment of experimental devices with rudimentary techniques on the *Diéri* highlands to study runoff erosion and measure fertility losses through experimental plots. Sampling and analysis are carried out on the lowlands (*Walo*) to assess soil texture. *In situ* measurements on the *Diéri* soils show losses in fine matter estimated at 68.81 kg/ha (clay), 38.51 kg/ha

(silt), 146.33 kg/ha (very fine sand); 54.68 kg/ha (clay), 29.92 kg/ha (silt), 140.60 kg/ha (very fine sand); and 63.51 kg/ha (clay), 38.95 kg/ha (silt), and 117.45 kg/ha (very fine sand) on average. This degradation of the agronomic potential of agricultural land is accompanied by losses in organic and nutritive matter. On average per year, the losses are 26.22 kg/ha of calcium, 29.82 kg/ha of potassium, 30.2 kg/ha of nitrogen and 27.12 kg/ha of phosphorus. The results of the analyses show a predominance of the sandy fraction on the Walo lands, which used to be clayey.

Keywords : *water erosion, fertility losses, agricultural land, watershed, Ogo.*

1. Introduction

La dégradation des unités morpho-pédologiques se traduit par un processus qui réduit le potentiel agronomique des terres. La dégradation des terres est un processus qui réduit ou qui détruit la capacité des terres pour la production agricole, végétale et animale et pour la production forestière, faut-il le rappeler [1]. La terre fournit aux espèces végétales des nutriments et de l'eau, mais aussi remplit le rôle de filtre et de mécanisme de tampon, tout en préservant le cycle d'approvisionnement en eau et la chaîne alimentaire d'éventuels polluants [2]. L'accélération des phénomènes érosifs a des conséquences néfastes sur les parties supérieures des terres agropastorales du bassin versant de Ogo. L'eau de pluie emporte des particules fines, de la matière organique et d'autres substances associées au potentiel agronomique des terres. Cela peut conduire à la longue à la dégradation des terres Hautes du *Dièri* en l'appauvrissant en colloïdes et en éléments nutritifs. Les terres agricoles du *Dièri* sont soumises à l'action de l'eau qui entraîne leur érosion et affectent sévèrement leurs parties superficielles. Car elles sont constituées d'éléments (particules) libres, où la cohésion est quasi nulle à sec du fait d'une texture très poreuse, qui facilite leur déformation et leur mobilisation [3]. La faiblesse de la matière organique sur ces terres est à l'origine de la modification des propriétés physiques et en particulier leur structure, augmentant leur sensibilité face à l'impact de la pluviométrie [4]. La morphodynamique hydrique est à l'origine de la recomposition des terres du *Walo* du bassin versant de Ogo. Ces quantités importantes de sédiments venus des terres du *Dièri* ont entraîné la recomposition texturale des terres du *Walo* plutôt naturellement argileux, car correspondant aux cuvettes argileuses de décantations (faciès de décantation). La quantification des pertes de fertilité après chaque épisode pluviométrique sur une longue période est essentielle pour mettre en place des réponses efficaces et efficientes. L'objectif dans cet article est de mesurer les impacts de l'érosion hydrique sur le potentiel agronomique des terres agricoles dans le bassin versant de Ogo.

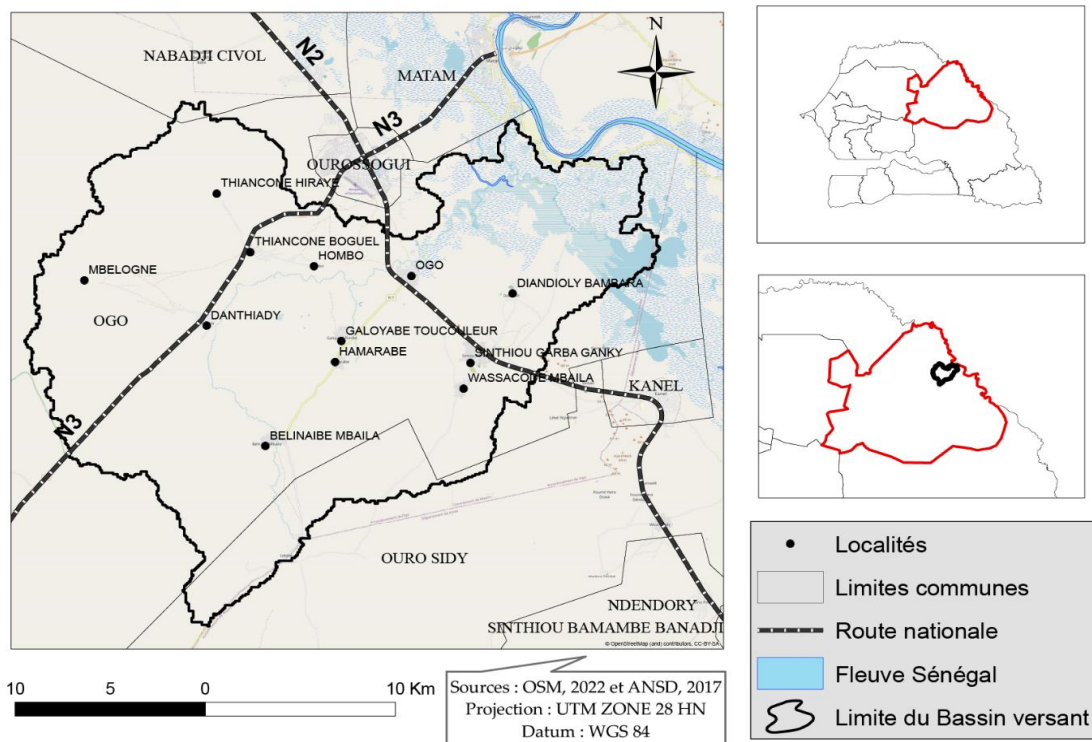
2. Matériel et méthodes

2-1. Le cadre de l'étude

Le bassin versant de Ogo se trouve dans le grand ensemble éco-géographique (Sahel sénégalais) et particulièrement dans la Moyenne vallée du fleuve Sénégal (Nord du Sénégal), (carte 1). C'est une région avec des potentialités réelles de développement économique, qui est secoué par un problème de régression de ces ressources naturelles : sol, eau, végétation, etc. la pauvreté et l'insécurité alimentaire persistent encore, freinant ainsi son développement. Le bassin versant de Ogo se localise dans la Commune de Ogo dans la région de Matam. C'est un bassin versant qui a une superficie de 514 km² et un périmètre de 165 km. Il est limité, au nord par les Communes de Ourosogui, au Nord-est par la Commune de Matam et la République Islamique de Mauritanie, au Sud-est et à l'est par la Commune de Ouro Sidy, à l'Ouest par la partie du Ferlo

la Commune de Ogo. Pour les paramètres de forme, le coefficient de Gravélius est de 2,04, c'est qui indique un bassin allongé. Ce qui confère au bassin une forme très allongée, donc un temps de transfert plus long des eaux. Le bassin se trouve dans un territoire où l'écoulement par phénomène de ravinement est le mécanisme hydrologique qui s'aperçoit le plus à la suite d'un épisode pluviométrique. La topographie montre une pente assez forte, ce qui lui permet de jouer un rôle prépondérant dans les écoulements et le ravinement. L'influence de la pente est déterminante dans le processus de décapage des matériaux de surface sous l'effet de la morphodynamique hydrique par ravinement. L'indice de pente global du bassin indique que le bassin versant se trouve dans une zone où le relief est relativement fort. Par ailleurs, la longueur de la pente joue un rôle prépondérant dans le processus de ravinement. Elle est estimée à 71,1 km sur ce bassin versant. Ce qui donne une idée sur le temps que met une molécule d'eau de l'amont à l'exutoire du bassin). Nous constatons la variation de la pente dans le bassin versant. L'altimétrie évolue à plus de 80m dans le haut *Dièri* (prés des villages de Mbélone et de Hayrancobé) jusqu'à atteindre 16 m d'altitude dans le *Walo* (dans les villages de Diandioli et de Garly).

• **Croquis de localisation du bassin versant de Ogo**



La structure lithologique du bassin versant de Ogo est marquée par des roches tendres (des dépôts sédimentaires récents). Elle est un paramètre important de la morphodynamique hydrique par le fait qu'elle permet ou interdit l'infiltration. La géomorphologie du bassin versant de Ogo comme la moyenne vallée du fleuve Sénégal est constituée par une série de grandes dépressions remplies avec des produits d'érosion issus de divers cycles du socle depuis le précambrien. La formation des derniers dépôts au cours du tertiaire a donné naissance au Continental Terminal. Les unités morpho-pédologiques sont différenciées à travers les domaines éco-géographiques ; les épisodes morphoclimatiques qui ont précédé à leurs mises en place et la dynamique climatique actuelle sont à l'origine de leurs différenciations. Dans le *Walo*, plus humide, correspondant à la vallée alluviale avec des unités très contrastées, sur lesquelles on trouve des terres avec des potentialités variées. Ces unités sont mises en place durant le quaternaire récent [5]. Le *Walo* est situé dans la partie Nord- Est du bassin versant. Dans le *Dièri*, nous avons des terres sableuses qui bordent la

vallée alluviale correspondent à d'anciens cordons dunaires d'orientation NNE-SSW (héritage de l'Ogolien 22000-12000 ans B.P) et portent des sols bruns-rouges subarides à texture sableuse. Sur le *Djèdjogol*, nous avons les terres des terrasses nouakchottiennes ou « *Djèdjogol* » qui correspondent aux terres rarement inondées. Elles sont constituées de matériaux d'apport avec une forte proportion de sables. C'est la partie située sur le long de la RN2.

2-2. Mesure des pertes de fertilité sur terres Hautes (*Dièri*) à partir des parcelles d'érosions

Les pertes de fertilité sur la surface des terres agropastorales sont mesurées dans des parcelles expérimentales d'érosion d'une surface de 150 m² (de longueur 15 m et de largeur 10 m). Les pertes de fertilité sur les parcelles sont quantifiables à l'échelle d'une averse, pourvu qu'elle soit d'une hauteur ou d'une intensité suffisante pour générer du ruissellement. Ces mécanismes de mesure sont installés sur les terres du *Dièri* où le phénomène de décapage des terres agricoles est plus intense. La localisation des parcelles sur les sites a été choisie en fonction de :

- la nature du sol et de la végétation (représentativité) ;
- l'accessibilité du terrain et la possibilité d'implanter des parcelles sur le substrat ;
- la disponibilité de l'observateur près du site pour le gardiennage ;
- la possibilité d'installer un pluviomètre.

Les parcelles d'érosion sont isolées par des tôles fichées en terre sur au moins 10 cm pour éviter la résurgence des eaux de subsurface venant de l'extérieur. L'eau de ruissellement est transférée dans des fûts, situés en aval via un tuyau PVC. Les fûts sont munis chacune d'une échelle limnimétrique, afin de suivre les variations de hauteur d'eau pour calculer les débits. Ce dispositif permet de récupérer les particules en suspension et la charge grossière. Ce qui permet de déterminer les pertes en fractions fines (matière en suspension) et les pertes en fractions grossières (terre de fond). Les Pertes de fertilité sur les terres agricoles sont obtenues grâce aux parcelles expérimentales d'érosion de Thiankone Hiraye, de Mbélone et de Danthiady installées pour mesurer l'érosion hydrique. Après chaque événement pluvieux, les échantillons de terre érodée vont subir des analyses dans le laboratoire Sol-Plante-Eau du CNRA (Centre National de Recherche Agronomique) de Bambey. Ces analyses concernent la matière fine et les paramètres chimiques (les matières organiques et nutritives). La matière organique a une influence positive sur la stabilité structurale, elle donne au sol la cohésion et la consistance contre l'impact de l'énergie de la pluie.

2-2-1. Détermination des pertes en matière fine

La matière fine est mesurée après chaque événement pluviométrique important. Le contenu du fût est remué afin, d'homogénéiser la concentration en sédiment, deux litres sont prélevés et analysés en laboratoire pour estimer les pertes en matière fine. Après les échantillons sont versés dans des béciers de masse connue puis passés à l'étuve à 105°C afin qu'il ne reste que la matière sèche essentiellement composée de sédiments. Les quantités des argiles (< 2 µm), des limons (2 -50 µm) et des sables fins (50 - 2000 µm) perdues après chaque événement sont connues, grâce à la méthode internationale de sédimentation (Méthode de Robinson).

2-2-2. Détermination des pertes en matière organique et nutritive

Après séchage, un prélèvement de 0,5 à 1g de sédiments est mesuré avec une balance électrique en fonction du minéral prélevé. Après pesage, 10 ml de bichromate de potassium sont versés dans chaque échantillon contenu dans un *erlenmeyer* de 250 ml puis 20 ml d'acide sulfurique concentré a été apporté pour permettre l'oxydation sous hotte pendant 30 minutes. Après la réaction, le dosage de la quantité de bichromate qui n'a

pas réagi avec l'échantillon permet d'établir la concentration de carbone organique total. Une fois l'oxydation terminée, 150 à 250 ml d'eau distillée sont versés dans chaque tube puis 10 ml d'acide phosphorique pour préciser le virage et 10 à 15 gouttes de féroïen pour déterminer la coloration finale au virage. Le carbone de la matière organique est déterminé par la méthode de Anne [6]. La quantification de l'azote s'effectue selon quatre phases :

- la transformation de l'azote du sol en azote ammoniacal à ébullition (minéralisation) ;
- la transformation de l'ammoniac par action de la soude sur le sulfate d'ammonium (distillation) ;
- le recueillement de l'ammoniac gazeux par l'acide borique (car l'ammoniac est très volatile) ;
- la titration de l'ammoniac par une solution d'acide sulfurique titrée.

D'autres paramètres tels que le potassium, le calcium, le magnésium et le phosphore des échantillons érodés sont aussi déterminés. L'examen chimique de la solution extraite du sol révèle l'existence de Ca^{2+} , Mg^{2+} , K^{+} comme principaux composants. Les ions calcium et le magnésium sont dosés par volumétrie avec un chélatant, le phosphore et le potassium par photométrie de flamme à partir des mêmes filtrats à l'acétate. Cette dernière est une méthode d'absorption atomique suivant les ondes d'absorption propres à chaque cation. Ces résultats permettent de connaître les pertes unitaires de fertilité après chaque évènement pluvieux et leur évolution face à l'impact de la morphodynamique hydrique.

2-3. Analyse de la recomposition texturale sur les terres du *Walo*

Sur les terres basses du *Walo* qui constituent des espaces de sédimentation des particules érodées sur les terres Hautes du *Dièri* des échantillonnages de sol sont réalisés. Chaque site de prélèvement a fait l'objet d'un levé par le GPS. Cinq transects sont déterminés : *Kolloga/Thiambé*, *Sinthiou Garba*, *Diadjoly*, *Garly*, *Béllé Thiowi*. Sur chaque transect, cinq carottages sont réalisés : C1, C2, C3, C4 et C5. Chaque puits a une profondeur de 50 cm selon trois niveaux : N1 : 0cm (en surface), N2 : de 0 à 25cm, N3 de 25 à 50 cm. Un échantillon est prélevé sur chaque niveau et noté : T1C1N1 avec T1 = transect 1, P1 = puits 1, N1 = niveau 1. Ce qui a donné 25 puits, soit un total de 75 échantillons. Des analyses granulométriques sont réalisées au laboratoire de fertilité des sols de l'ISRA (Institut Sénégalais de Recherche Agronomique) de Saint-Louis pour déterminer la texture des terres du *Walo*. Le tamisage des échantillons s'est fait grâce à un oscillateur qui tamise les échantillons préparés suivant la taille des graines de sable. Au sommet, il y'a les particules les plus lourdes et à la base les plus fines. L'agitateur FRITSCH a été paramétré à une amplitude de 10 et à un temps de 5 minutes. Les échantillons ont été séchés à l'air, puis tamisés à 2 mm avant les analyses. La granulométrie est réalisée selon la méthode internationale de sédimentation (Méthode de Robinson) : Argiles (< 2 μm), limons (2 - 50 μm) et sables (50 - 2000 μm). C'est pour avoir une idée sur la recomposition texturale des terres de décantation face à l'augmentation des phénomènes hydriques dans le bassin versant de Ogo.

3. Résultats

3-1. Érosion hydrique et pertes de fertilité des terres agricoles Hautes du *Dièri*

Le ruissellement est à l'origine de beaucoup de pertes de fertilité des terres du bassin versant de Ogo. Ce qui est à l'origine du départ des argiles, des limons, du matériel fin et de la matière organique c'est-à-dire les éléments indispensables à la cohésion et à la fertilité du sol, faut-il le rappeler. La *Figure 1* traduit les pertes annuelles de fertilité notées sur les parcelles soumises à la morpho-dynamique hydrique de Danthiady, de Thiakone Hiraye et de Mbélone entre 2015 et 2017.

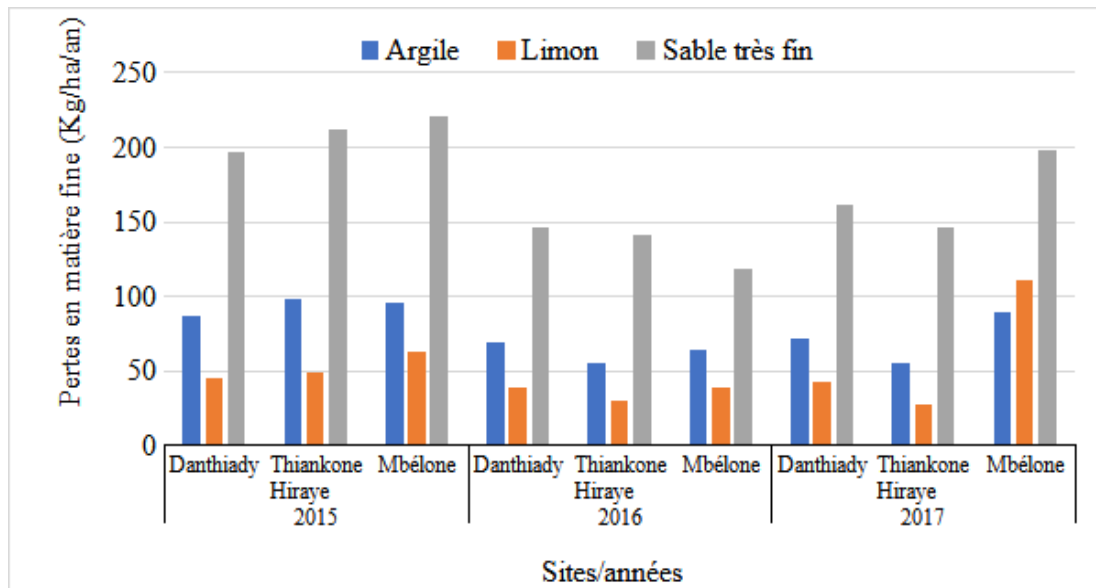


Figure 1 : Pertes annuelles de matière fine sur les sites d'échantillons de 2015 à 2017

Source : Mesures in situ de terrain (2015 - 2017)

En 2015, neuf pluies érosives ont entraîné une perte de 85,81 kg/ha d'argile, 45,11 kg/ha de limon et 195,83 kg/ de sable très fin à Danthiady. À Thiankone Hiraye, les pertes s'élèvent à 98,20 kg/ha d'argile, 48,71 kg/ha de limon et 210,98 kg/ha de sable très fin et à Mbélone les pertes sont de 95,46 kg/ha pour l'argile, 62,28 kg/ha pour le limon et pour le sable fin 220,11 kg/ha. Les diminutions sont estimées à 68,81 kg/ha (argile), 38,51 kg/ha (limon), 146,33 kg/ha (sable très fin) ; à 54,68 kg/ha (argile), 29,92 kg/ha (limon), 140,60 kg/ha (sable très fin) et à 63,51 kg/ha (argile), 38,95 kg/ha (limon), 117,45 kg/ha (sable très fin), selon respectivement Danthiady, Thiankone Hiraye et Mbélone en 2016. Ces pertes sont occasionnées par cinq pluies érosives. L'année 2017 a connu sept pluies fortes qui ont provoqué des pertes de 274,5 kg/ha, 227,35 kg/ha et 396,42 kg/ha en éléments fins (argile, limon et sable très fin), entre autres à Danthiady, Thiankone Hiraye et à Mbélone. En plus des pertes en matière fine, la morphodynamique hydrique est à l'origine de diminution de matière organique dans les terres agricoles du bassin versant de Ogo (**Figure 2**).

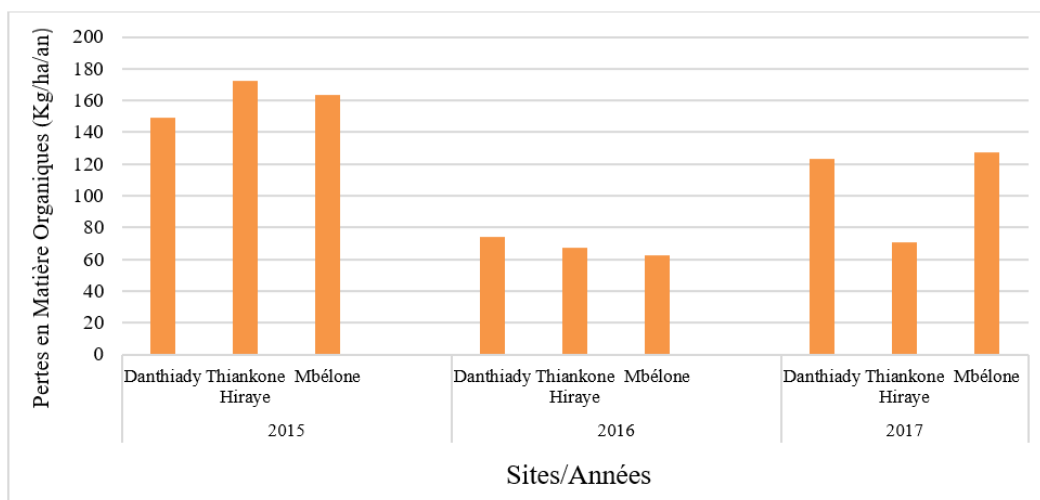


Figure 2 : Pertes annuelles de matière organique sur les sites d'échantillons de 2015 à 2017

(Source : Mesures in situ de terrain)

Les pertes en matière organique sont de 149,41 kg/ha à Danthiady, 172 kg/ha à Thiankone Hiraye et 163,21 kg/ha à Mbélone en 2015. L'année suivante a connu des pertes en matière organique estimées à 74,36 kg/ha à Danthiady, 67,43 kg/ha à Thiankone Hiraye et à 62,13 kg/ha à Mbélone. En plus, 2017, les diminutions en éléments organiques sur les terres agricoles sont aussi importantes. Elles sont évaluées à 123,29 kg/ha dans Danthiady, 70,94 kg/ha à Thiankone Hiraye et 127,51 kg/ha dans Mbélone. Cette dynamique érosive est accompagnée de pertes de matière nutritive (**Figure 3**).

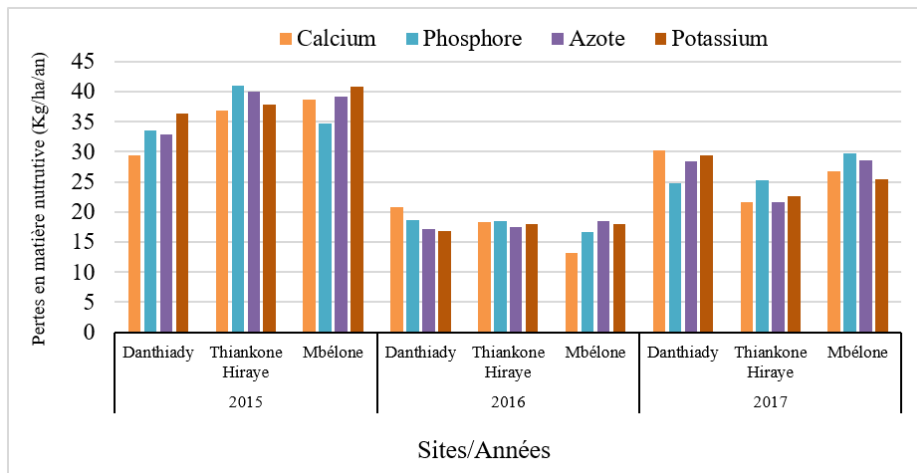


Figure 3 : Pertes annuelles de matière nutritive sur les sites d'échantillons de 2015 à 2017

(Source : Mesures in situ de terrain, 2015 - 2017)

Les terres sont en même temps dépouillées de leurs éléments nutritifs après chaque pluie importante. Les résultats d'analyse au laboratoire obtenus à partir des mesures sur les parcelles d'expérimentation de 2015 à 2017 montrent en moyenne entre autres des pertes de 26,22 kg/ha de calcium, de 29,82 kg/ha de potassium, de 30,2 kg/ha d'azote et 27,12 kg/ha de phosphore. Ces matières nutritives enrichissent le sol et permettent le développement des plantes cultivées et naturelles. En plus des pertes de fertilité consécutive à l'érosion hydrique, les paysans du bassin versant de Ogo pratiquent une agriculture sans restitution des éléments riches au sol. Après la récolte, ils emportent les pailles, les résidus de récoltes et le foin au village pour servir de nourriture au bétail durant les moments de soudure : les fanes, le foin associé aux feuilles mortes. La fane constitue un excellent apport nutritionnel, très apprécié du bétail. Elles viennent des champs après la récolte. Sur la photo a et b apparaissent des tiges de mil secs et du foin qui viennent des champs. Les prélèvements dits post-récolte, concernent surtout les champs situés dans le *Dièri*. Depuis quelques années, l'exploitation porte sur la strate herbacée qui fait maintenant l'objet d'une véritable fenaison. Le prélèvement du foin laisse le sol à nu dès la fin des récoltes. Il faut ajouter que les graminées sont souvent consacrées à la commercialisation sur les marchés locaux. Ceci explique sans doute la raréfaction progressive des vivaces et des graminées dans le milieu durant une longue période de l'année, augmentant ainsi la sensibilité des terres agricoles. La morphodynamique hydrique est à l'origine de l'ensablement des terres du *Walo* du bassin versant de Ogo. Ces quantités importantes de sédiments venus des terres du *Dièri* ont entraîné la recomposition texturale des terres du *Walo* plutôt naturellement argileux, car correspondant aux cuvettes argileuses de décantations (faciès de décantation).

3-2. Recomposition structurale des terres agricoles du *Walo*

Les débits solides plutôt fins (argiles, limons, sables très fins) sont décantés dans le champ d'inondation (vallée alluviale) par les eaux de crue chargées de turbidités dans les environnements sédimentaires où les

conditions hydrodynamiques sont calmes (lit majeur du cours du Sénégal). En conséquence, les terres de bas-fond (cuvettes) présentent des caractéristiques physico-chimiques et biologiques favorables. Dans le contexte actuel de déficit pluviométrique et de la baisse progressive des rendements, les bas-fonds sont des espaces supports potentiels de l'agriculture intensive, diversifiée et sécurisée qui font l'objet d'une mise en valeur depuis très longtemps. Cette mise en valeur porte sur le maraîchage et sur la riziculture. Le phénomène de ruissellement avec la remobilisation sédimentaire est à l'origine de la recomposition physique des terres basses (*Walo*) du bassin versant de Ogo (*Figure 4*).

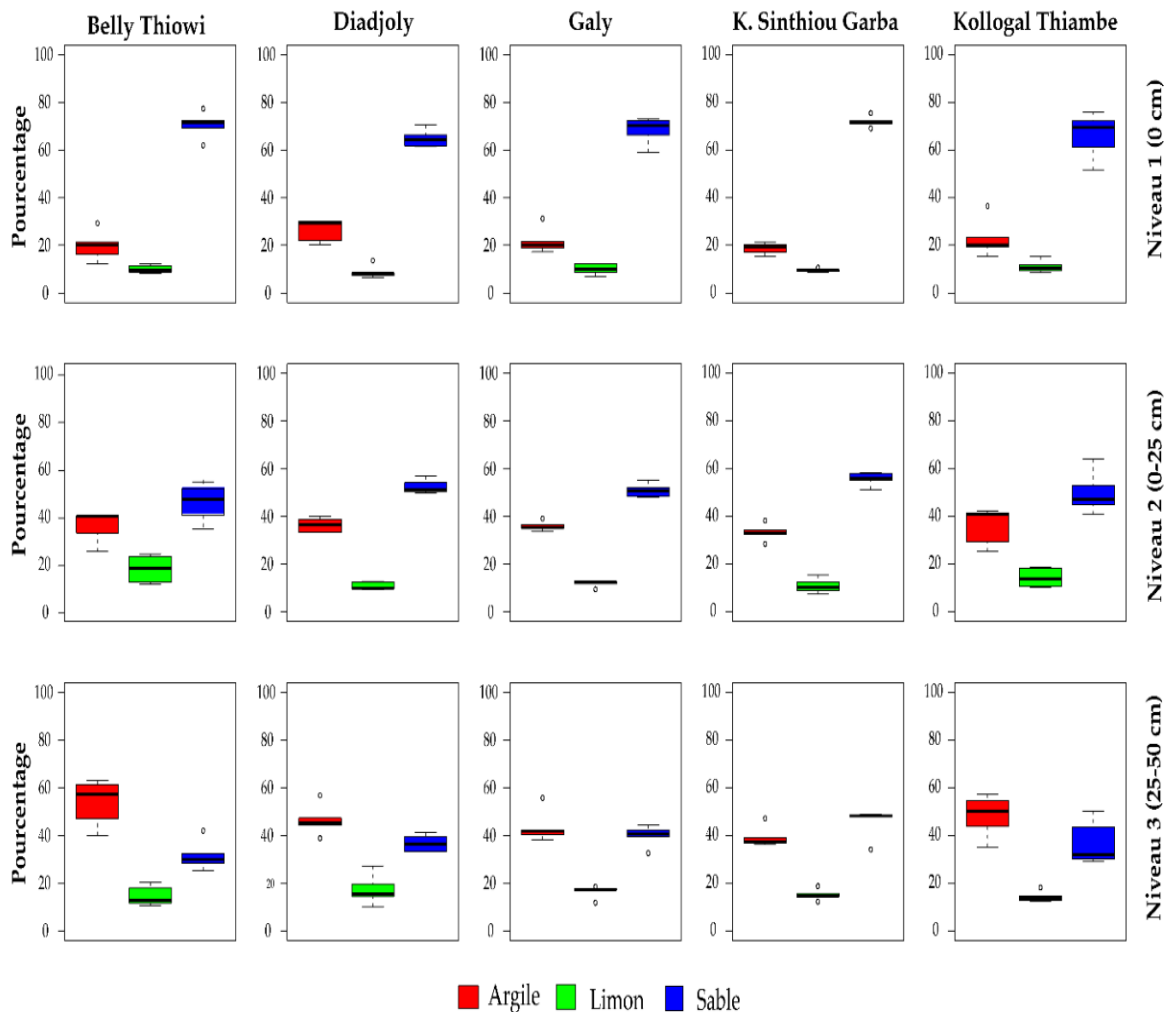


Figure 4 : Résultats sur la composition texturale des niveaux des terres du Walo

(Source : Mesures in situ de terrain, 2015 - 2017)

Les résultats de la figure 44 révèlent que les terres du *Walo* sont en train de subir une nette recomposition texturale. Ces échantillons concernent les terres du bas-fond (*hollaldés* ou cuvettes de décantation). Les parties supérieures des terres (niveau 0 cm) sont marquées par la prédominance de la fraction sableuse (plus de 60 %). Nous constatons aussi une modification de la composition des terres *hollaldés* au niveau intermédiaire (0-25 cm), avec une texture sablo-argileuse dans le site du *Kollogal/Thiambé*, de *Bély Thiowi*, de *Garly*, de *Djadjoly* et du *Kollogal/Sinthiou Garba*. Sur ce niveau la fraction sableuse varie entre 40 et 50 %. L'emprise des fractions argileuses et limoneuses n'est plus une réalité, c'est la fraction sableuse qui est plus importante à 25 cm de profondeur sur les terres agricoles du *Walo*. Cela montre le niveau ou la profondeur

de l'accumulation des sédiments venant des terres plus hautes dans les bas-fonds. Les parties inférieures (25 - 50 cm) des terres du *Walo* gardent encore leurs textures argileuses, avec une présence non moins importante de la fraction sableuse. Ces pertes de fertilité constatées sur les terres du *Diéri* et la recombinaison très importante des terres du *Walo* sont à l'origine de la baisse de la productivité des activités agropastorales.

4. Discussion

Dans le bassin versant de Ogo, les dynamiques physiques observées sont le décapage ou perte en terre accompagnée de pertes de fertilité due aux eaux de ruissellement et le ravinement additionné à l'ensablement et à la recombinaison structurales des terres du *Walo*. Le ravinement est aussi accentué par la morphométrie (système des pentes) un peu prononcée (gravité) du bassin versant de Ogo [7]. Elle constitue l'exutoire du bassin versant où on retrouve des mares et des cuvettes argileuses. Ce sont elles qui accueillent les volumes hydrosédimentaires transférés depuis l'amont du bassin. La structure meuble des versants des ravins est à l'origine, de la hausse des transferts hydro-sédimentaires des terres hautes du *Diéri* (forces abrasives héritées des quartz du système morpho-climatique aride ogolien : 22 000 - 12 000 ans BP) vers les terres basses du *Walo* (environnement sédimentaire). Ces dynamiques sont intenses et sont maintenues par la dégradation du couvert végétal, par des conditions hydro géomorphologiques et topographiques défavorables et des activités anthropiques inappropriées [8]. Les résultats obtenus montrent que l'érosion hydrique entraîne des dommages en termes agronomiques des terres agricoles. Elle appauvrit les terres agricoles par l'enlèvement et le transfert des colloïdes et des éléments nutritifs [9]. Cette dynamique se traduit par la perte des particules légères, l'exportation au loin des matières organiques, des argiles et des limons (fractions fines) [10, 11]. De ce point de vue, on estime que l'érosion est l'un des facteurs qui contribuent à la formation des hétérogénéités au Sahel [12]. Les résultats obtenus sur le site de Katchari, indiquent des quantités de terre érodées sur trois années, de l'ordre de 4 à 8.4 t/ha/an sur un petit bassin versant de 1.4 ha de superficie [12]. Les pertes en matière organique et en éléments minéraux dues à l'érosion hydrique sont également élevées.

Les pertes trouvées sont de 108 kg/ha/an de matière organique, de 15 kg/ha/an d'azote, de 23.4 kg/ha/an de phosphore et de 63 kg/ha/an de potassium, pour 30 t/ha/an de terre érodée [13]. La morphodynamique hydrique est donc à l'origine de la perte de terres cultivables ou de la valeur intrinsèque du sol (augmentation des superficies incultes, pauvreté du sol, baisse de la productivité). Une étude parrainée par la FAO sur les bilans minéraux des sols, estimait que les déficits annuels en éléments nutritifs, s'élevaient à 12 kg/ha pour le potassium (K₂O), 14 kg/ha pour l'azote (N) et 4 kg/ha pour le phosphore (P₂O₅) [14]. Si l'on en croit ces rapports, la dégradation du potentiel agronomique des terres agricoles est largement répandue en Afrique et en particulier dans les pays du Sahel comme le Sénégal. Ces résultats sont proches de ceux obtenus par Roose [15] dans des conditions climatiques différentes. Les écosystèmes se dégradent, s'appauvrissent, bref se désertifient [16, 17]. L'érosion entraîne des pertes de terre et d'éléments nutritifs [18]. Cette dynamique érosive a des impacts négatifs sur les activités primaires des populations de Ogo. Dans le secteur de l'agriculture, nous constatons la baisse des rendements agricoles, le délaissement de l'activité et la diminution des superficies emblavées [19, 20]. Le secteur de l'élevage connaît aussi une baisse de productivité de lait et de viande, mais aussi un abandon de l'activité est constaté dans le bassin versant. Les éleveurs, qui continuent de pratiquer l'activité sont confrontés à des frais supplémentaires pour prendre en charge leur cheptel. Les conséquences socioéconomiques qui en découlent sont la baisse de revenus des populations, la crise alimentaire chronique, la migration et la diversification des activités socioprofessionnelles dans le bassin versant de Ogo.

5. Conclusion

En somme, l'érosion hydrique réduit ou détruit donc la capacité de la productivité des terres qui les composent par la détérioration de leurs propriétés économiques. Cela affecte surtout les ressources naturelles (sol, végétation, eau), qui sont à la base de la production de biomasse, de production alimentaire (pour l'homme ou pour le bétail) et de production de matières premières (produits agricoles). En affectant les composantes de la terre, l'érosion hydrique entraîne la diminution des rendements des cultures, qui influence sur le mode d'exploitation et le type d'utilisation des terres. Les activités agricoles sont ainsi fortement tributaires de l'état des terres agricoles et du niveau de la pluviométrie. La détérioration de la productivité des systèmes agropastoraux naît de cette dégradation des terres agricoles a conduit à la baisse des rendements agropastoraux des populations locales. Cette baisse de la production a fini d'installer une situation de pénurie alimentaire dans le bassin versant de Ogo. Les effets sur l'agriculture sont essentiellement la baisse des rendements agricoles due à la diminution de la fertilité des sols rendus plus pauvres par les mauvaises pratiques culturales. L'agriculture pluviale et l'élevage sont les systèmes d'exploitation qui souffrent plus de la dégradation mécanique des terres. La production agricole pluviale subit plus de contraintes et les mauvaises pratiques culturales concourent à la perte de fertilité des sols et, par conséquent, à la baisse des rendements. Cette faible disponibilité de ressources pastorales a beaucoup influé sur la production animale d'où la baisse des revenus pastoraux. Actuellement, l'élevage n'est qu'un seul moyen de thésaurisation pour les petits et moyens éleveurs qui revendent en cas d'urgence ou en période de soudure. L'endiguement de l'érosion hydrique et la régénération des terres agricoles déjà dégradés sont devenus une préoccupation majeure pour les populations locales. On sent de plus en plus combien la question environnementale est devenue un enjeu fondamental quant à l'avenir des écosystèmes ruraux en proie à la dégradation mécanique des terres. La préservation et la restauration des terres contribuent à la réduction de la vulnérabilité des populations et à l'accroissement de la résilience des systèmes agropastoraux [21]. Le défi alimentaire porte en son sein un défi sécuritaire.

Références

- [1] - J. AL KARKOURI, A. LAQUINA, E. ROOSE, M. SABIR, Capacité d'infiltration et risques d'érosion des sols dans la vallée des Beni boufrah-Rif central (Maroc), Bull Réseau Érosion. Montpellier : IRD, 20 (2000) 342 - 356
- [2] - E. ROOSE, Dynamique actuelle des sols ferrallitiques et ferrugineux tropicaux d'Afrique occidentale : étude expérimentale des transferts hydrologiques et biologiques de matières sous végétations naturelles ou cultivées, Paris ORSTOM, travaux et documents, N° 130 (1981) 569 p.
- [3] - J. BOIFFIN, Place des bassins versants expérimentaux dans les études sur l'érosion hydrique des sols, In : Du concept de BVRE à celui de zone atelier dans les recherches menées en eaux continentales. Actes du Séminaire national, hydrosystèmes. Paris : Cémagref, (1994) 197 - 201
- [4] - A-V. AUZET, L'érosion des sols par l'eau dans les régions de grande culture : aspects agronomiques, Min Env/Min Agr, CEREG-URA 95, CNRS Strasbourg, (1987) 60 p.
- [5] - L. MANE, La surface du sol de la moyenne vallée du fleuve Sénégal : contribution à l'étude de la dynamique actuelle des milieux naturels (du terrain à la télédétection satellitaire), U.L.P Strasbourg. URA 95 C.N.R.S, (1996) 388 p.
- [6] - G. AUBERT, Méthodes d'analyses des sols, C.R.D.P. Marseille, (1978) 189 p.
- [7] - A. T. DIA, S. A. SOW, A. A. SY, Analyse de la dynamique de l'érosion par ravinement durant la période 2015-2017 dans le bassin versant de Ogo (Nord-est du Sénégal), Géovision, *Revue du Laboratoire*

Africain de Démographie et des Dynamiques Spatiales, Département de Géographie _Université Alassane Ouattara _, Vol. 2, N°02 (2020) 167 - 184 p.

- [8] - W. R. WHITE, Problème d'érosion, transport solide et sédimentation dans les bassins versant, Projet 5.3 du programme hydrologique international, (1986) 155 p.
- [9] - CHENX, B. BAI, Experimental investigation and modeling of particulate transportation and deposition in vertical and horizontal flows. *Hydrogeol J.*, 23 (2) (2015) 365 - 375
- [10] - V. SOHY, Etude des aspects quantitatifs et qualitatifs de l'influence de pratiques de maraîchage bio-intensif sur la dynamique de la matière organique du sol, (2017)
- [11] - C. PETITJEAN, A. PHILIBERT, V. MANNEVILLE, B. AMIAUD, A. S. PERRIN, X. CHARRIER & S. PIUTTI, Systèmes de polyculture-élevage : quels effets des pratiques agricoles sur les teneurs en matières organiques et le fonctionnement microbien du sol ? *Fourrages*, (236) (2018) 239 - 247
- [12] - O. RIBOLZI, M. HERMIDA, K. H. DELHOUMEJP, L. THIOMBIANO, J. L. RAJOT et al., Effects of aeolian processes on water infiltration in sandy Sahelian rangeland in Burkina Faso Influence of shrubs on soil characteristics and their function in Sahelian agro-ecosystems in semi-arid Niger, *CATENA J Arid Environ*, Vol. 67, issue 44 (2000) 145 - 54 p.
- [13] - E. ROOSE, Érosion et ruissellement en Afrique de l'Ouest : vingt années de mesure en petites parcelles expérimentales, *Travaux et documents de l'ORSTOM*, N°78 (1977) 108 p.
- [14] - J. J. STOOBVOGEL & E. M. A. SMALING, Assessment of soil nutrient depletion in Sub-Saharan Africa : 1983-2000. Vol. 2 : nutrient balances per crop and per land use systems, *ISRIC*, N° 28 (1990)
- [15] - G. RIOU, L'eau et les sols dans les géo systèmes tropicaux, Paris, Masson collection géographie, (1990) 221 p.
- [16] - J. BOIFFIN, F. PAPY, M. EIMBERCK, Influence des systèmes de culture sur les risques d'érosion par ruissellement concentré. I - Analyse des conditions de déclenchement de l'érosion, *Agronomie*, 8 (1988) 663 - 73
- [17] - J. BOUGERE, L'état de la dégradation des formations sableuses du Sahel voltaïque ou l'urgence d'une intervention, *Travaux de l'Institut de Géographie de Reims*, (1979) 39 - 40 ; 91 - 101
- [18] - J. BOIFFIN, La dégradation structurale des couches superficielles du sol sous l'action des pluies, Thèse pour le titre de Docteur ingénieur, Sciences Agronomiques, INA-PG, Paris Grignon, (1984) 320 + annexes p.
- [19] - J. AL KARKOURI, Dégradation du milieu naturel dans le bassin versant de Beni boufrah (Rif Central, Maroc) : Analyse des facteurs et des processus, essai de quantification et de modélisation spatiale. Thèse de Doctorat d'état ès lettres. Université Mohamed V. Rabat, Maroc, (2003) 392 p.
- [20] - L. E. THIOMBIANO, Étude de l'importance des facteurs édaphiques et pédopaysagiques dans le développement de la désertification en zone sahélienne du Burkina Faso, Thèse d'État, université de Cocody, (2000) 218 p.
- [21] - E. BLANCHART & J. TRAP, Intensifier les fonctions écologiques du sol pour fournir durablement des services écosystémiques en agriculture, *Etude Gest Sols*, 27 (2020) 121 - 134