

Effets des demi-lunes multifonctionnelles et classique sur l'amélioration des caractéristiques physico-chimiques des différents compartiments des ouvrages creusés dans les sols des plateaux de Sokorbé (Loga-Niger)

[Effects of half-moons (multifunctional and classic) on improving the physicochemical characteristics of the excavated parts of upland soils in western Niger: The case of Sokorbé (Loga)]

Idrissa Seidou Ousmane¹, Tidjani Adamou Didier², and Ambouta Karimou Jean-Marie³

¹Doctorant ED, SVT de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

²Professeur titulaire, Faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

³Professeur Emérite, Faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey, Niger

Copyright © 2024 ISSR Journals. This is an open access article distributed under the *Creative Commons Attribution License*, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ABSTRACT: This study was conducted at the level of the developed parts of two plateaus of the commune of Sokorbé. Multifunctional and classic half-moons were made on the degraded and encrusted soils of the Goubey and Sinsan plateaus. On each of these two units, soil profiles were opened and described and samples were also taken at the level of the dug parts and analyzed in the laboratory. Infiltration tests were conducted on the different compartments of the structure: impluvium, Zaï and bottom of the basin at the completion and after 1 and 2 years of operation. The results show that the organic matter rate increased from 0.8% on controls (impluviums) to 1.3% in the dug parts (zaïs and bottom of the basin) of the Goubey plateau and to more than 3.5% in those of the Sinsan plateau after one year of operation. However, this rate decreases after two campaigns (two harvests) and tends towards the initial situation in the zaïs. The acidic pH (4 to 4.2) on the controls increased towards neutrality (6 to 6.5) in the zaïs. As for the quantity of water infiltrated over a period of one hour, it varies between 116 and 190 liters per m² on the controls to reach, after two years of operation, a volume varying between 378 and 396 liters per m² in the dug parts, respectively on the Goubey and Sinsan plateaus. The making of half-moons on the degraded soils of the plateaus improves the physicochemical characteristics of all the compartments of the half-moons.

KEYWORDS: multifunctional and classic half-moon, soil characteristics, plateau, Sokorbé-Loga.

RESUME: Cette étude a été conduite au niveau des parties aménagées de deux plateaux de la commune de Sokorbé. Des demi-lunes multifonctionnelles et classiques ont été confectionnées sur les sols dégradés et encroûtés du plateau de Goubey et celui de Sinsan. Sur chacune de ces deux unités, des profils pédologiques ont été ouverts et décrits et des échantillons ont été également prélevés au niveau des parties creusées et analysés au laboratoire. Des tests d'infiltration ont été conduits sur les différents compartiments de l'ouvrage: impluvium, Zaï et fond de cuvette à la réalisation et après 1 et 2 années de fonctionnement. Les résultats montrent que le taux de matière organique est passé de 0,8% sur témoins (impluviums) à 1,3% dans les parties creusées (zaïs et fond de cuvette) du plateau de Goubey et à plus de 3,5 % dans celles du plateau de Sinsan après un an de fonctionnement. Néanmoins ce taux diminue après deux campagnes (deux récoltes) et tend vers la situation initiale dans les zaïs. Le pH acide (4 à 4,2) sur témoins a augmenté vers la neutralité (6 à 6,5) dans les zaïs. Quant à quantité d'eau infiltrée sur une durée d'une heure, elle varie entre 116 et 190 litres par m² sur les témoins pour atteindre, après deux ans de fonctionnement, un volume variant entre 378 et 396 litres par m² dans les parties creusées, respectivement sur plateau

de Goubey et Sinsan. La confection des demi-lunes sur les sols dégradés des plateaux améliore les caractéristiques physico-chimiques de tous les compartiments des demi-lunes.

MOTS-CLEFS: demi-lune multifonctionnelle et classique, caractéristiques du sol, plateau, Sokorbé-Loga.

1 INTRODUCTION

Depuis les grandes sécheresses des années 70 et 80, le Niger a été confronté à une dégradation accélérée de son environnement. La conjonction des sécheresses récurrentes et d'une forte pression démographique sur ses ressources naturelles a considérablement entamé son potentiel productif, exposant la population régulièrement à une situation alimentaire précaire. Dès lors, il fallait agir pour essayer d'inverser la tendance ou au moins stabiliser la situation au profit des générations futures car les risques de disparition du potentiel de production dans l'espace du Niger étaient réels. La question principale était donc de savoir s'il était possible de corriger les dégradations dues à une surexploitation des ressources naturelles combinée à des sécheresses successives [1]. La situation de référence a déterminé que le Niger enregistre 10 760 000 ha de terres dégradées (dénudées, encroutées et compactées), en 2010. Ces étendues de terres peuvent faire objet de récupération pour les besoins d'exploitations agricoles et pastorales aux bénéfices des producteurs ruraux. Le Niger se fixe prioritairement comme ambitions d'atteindre la neutralité en matière de dégradation des terres d'ici à 2030 [6]. Cette dégradation serait due à la perte de la couverture végétale, exposant ainsi le sol au battage par les gouttes de pluie qui disloque les agrégats, libère les particules fines qui colmatent la porosité formant après dessiccation une croûte dure et imperméable sur laquelle les pluies subséquentes ruissellent fortement. Plusieurs études notamment celles conduites par [7] et [8] ont caractérisé ces phénomènes sur les sols des plateaux et glacis du Continental Terminal de l'Ouest nigérien. Pour contrarier ces phénomènes, plusieurs techniques d'aménagement et de restauration de ces unités dégradées ont été mises en œuvre depuis des décennies. Parmi ces techniques figure celle de captage d'eau de ruissellement à travers plusieurs types d'ouvrages creusés notamment les demi-lunes, les banquettes, les tranchées et les zaïs. Des études dont celles de [14], [18] et [13] ont montré que ces techniques jouent un rôle important dans la restauration de la fertilité des sols et la réhabilitation des fonctions essentielles du sol. Dans cet article il sera évalué les effets de la technique de demi-lune (multifonctionnelle et classique) sur l'amélioration des caractéristiques physico-chimiques des sols des plateaux dégradés.

2 MATÉRIEL ET MÉTHODES

2.1 MATÉRIEL

2.1.1 UNITÉS PAYSAGÈRES D'ÉTUDE

L'étude a été conduite au niveau de la commune de Sokorbé, sur deux sites de plateaux dégradés, sur lesquels des demi-lunes (multifonctionnelles et classique) ont été creusées à travers des travaux de participation communautaire massive et organisée.

- **Plateau de Goubey:** il s'agit d'un plateau gréseux correspondant à la haute surface sommitale des formations du Continental Terminal de l'Ouest nigérien présentant de grandes surfaces de sol nu, encrouté, pavé de graviers et de cailloux, laissant apparaître localement quelques touffes d'arbustes à dominance de combrétacées et un tapis herbacé quasiment nul. C'est une unité à vocation essentiellement sylvopastorale (Figure 1). Sur ce site (figure 1), ce sont au total 30 hectares de terrain qui ont été restaurés en 2021 et 2022 par la confection des ouvrages CES/DRS de type demi-lunes multifonctionnelles et classiques.



Fig. 1. Vue de l'état de surface du plateau de Goubey (Coordonnées N: 13°32'10,5"; E: 003°9'31") avant l'aménagement

- **Bas plateau de Sinsan:** C'est un plateau gréseux affaissé (altitude inférieure à celle de la surface sommitale des formations du Continental Terminal de l'Ouest nigérien), très encrouté avec une très faible rugosité en surface, très peu boisé avec dominance de combrétacées et sans tapis herbacé (Figure 2). C'est aussi une unité à vocation sylvopastorale portant localement des traces d'anciens aménagements de types banquettes creusées dans les années 2000. Au total 54 hectares de terres ont été restaurés en 2021 et 2022 à l'aide des ouvrages CES/DRS notamment les demi-lunes « multifonctionnelles et classique ».



Fig. 2. Vue de l'état de surface du plateau de Sinsan (coordonnées du centre du site: N: 13°33'12.4"; E: 003°05'23.6") avant l'aménagement

2.1.2 MATÉRIEL

Les matériels utilisés sont essentiellement composés des outils pour l'ouverture et la description des profils pédologiques et les matériels pour le test d'infiltration.

2.2 MÉTHODES

2.2.1 DESCRIPTION DU PROFIL PEDOLOGIQUE ET ANALYSE DU SOL AU LABORATOIRE

- DESCRIPTION DU PROFIL PEDOLOGIQUE

L'ouverture et la description du profil pédologique ont été effectuées sur la base de la méthodologie décrite par [4]. La fosse a été ouverte durant le mois de novembre 2021, le choix a été guidé par l'homogénéité de la surface du sol sur une grande étendue nue, compactée et non perturbée.



Fig. 3. Description des profils pédologiques

• ECHANTILLONS COMPOSITES

Au niveau de chaque site, en plus des échantillons prélevés sur le profil pédologique, des échantillons composites ont été constitués à travers des prélèvements effectués sur le fond des zaï et des cuvettes des ouvrages après ouverture et ensuite dans les sédiments déposés après un et deux ans de fonctionnement des ouvrages. Le prélèvement de ces échantillons a été effectué à l'aide de la tarière enfoncée à 15 cm de profondeur sur les fonds des zaï et des cuvettes dans l'ensemble des modèles d'ouvrages.

• ANALYSE DES ECHANTILLONS DU SOL AU LABORATOIRE

Les analyses des échantillons du sol ont été effectuées au niveau du Laboratoire Sciences du Sol de la Faculté d'Agronomie de l'Université Abdou Moumouni de Niamey. Le Tableau 1 présente les paramètres analysés ainsi que la méthode appliquée.

Tableau 1. Paramètres analysés et méthodes appliquées

Paramètres analysés	Méthodes appliquées
Granulométrie	Pipette Robinson
pH (1/2,5)	Lecture directe sur un pH-mètre à électrodes en verre
Carbone organique total	WALKLEY-BLACK
Azote total	KJELDAHL

2.2.2 TEST D'INFILTRATION

Le test d'infiltration a été effectué en 3 phases:

- 1^{er} test à la réalisation/Confection des ouvrages (En 2021)
- 2^{eme} test après une première campagne (Novembre 2021)
- 2^{eme} test après la deuxième campagne (Novembre 2022)

La méthode à anneau simple décrite par [16] et [10] a été appliquée pour l'évaluation de l'infiltration. Cette évaluation a concerné selon la phase, les compartiments suivants des ouvrages: le Zaï à la confection, le Zaï après une campagne, le Zaï après la deuxième campagne, le fond de la cuvette (à 40 cm) à la confection et après chacune des deux campagnes successives et sur l'impluvium. Pour chaque partie (impluvium, zaï et fond de cuvette), 3 répétitions ont été effectuées.



Fig. 4. Vue du test d'infiltration réalisé au niveau d'un zaï et dans une cuvette à l'aide d'anneau simple

2.3 TRAITEMENT DES DONNÉES

Les données ont été analysées et traitées à l'aide du logiciel Excel et le logiciel R.

3 RESULTATS

3.1 CARACTERISTIQUES MORPHO PEDOLOGIQUES DES UNITES DE PLATEAUX DE SOKORBE

3.1.1 LE SOL DU PLATEAU DE GOUBEY

Au niveau de ce plateau, une caractérisation morpho-pédologique a été faite à travers l'analyse des états de surface, la description du profil pédologique, le prélèvement et l'analyse des échantillons de sol. La Figure 5 présente l'état de surface et le profil pédologique de ce sol.

Le profil pédologique ouvert en novembre 2021 (Figure 5) présente les caractéristiques suivantes:

- 0 à 20 cm: Horizon de surface, sablo-limoneux à structure massive et peu poreux. Cet horizon peu dure à l'état sec présente quelques racines horizontales et quelques galeries mais sans aucune présence des graviers et concrétions ferrugineuses. La transition entre cet horizon et le suivant est progressive.
- 20 à 40 cm: Sablo-limoneux à structure granuleuse, poreux et peu dure à l'état sec. On observe une présence des graviers et des blocs qui obligent les racines à prendre des directions verticales. On note également la présence de quelques galeries. La transition avec l'horizon suivant est nette.
- 40 cm à plus: Sablo-limoneux à structure fragmentaire, peu poreux et très dur à l'état sec. L'horizon est dominé par la présence des blocs et cailloux sans aucune présence de racines ni de galeries. On y observe un affleurement de la dalle cuirassée.



Fig. 5. Vue de l'état de surface (a) et du profil pédologique (b) du sol du plateau de Goubey

Les résultats des analyses des échantillons présentés dans le Tableau 2 montrent que les teneurs en matière organique et en azote diminuent progressivement avec la profondeur. Le taux de la matière organique est à un niveau bas sur l'ensemble du profil avec une tendance à la diminution de la surface vers la profondeur du profil. Le rapport C/N montre que le niveau de décomposition de la matière organique est élevé et tend à diminuer avec la profondeur. Sur la base du triangle de texture (FAO) le profil a une texture sablo-limoneuse à légère tendance limono-sableuse vers la profondeur. Le pH est extrêmement acide sur l'ensemble du profil. On observe également une légère augmentation du taux d'argile dans le deuxième horizon.

Tableau 2. Caractéristiques physico-chimiques du sol du plateau de Goubey

Épaisseur (Cm)	Carbone organique total	Matière organique totale	Azote total	C/N	pH eau	Argiles	Limons fins	Limons grossiers	Sables fins	Sables moyens	Sables grossiers
	%				1/2,5	< 2µm	2 µ à 20µm	20 à 50µm	50 à 200µm	200 à 500µm	> 500µm
0 à 20	0,47	0,81	0,05	10,30	4,22	10,37	8,89	4,94	28,59	28,18	19,04
20 à 40	0,36	0,62	0,04	10,00	3,75	12,42	6,95	10,93	19,41	27,42	22,88
40 à plus	0,20	0,34	0,02	9,09	3,86	10,96	9,46	7,97	19,97	25,21	26,43

3.1.2 LE SOL DU BAS PLATEAU DE SINSAN

Comme sur le plateau de Goubey, une caractérisation morpho-pédologique a été faite également au niveau du bas plateau de Sinsan à travers la description de l'état de surface et du profil pédologique. Le profil pédologique ouvert (Figure 6) montre que:

- 0 à 10 cm: Horizon de surface, sablo-argileux à structure massive et peu poreux. Cet horizon est friable à l'état sec avec la présence de quelques galeries mais sans aucune présence de racines, graviers et concrétions ferrugineuses. La transition entre cet horizon et le suivant est nette.
- 10 à 30 cm: Sablo-argileux à structure grenue, peu poreux et dur à l'état sec. On y observe une présence de quelques racines horizontales et galeries. La charge caillouteuse est importante. Légère effervescence à HCl décelable à l'oreille. La transition avec l'horizon suivant est nette.
- 30 cm à plus: Sableux à charge graveleuse plus élevée, très peu poreux et dur à l'état sec. On y observe la présence de quelques racines verticales et l'affleurement de la dalle ferrugineuse.



Fig. 6. Vue de l'état de surface (a) et du profil pédologique (b) du bas plateau de Sinsan

Les résultats de l'analyse des échantillons présentés dans le Tableau 3 montrent que tous les éléments chimiques (carbone, matière organique et azote) sont à faible teneur et diminuent légèrement avec la profondeur. Sur la base du triangle de texture (FAO) le profil présente une texture sable limoneuse sur l'ensemble des horizons avec une dominance en sable fin et moyen. Le pH est extrêmement acide sur l'ensemble du profil qui tourne autour de 4. On observe un très faible taux d'argile sur l'ensemble du profil avec un taux diminuant de la surface vers la profondeur.

Tableau 3. Caractéristiques physico-chimiques du sol du bas plateau de Sinsan

Epaisseur (Cm)	Carbone organique total	Matière organique totale	Azote total	C/N	pH eau	Argiles	Limons fins	Limons grossiers	Sables fins	Sables moyens	Sables grossiers
	%				1/2,5	< 2μ	1/2,5	< 2μm	2 μ à 20μm	20 à 50μm	50 à 200μm
0 à 10	0,48	0,82	0,05	10,32	4,05	13,78	7,15	4,59	31,43	25,84	17,21
10 à 30	0,44	0,75	0,04	10,23	3,71	13,32	8,71	4,61	32,59	23,49	17,27
30 à 95	0,41	0,71	0,04	10,17	3,64	1,49	6,44	4,96	35,44	29,72	21,96

Les états de surface des sols de l'ensemble de ces deux sites sont dominés, soit par des croutes lisses, soit par des éléments grossiers qui augmentent la rugosité du sol mais caractéristiques des sols dégradés par l'érosion hydrique. De ce fait pour restaurer ces types de sol, la technique des demi-lunes peut contribuer à restaurer la fertilité des sols en améliorant le taux des nutriments, en réduisant le ruissèlement et en augmentant l'infiltration et la capacité de stockage de l'eau.

3.2 EFFETS DES DEMI-LUNES SUR LES CARACTERISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES SOLS DES DIFFERENTS COMPARTIMENTS DE L'OUVRAGE SELON L'UNITE DE PATEAU

Le suivi des caractéristiques physico-chimiques des sols effectué au niveau des différents compartiments (parties) de la demi-lune à savoir l'impluvium, le zaï, la cuvette sur deux campagnes (2021 et 2022) présente une évolution des différents paramètres étudiés selon l'unité de plateau.

3.2.1 OUVRAGES CREUSES SUR LE HAUT PATEAU DE GOUBEY

Les résultats des analyses des échantillons consignés dans le Tableau 4 montrent que le taux de matière organique a connu une évolution au niveau des différents compartiments de la demi-lune (zaïs et cuvettes sédimentées), par rapport au niveau initial représenté par l'impluvium qui constitue le témoin. Le rapport C/N est quasi-constant au niveau de toutes ces unités. Quant au pH, il a évolué de l'état d'acidité au niveau de l'impluvium (témoin) vers la neutralité au niveau des Zaïs et dans les cuvettes sédimentées. La texture sablo-limoneuse au niveau de l'impluvium a évolué vers une texture limono-sableuse dans

les Zaïs après deux campagnes et des cuvettes sédimentées. Cette amélioration des caractéristiques physico-chimiques permet de créer un milieu favorable aux développements des cultures, des ligneux et espèces herbacées.

Tableau 4. Evolution des paramètres physico-chimiques du sol au niveau des différents compartiments de la demi-lune sur le plateau de Goubey

Compartiments de l'ouvrage	Carbone organique total	Matière organique totale	Azote total	C/N	pH eau	Argiles	Limons fins	Limons grossiers	Sables fins	Sables moyens	Sables grossiers
	%				1/2,5	< 2µm	2 µ à 20µm	20 à 50µm	50 à 200µm	200 à 500µm	> 500µm
<i>Impluvium</i>	0,47	0,81	0,05	10,30	4,22	10,37	8,89	4,94	28,59	28,18	19,04
<i>Zaïs après une campagne</i>	0,60	1,03	0,06	10,53	6,53	4,51	5,01	3,51	25,00	37,11	24,85
<i>Zaïs après deux campagnes</i>	0,51	0,89	0,05	10,39	6,20	8,16	4,92	4,45	21,62	31,43	29,41
<i>Cuvette après une campagne</i>	0,28	0,48	0,03	9,65	5,83	10,35	3,45	2,96	22,02	33,92	27,30
<i>Cuvette après deux campagnes</i>	0,65	1,13	0,06	10,60	5,32	9,81	5,88	3,43	25,21	34,36	21,30

3.2.2 OUVRAGES CREUSES SUR LE BAS PLATEAU DE SINSAN

Les résultats des analyses physico-chimiques des échantillons du sol, prélevés au niveau des différents compartiments de la demi-lune, présentés dans le Tableau 5, montrent que le taux de matière organique a considérablement évolué après une campagne au niveau des Zaïs (3,50%) par rapport à l'impluvium (témoin) avant de s'abaisser après la deuxième campagne. Au niveau des tranchées sédimentées, on observe une augmentation du taux de matière organique de la première à la deuxième campagne. Le rapport C/N, a également évolué de l'impluvium aux Zaïs. Quant au pH, il a évolué de l'état d'acidité au niveau de l'impluvium (témoin) vers la neutralité au niveau des Zaïs et dans les tranchées sédimentées après deux campagnes. La texture reste sable limoneuse sur l'ensemble du profil. L'amélioration du taux de matière organique contribue à l'amélioration de la disponibilité des éléments nutritifs et à l'amélioration de la structure de ce sol.

Tableau 5. Evolution des paramètres physico-chimiques du sol au niveau des différents compartiments de la demi-lune sur le bas plateau de Sinsan

Compartiments de l'ouvrage	Carbone organique total	Matière organique totale	Azote total	C/N	pH eau	Argiles	Limons fins	Limons grossiers	Sables fins	Sables moyens	Sables grossiers
	%				1/2,5	< 2µm	2 à 20µm	20 à 50µm	50 à 200µm	200 à 500µm	> 500µm
<i>Impluvium</i>	0,48	0,82	0,05	10,32	4,05	13,78	7,15	4,59	31,43	25,84	17,21
<i>Zaïs après une campagne</i>	2,03	3,50	0,18	11,15	6,08	14,62	5,85	3,41	22,27	27,59	26,26
<i>Zaïs après deux campagnes</i>	1,34	2,30	0,12	11,00	5,13	10,55	9,08	4,42	23,38	28,77	23,80
<i>Cuvette après une campagne</i>	0,40	0,69	0,04	10,12	4,48	12,11	11,15	2,91	21,13	27,02	25,68
<i>Cuvette après deux campagnes</i>	0,96	1,65	0,09	10,85	5,00	9,73	10,21	10,70	25,74	27,64	15,98

Tous les compartiments des ouvrages réalisés et amendés avec du fumier (zaïs) ou avec les sédiments apportés (cuvettes) au cours des années de fonctionnement, ont connu une amélioration de leurs caractéristiques physico-chimiques de leur sol sur l'ensemble des sites. Le taux de matière organique très bas au niveau des impluviums (témoin) ont connu une amélioration

au niveau des différentes parties de la demi-lune notamment les zais et les cuvettes sédimentées. Le pH généralement acide au niveau des impluviums a évolué vers la neutralité au niveau de la demi-lune. Au niveau de ces unités, la texture semble devenir équilibrée et favorable à la rétention et la circulation des éléments nutritifs au niveau des horizons de surface, exploitables par les systèmes racinaires.

3.3 EFFETS DES DEMI-LUNES SUR L'AMELIORATION DE L'INFILTRATION SUR LES DIFFERENTS COMPARTIMENTS DE L'OUVRAGE SELON LES UNITES DE PLATEAU

Sur chaque unité paysagère, et au niveau de différents compartiments de la demi-lune (Impluvium, Zais, cuvettes) des tests d'infiltration ont été effectués à la réalisation des ouvrages, après une et deux saisons des pluies.

3.3.1 EFFETS DES DEMI-LUNES SUR L'AMELIORATION DE L'INFILTRATION DANS LE SOL DE PLATEAU DE GOUBEY

Les tests d'infiltrations effectués selon l'intervalle de temps (5 minutes), au niveau des différents compartiments de la demi-lune notamment l'impluvium, le zai et la cuvette, présentent une évolution de la vitesse d'infiltration ainsi que celle de la quantité d'eau infiltrée par unité de temps.

L'analyse de la Figure 7 montre que la vitesse d'infiltration varie selon les compartiments de l'ouvrage et avec la durée de fonctionnement (âge) de l'ouvrage. En effet, la vitesse d'infiltration, relativement plus importante au début du test pour l'ensemble des compartiments même si elle demeure très faible sur l'impluvium et le zai après confection par rapport aux autres parties de la demi-lune, diminue et se stabilise après 20 à 25mn d'infiltration. La Figure 7a montre que la vitesse d'infiltration (surtout en début de test) dans le zai augmente nettement avec la durée de fonctionnement de l'ouvrage. Quant à la Figure 7b, elle indique que la quantité d'eau infiltrée (en mm par heure sur une surface d'un m²) est plus importante sur les compartiments subissant la sédimentation (zai et cuvette) que sur l'impluvium.

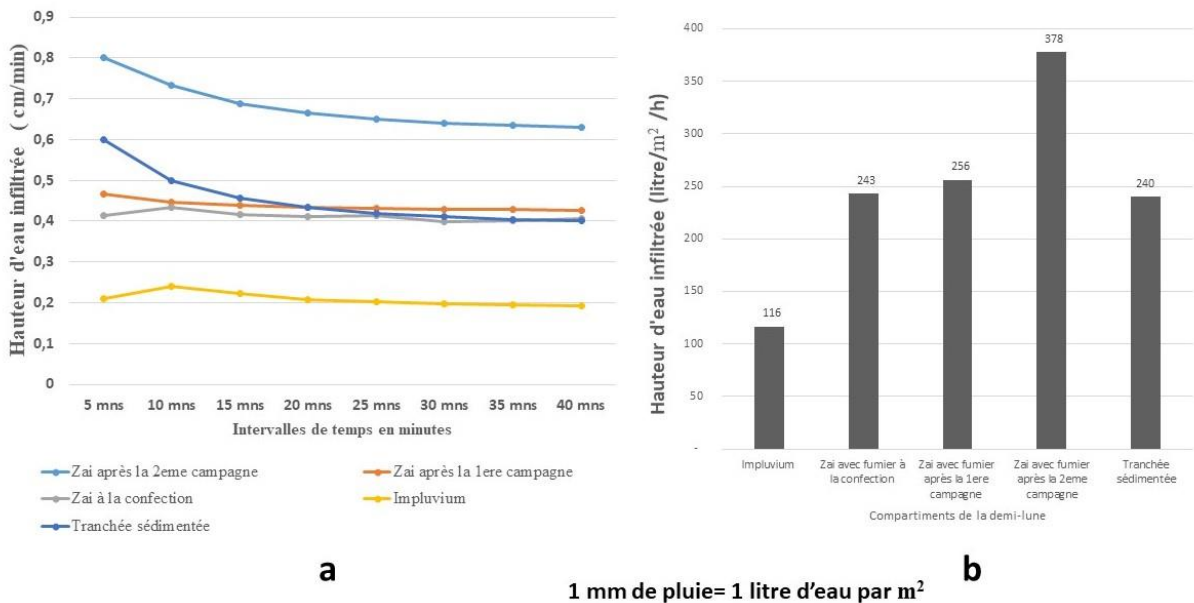


Fig. 7. Evolution de la vitesse d'infiltration sur le plateau de Goubey selon les compartiments de la demi-lune et l'âge de l'ouvrage

3.3.2 EFFETS DES DEMI-LUNES SUR L'AMELIORATION DE L'INFILTRATION SUR SOL DE BAS PLATEAU DE SINSAN

Trois tests d'infiltration ont été effectués à diverses périodes à savoir à la confection des ouvrages, après la première campagne et après la deuxième campagne. Les différents compartiments de la demi-lune à savoir l'impluvium, le zai et la cuvette ont été l'objet de ces tests (Figure 8).

Le résultat consigné dans la Figure 8 montre que la vitesse d'infiltration ainsi que la quantité d'eau infiltrée varient en fonction des compartiments et de la durée de fonctionnement de l'ouvrage après confection. La Figure 8 (a), montre que la vitesse d'infiltration diminue toujours plus élevée en début de test l'ensemble des compartiments de l'ouvrage diminue avec

la durée du test. Le résultat montre aussi que la quantité d'eau infiltrée est toujours plus importante dans les zaïs et ensuite dans la cuvette que dans les autres compartiments pour des périodes similaires de fonctionnement de l'ouvrage.

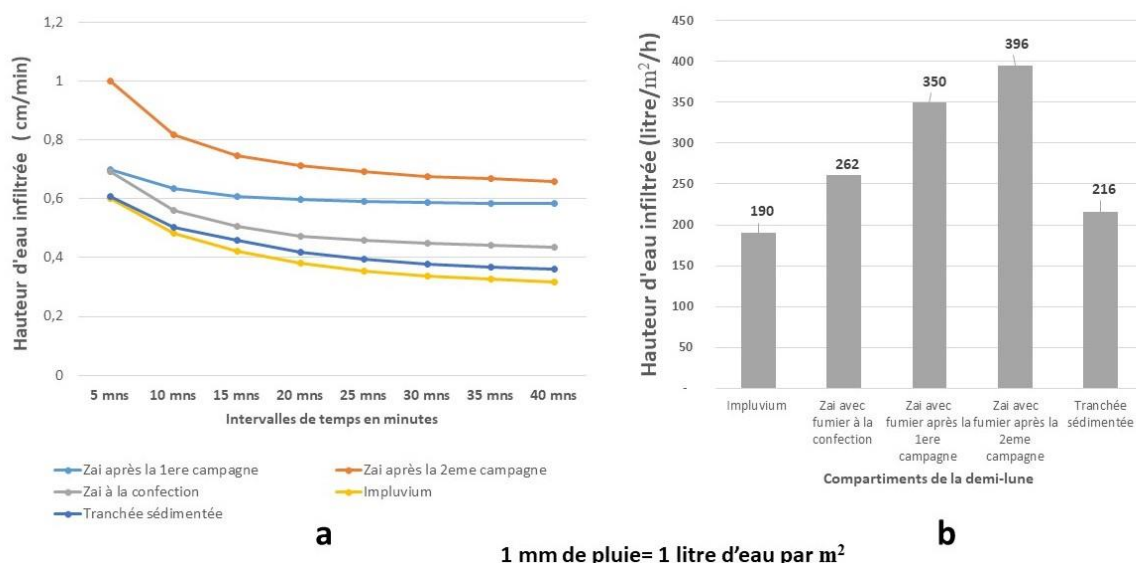


Fig. 8. Evolution de l'infiltration sur le bas plateau de Sinsan, selon les compartiments de la demi-lune et selon la durée de fonctionnement de l'ouvrage

4 DISCUSSION

CARACTÉRISTIQUES MORPHO PÉDOLOGIQUES DES UNITÉS PAYSAGÈRES

Les caractéristiques du plateau de Goubey (Figure 5) sont proches de celles des plateaux cuirassés de Banizoumbou décrites par [5] qui stipule que « les plateaux cuirassés sur lesquels se développent des sols peu épais (de 35 à 60 cm), très graveleux à partir de 20 centimètres de profondeur et relativement riches en argile de type kaolinite (15 à 45 %) ». Ces résultats sont conformes également à la description des sols de plateaux faite par [11] qui montre que « La majorité des sols des plateaux se sont développés sur des grès ferrugineux du Continental Terminal. En général, ces sols sont peu profonds. Sous une épaisseur ne dépassant que rarement les 100 cm s'étend une dalle de grès alvéolée ».

EFFETS DES DEMI-LUNES SUR LES CARACTÉRISTIQUES PHYSICO-CHIMIQUES DES SOLS DES COMPARTIMENTS DE L'OUVRAGE SELON LES UNITÉS DE PLATEAUX

La diminution du taux de matière organique avec la profondeur du profil observée peut être liée à la faible incorporation des débris végétaux et des déjections des animaux contribuant probablement à la réduction l'acidité dans l'horizon de surface.

L'amélioration du taux de matière organique observée au niveau des Zaïs après une campagne est probablement liée à l'apport de la fumure organique effectué à la réalisation de l'ouvrage et au piégeage des débris végétaux par les Zaïs, ce dernier phénomène ayant aussi l'amélioration de la teneur en matières organiques observée dans les cuvettes sédimentées. Cet aspect a été rapporté par [2] qui stipule que: « Grâce à la matière organique apportée dans les ouvrages et à la sédimentation des particules transportées par l'eau et le vent, on observe une reconstitution des propriétés physico-chimiques du sol. Cette sédimentation est non seulement favorisée par le rôle de piège joué par les trous des ouvrages (zaïs, cuvettes, etc.) mais aussi par les espèces végétales (herbacée et ligneuse) croissant dans l'ouvrage ». Les taux moyens de matière organique obtenus au niveau des Zaïs après une campagne varient entre 1,03 à 3,5%, nettement supérieurs à ceux obtenus par [13] qui varient entre 0,5 à 1% dans les ouvrages de 2017 et 2016. La diminution du taux de cette matière organique après la deuxième campagne serait liée à sa minéralisation ce qui a permis de libérer les éléments nutritifs pour les cultures.

Quant à l'amélioration de l'état du pH d'extrêmement à légèrement acide, elle peut être liée à l'augmentation du taux de matière organique observée dans les Zaïs. Ce résultat corrobore ceux obtenus par [13] qui stipule que « les sols des sites de

Dargué (Chadakori) ont un pH < 6,5 donc sont légèrement acides » et par [18] qui affirme que « les propriétés chimiques du sol ont connu des améliorations sensibles et le pH a atteint une valeur avoisinant 6,5 dans les poquets de zaï ».

EFFETS DES DEMI-LUNES SUR L'AMÉLIORATION DE L'INFILTRATION SUR LES DIFFÉRENTS COMPARTIMENTS DE L'OUVRAGE SELON LES UNITÉS DE PLATEAUX

L'augmentation de la vitesse d'infiltration observée sur les sols des plateaux et au niveau des différents compartiments de la demi-lune, est liée à l'amélioration des propriétés physiques et chimiques du sol, notamment le taux de matière organique, la structure poreuse créée par le développement de l'activité biologique, qui évoluent avec le temps dans les Zaïs et la cuvette de l'ouvrage. Cette hypothèse est appuyée par les travaux de [9] et [12] qui lient l'amélioration sensible de la vitesse d'infiltration à l'amélioration de la porosité du sol due l'activité biologique (termites, racines des végétaux) crée dans ces compartiments de l'ouvrage. Selon les résultats obtenus par [19] dans le bassin Tleta au nord-ouest du Maroc: « La teneur en matière organique du sol est fortement corrélée à l'infiltration finale ». La faible vitesse d'infiltration observée dans la cuvette est due au fait que le test effectué juste à la confection de l'ouvrage a été fait sur la dalle cuirassée atteinte à 40 cm de profondeur ». Ce résultat corrobore celui obtenu par Karim (2001) cité par [14] qui stipule que la présence de la dalle à 50 cm de profondeur et souvent à 30 et 40 cm sur les plateaux latéritiques, limiterait considérablement l'infiltration. L'amélioration de la vitesse d'infiltration observée au niveau de la cuvette après sédimentation est liée à l'accumulation des sédiments riches en éléments fins et autres débris végétaux piégés, qui ont favorisé le développement d'une nouvelle couche de sol meuble à texture plus équilibrée. Quant à la faible vitesse d'infiltration observée sur l'impluvium, elle serait probablement liée à l'état de surface (croutes d'érosion) qui rend le sol imperméable. Plusieurs écrits ont confirmé cette hypothèse, dont celui de [17] qui stipule que: « les croûtes altèrent fortement les propriétés des sols en réduisant leur capacité d'infiltration ». Les travaux de [3] indiquent également que « le développement des croûtes implique une stratification verticale du sol et une faible infiltration, de l'ordre de 10 mm/h sur la croûte ». D'après la référence [15]: « la formation d'une croûte à la surface du sol aurait tendance à « sceller » la surface, nuisant ainsi l'infiltration de l'eau ».

5 CONCLUSION

Les résultats de cette étude ont fait ressortir les effets des demi-lunes sur l'amélioration des caractéristiques physico-chimiques du sol. En effet les analyses des échantillons du sol ont montré que l'implantation des demi-lunes peut contribuer à l'amélioration du taux de matière organique total du sol, le pH et l'azote total, dont le maintien serait conditionné par un apport régulier des fumures organiques. Les tests d'infiltration ont également prouvé que les demi-lunes ont un rôle important à jouer dans l'amélioration de l'infiltration, la réduction du ruissellement et le captage et piégeage d'une quantité importante des sédiments. Il est également important de relever que ces effets des demi-lunes sont appréciés différemment selon la typologie du sol c'est-à-dire la nature de l'unité paysagère traitée. La technique de demi-lune multifonctionnelle peut être utilisée dans la lutte contre l'érosion à travers compartiments de l'ouvrage (les cuvettes et les zaïs) qui contribuent à l'amélioration de l'infiltration, le piégeage des sédiments et des débris organiques.

CONFLITS D'INTERETS

Les auteurs déclarent qu'il n'existe aucun conflit d'intérêts entre eux.

CONTRIBUTIONS DES AUTEURS

Seidou Ousmane Idrissa et Tidjani Adamou Didier ont rédigé le manuscrit.

Ambouta Karimou Jean-Marie a contribué à la correction et à l'amendement du manuscrit.

REMERCIEMENTS

Les auteurs adressent leurs sincères remerciements au Programme Alimentaire Mondial (PAM) et à l'ONG Garkua pour leurs soutiens financiers dans le cadre de la réalisation de cette étude.

REFERENCES

- [1] Abdoulaye T., Amoukou, I.A., Baoua, I., et Dan Lamso, N., 2006. Impacts des investissements dans la gestion des ressources naturelles (GRN) au Niger. Rapport de synthèse 1. Niamey, Niger: UAM, p. 65.
- [2] Abdou, M O., 2018. Effets des travaux de récupération des terres sur la résilience des communautés dans le secteur de Darey, commune de Tondikiwindi/Ouallam. Mémoire de fin de cycle. Niamey, Niger: Université UAM de Niamey, p. 95.
- [3] Abdou, M., 2020. Caractéristiques de l'encroûtement des sols et ses conséquences socio-environnementales dans la Région de Tillabéri (Niger) ', p. 17.
- [4] Antoine D., d'Yves F., Marcel B., Carole C. et Cécile R., 2008. Guide pour la description et l'évaluation de la fertilité des sols. Chambre d'agriculture, TARN, p. 37.
- [5] Ambouta, J.M K., 1996. Jachères et croûtes d'érosion au Sahel', VOL. 7 (no4, décembre 96), pp. 7; 269–75.
- [6] CNEDD (Conseil National de l'Environnement pour un développement durable), 2018. Processus de définition des cibles de neutralité en matière de dégradation des terres. Rapport final du programme de définition des cibles de NDT. Rapport final de programme 1. Niamey, Niger: MHE/LCD, p. 48.
- [7] D'Herbès, J.-M., Ambouta, J.-M.K. and Peltier, R., 1997. Evolution de la végétation spontanée sur plateaux latéritiques traités par des travaux anti-érosifs dans le département de Dosso (Niger) ', in Fonctionnement et gestion des écosystèmes forestiers contractés sahéliens. John Libbey Eurotext. Paris (John Libbey Eurotext), pp. 235–246.
- [8] Djabri H-H., Maman M-A. et Zoubeirou A- M., 2020. Caractérisation du sol du site dégradé de Sakey koira Tegui au Niger pour un meilleur reboisement avec *Acacia senegal*. Int. J. Biol. Chem. Sci. 14 (4): 1470-1478. <https://doi.org/10.4314/ijbcs.v14i4.24>.
- [9] Dosso K. et Kone F., 2016. Influence de l'activité des termites sur les propriétés du sol dans la région de Lamto (Côte d'Ivoire): mesure de la vitesse d'infiltration de l'eau et de la quantité de matière organique en conditions expérimentales. Journal of Applied Biosciences 105: 10203 –10214. <http://dx.doi.org/10.4314/jab.v105i1.16>.
- [10] Framework, the L.D.S. (2018) 'Guide de Terrain', p 14.
- [11] Guéro, Y. and Michel, E., 2000. Conservation et gestion des eaux et des sols au Niger: durabilité écologique du système de production agricole nord-sahélien. Rapport d'étude 1. Niamey, Niger: Université UAM de Niamey, p. 122.
- [12] Kaboré, TV-R., 2016. Humidités caractéristiques et rendements des sols du site expérimental de Tougou. Mémoire de fin de cycle 2. Burkina Faso: 2iE, p. 48.
- [13] Kanfo, MS., 2018. Effets des demi-lunes sur la restauration écologique des terres dégradées du village de Dargué (Chadakori). Mémoire de Master. Niamey, Niger: UAM, p. 100.
- [14] Laminou MO., Amani, A., Dan Guimbo, I., Rachidi, AH. et Mahamane, A., 2020. Impacts des banquettes dans la récupération des terres dégradées au Niger', Journal of Applied Biosciences, 151, pp. 15510–15529. Available at: <https://doi.org/10.35759/JABs.151.1>.
- [15] Ritter, J., 2012. L'érosion du sol-Causes et effets. COMMANDE NO 12-054 AGDEX 572/751, p. 8.
- [16] Roose, E., Blancaneaux, P. and Freitas, P.L., 1993. Un simple test de terrain pour évaluer la capacité d'infiltration et le comportement hydrodynamique des horizons pédologiques superficiels : méthode et exemples', p. 7.
- [17] Valet, S., Coustumer, P.L. and Motelica-Heino, M., 2008. Rôle de l'encroûtement superficiel des sols sur leur fonctionnement hydrique : Conséquences hydrologiques et hydro-pédologiques', p. 9.
- [18] Yaméogo, J.T., Somé, A.N., Mette, A. L., Hien, M. et Nacro, H.B., 2013. Restauration des potentialités de sols dégradés à l'aide du zaï et des cordons pierreux à l'Ouest du Burkina Faso, p 7'.
- [19] Zaher, H. Zouhri, M., Benjelloun, H., Chikhaoui, M., Naimi, M., et Sabir M., 2021. Impact du changement de l'occupation des sols sur l'érosion hydrique et le comportement hydrologique des sols: Cas du bassin Tleta au nord-ouest du Maroc', p. 8.