



Ministère
de l'Environnement et de la
Lutte Contre la Désertification

Ministère
de l'Agriculture

Ministère
de l'Elevage

RECUEIL DES FICHES TECHNIQUES DE BONNES PRATIQUES DE GESTION DURABLE
DES TERRES (GDT) AU NIGER

TOME 1

Techniques mécaniques de Conservation des Eaux et des Sols/Défense et Restauration des Sols



EDITION 2022



P R E F A C E

Depuis des décennies, le Niger est confronté à des nombreux défis de développement économique et social dont celui de satisfaire aux besoins alimentaires et nutritionnels d'une population en perpétuel croissance dans un contexte caractérisé par des sécheresses récurrentes dues aux variabilités et changements climatiques. En effet, le Niger est situé au cœur de la zone sahélienne, aux portes du grand Sahara où l'aridité du climat combinée aux pressions démographiques, favorisent le processus de la désertification et de la dégradation des terres liée aux pratiques peu respectueuses de l'environnement.

Il ressort des études récentes que les pertes en terres arables du fait essentiellement des changements d'affectation des terres se situent autour de **100 000 ha par an**, au plan national. Les déséquilibres écologiques qui en résultent entraînent la baisse de la productivité des terres, qui à son tour génère des déficits alimentaires et fourragers chroniques.

Au regard de cette situation, il est apparu nécessaire de repenser les pratiques d'utilisation et d'exploitation des ressources naturelles (terre, eau, végétation), en vue de les adapter au contexte du moment et créer ainsi les conditions de productions agro-sylvo-pastorales à même de booster l'économie nationale.

C'est dans cette optique que mon département ministériel, en collaboration avec les autres ministères du secteur rural, a lancé, en Avril 2020, un processus participatif, itératif et inclusif d'actualisation et d'enrichissement des fiches techniques de bonnes pratiques de Gestion Durable des Terres. In fine, il s'agira de doter les acteurs intervenant dans le secteur rural, qu'ils soient techniciens de développement, producteurs, chercheurs et autres praticiens, d'un outil de travail répondant au besoin de mise en œuvre du concept de l'Agriculture Intelligente face au Climat (AIC).

Elaboré grâce à l'appui technique et financier du Programme Alimentaire Mondial (PAM) dans le cadre de sa collaboration avec mon département ministériel, le présent Recueil des fiches techniques de bonnes pratiques de la gestion durable des terres (GDT) au Niger, résulte d'une étude conduite par un groupe d'experts nationaux supervisés par un Comité Technique et Scientifique. Il vient ainsi en support pour l'exécution, dans les règles de l'art, des activités de récupération des terres, de maîtrise de l'eau, d'agroforesterie, de gestion des écosystèmes aquatiques, de promotion d'une meilleure gouvernance des ressources naturelles, d'amélioration de la résilience des communautés et des écosystèmes face aux effets néfastes des changements climatiques ; et de la fourniture d'un Conseil agricole lié à l'agroécologie.

Au demeurant, je suis convaincue que cet outil pratique, à usage multidimensionnel aidera de manière efficace dans l'exécution des plans, programmes et projets qui concourent à la mise en œuvre des politiques et stratégies nationales dans le secteur rural, notamment la Stratégie de Sécurité Alimentaire et Nutritionnelle et le Développement Agricole Durable, ou Initiative 3N « les Nigériens Nourrissent les Nigériens ».

J'invite donc tous les utilisateurs de ce Recueil à en faire grandement usage, parce que persuadée qu'il aidera à réduire les affres de la sécheresse et de la désertification et contribuer ainsi à l'amélioration des productions rurales dans notre pays.

MADAME GARAMA SARATOU RABIOU INOUSSA
Ministre de l'Environnement et de la Lutte Contre la Désertification



PREFACE

Le Niger dispose d'un important potentiel en ressources naturelles, lesquelles sont malheureusement caractérisées par une forte dégradation causée par des processus naturels eux-mêmes, mais aggravés par le changement climatique et les activités anthropiques comme l'extension anarchique des superficies agricoles et des pratiques culturales non adaptées à l'évolution des conditions du milieu, qui ont accentué les phénomènes d'érosion avec comme conséquence une dégradation de la qualité et productivité des sols. Selon une estimation du ministère de l'Environnement, le Niger perd chaque année en moyenne 100 000 hectares de terres productives.

En 2021, la population du Niger était estimée à plus de 24 millions d'habitants, près de 85% vivant en milieu rural et dont plus de 80% dépend des ressources naturelles pour subvenir à ses besoins. Endiguer la dégradation des terres - une des priorités du PDES 2022-2026 du gouvernement du Niger – permettra une meilleure résilience des sols, l'atténuation et l'adaptation aux effets du changement climatique, le renforcement des filières agro-sylvo-pastorales et halieutiques et de la sécurité alimentaire, de nouvelles opportunités d'emplois notamment des jeune, et contribuera aux efforts en faveur de la cohésion sociale et de la paix.

Ainsi, pour renverser la tendance de dégradation des sols, le Niger s'est fixé comme objectif depuis 2015, de restaurer 3 000 000 d'hectares à l'horizon 2030. Annuellement, le PAM contribue à plus de 15% de cet objectif (40 000 hectares récupérées par le PAM en 2022 uniquement) et souhaite accentuer cet effort avec le gouvernement et les partenaires, à une échelle sans précédent pour relever les défis du développement et de la lutte contre la pauvreté. La restauration des ressources naturelles constitue un axe majeur et central de l'approche résilience multisectorielle du PAM au Niger tel que reflété dans le Plan Cadre de Coopération des Nations Unies 2023-2027.

L'objectif de restauration des sols n'est pas que quantitatif, il est aussi qualitatif : le Niger doit pouvoir compter sur des activités de restauration des sols à l'échelle mais qui soient efficaces et durables.

Ainsi, ce nouveau recueil technique qui fait la synthèse des recueils existants et surtout la mise à jour des différentes techniques et technologies prenant en compte le changement climatique, contribuera à assurer la qualité de la mise en œuvre des interventions de restauration des terres, capitaliser sur les expériences et apporter des réponses aux différentes lacunes ou insuffisances.

Ce recueil technique est le résultat d'un travail rigoureux et inclusif (services techniques centraux et régionaux des ministères techniques, universités, Nations Unies, ONGs, instituts de recherches, communautés, etc.), sous la supervision des comités technique et scientifique coordonnés par le Ministère de l'Environnement et de la Lutte contre la Désertification. Le comité des consultants, quant à lui, a été coordonné par le Pr Jean-Marie AMBOUTA.

Le présent recueil technique financé par le PAM, est un outil offert à tous les acteurs qui œuvrent dans le développement rural au Niger, mais aussi d'autres pays du Sahel présentant les mêmes conditions pédoclimatiques. Sa prochaine digitalisation sur un site web permettra une exploitation plus large et toujours plus efficace de son contenu, au niveau national et international. Des versions en langues locales seront une prochaine étape clé pour une plus grande appropriation et utilisation.

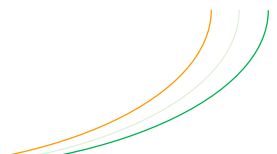
Enfin, je souhaite adresser mes sincères remerciements à toutes celles et tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce recueil technique, sous le leadership de Mme Garama Saratou Rabiou Inoussa, Ministre de l'Environnement et de la Lutte contre la Désertification au Niger, que nous remercions vigoureusement pour sa vision, son leadership et engagement sur ces enjeux.

Jean-Noel Gentile, Représentant et Directeur Pays du PAM Niger



TOME 1 :

Techniques mécaniques de Conservation des Eaux et des Sols/Défense et Restauration des Sols



I N T R O D U C T I O N

Pays enclavé et fragile sur le plan écologique, le Niger a une économie dont la structure est essentiellement basée sur son capital « terres et/ou ressources naturelles ». Malheureusement sous l'effet conjugué du climat et de l'action anthropique, ce capital subit une dégradation inquiétante mettant en péril le développement socioéconomique du pays

En effet, le Niger est confronté à des déséquilibres écologiques en partie responsables des déficits alimentaires chroniques du fait des effets combinés de la pression anthropique, du changement climatique et de la baisse de la productivité des terres. Ainsi, les ressources en terres se trouvent engagées dans un processus de dégradation, affectant durement les productions Rurales.

Dans ce contexte de faible résilience des sols et du couvert végétal, amplifiée par les sécheresses récurrentes observées depuis la fin des années 1960, par une tendance à la réduction généralisée de la pluviométrie avec des variabilités spatiotemporelles de plus en plus accrues et l'abandon par les populations des bonnes pratiques de gestion durable des terres, le Niger est devenu un pays où sévit l'insécurité alimentaire, la baisse de la fertilité des sols, la réduction de la biodiversité et la diminution des terres de culture.

La lutte contre les effets du changement climatique et la dégradation des terres est une priorité pour le Niger en raison de leurs effets dévastateurs sur les différents secteurs économiques et sociaux. Le Niger ambitionne de réaliser le développement durable en inscrivant son action dans le cadre des Objectifs de Développement Durable (ODD) qui vise à éliminer d'ici l'an 2030 la pauvreté sous toutes ses formes et éradiquer la faim. A ce titre, une attention particulière et soutenue est accordée l'ODD relative à la Neutralité en matière de Dégradation des Terres (NDT).

Solidaire du mouvement mondial pour la restauration des écosystèmes dans le cadre de la décennie des nations unies sur la restauration des écosystèmes (2021-2030) et la décennie des nations unies sur l'agriculture Familiale, le Niger a adhéré, opportunément, à l'Initiative Africaine de Restauration des Paysages Forestiers (AFR100) et à l'initiative de la Grande Muraille Verte (GMV) en souscrivant à un engagement de restaurer 3, 2 millions hectares de terres dégradées à l'horizon 2030. Pour y parvenir, plusieurs projets et programmes ont été mis en œuvre par le gouvernement avec le soutien de ses partenaires avec la réalisation de diverses pratiques de Gestion durable des terres (réhabilitation des terres dégradées, agroforesterie, fixation des dunes et gestion communautaire des forêts).

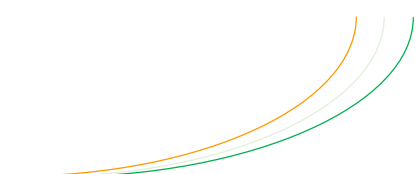
Au regard des enjeux liés à la restauration des terres et tenant compte de retour d'expérience en matière de pratique de gestion durable des terres, il est vite apparu l'impérieuse nécessité d'outiller les agents d'encadrement et des producteurs engagés dans les activités de restauration des terres agricoles, pastorales et forestières à travers notamment la mise à leur disposition d'un recueil de fiches techniques capitalisant les techniques et technologies éprouvées en la matière et prenant en compte les innovations technologiques.

C'est dans ce cadre que le Ministère de l'Environnement et de la Lutte Contre la Désertification (ME/LCD), en rapport avec d'autres départements ministériels notamment celui de l'Agriculture et de l'Elevage et le soutien du Programme Alimentaire Mondial (PAM), a engagé un processus de mise à jour des fiches techniques de bonnes pratiques de Gestion Durable des Terres.

Ce recueil élaboré par une équipe d'experts nationaux, sous le leadership de Professeur Ambouta Jean Marie Karimou et la supervision d'un comité Technique et Scientifique (CTS), est articulé autour de sept (7) thématiques à savoir :

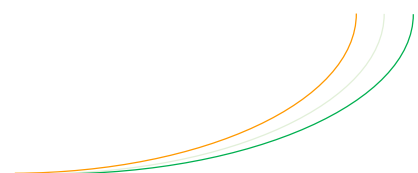
- Les approches de gestion durable des terres,
- Les techniques mécaniques de CES/DRS,
- Les techniques biologiques de CES/DRS,
- Les techniques agroforestières,
- Les Pratiques pastorales,
- Pratiques agricoles,
- Les pratiques de mobilisation des eaux et infrastructures rurales.

Le TOME 1 de cette œuvre présente les Techniques mécaniques de Conservation des Eaux et des Sols/Défense et Restauration des Sols (CES/DRS).



CONTENU

- 1.1. Niveau à eau
- 1.2. Corde à niveau
- 1.3. Compas à niveau
- 1.4. Zaï agricole
- 1.5. Demi-lune Agricole
- 1.6. Demi-lune Forestière
- 1.7. Demi-lune sylvopastorale
- 1.8. Demi-lune multifonctionnelle
- 1.9. Demi-lune multifonctionnelle agrosylvopastorale
- 1.10. Banquette forestière
- 1.11. Banquette sylvo-agricole
- 1.12. Banquette sylvopastorale
- 1.13. Tranchée Nardi
- 1.14. Tranchée de reboisement
- 1.15. Cordon pierreux
- 1.16. Muret en pierres



1.1. Le niveau à eau

Le niveau à eau est un instrument simple de mesure des différences de niveau avec un tuyau d'arrosage transparent et deux règles (jalons) graduées pour la détermination des pentes d'un terrain et d'implantation des courbes de niveau pour les travaux de nivellement et d'installation des ouvrages antiérosifs.



Utilisation du niveau à eau sur un site de récupération des terres dégradées

1. Objectifs

- Mesurer et déterminer la pente d'un terrain ;
- Matérialiser les courbes de niveau sur lesquelles seront implantés les ouvrages antiérosifs.

2. Contexte/Conditions du milieu

Un niveau à eau est construit en milieu paysan au moyen d'un long tuyau en plastique transparent d'environ 10 m et de deux règles graduées. Les règles sont constituées chacune d'un piquet en bois ou en fer bien rectiligne et d'un talon épais et plat qui permet de poser le piquet sur le sol sans qu'il ne se renverse (par exemple une boîte de conserve remplie de ciment ou un morceau de bois taillé). Les deux règles d'une hauteur de 1,5 à 2 mètres soutiennent les deux bouts du tuyau plastique. Celui-ci est fixé au moyen d'un fil de fer, d'une ficelle ou d'une attache.

3. Etapes de mise en œuvre

Amorçage du niveau :

On place les deux règles l'une à côté de l'autre, sur une surface bien plate de façon que les règles soient à la même hauteur. Un repère indélébile est inscrit sur l'une des règles à environ 1,5 m de hauteur. Ensuite, on remplit le tuyau par un bout avec de l'eau, jusqu'à ce qu'elle monte précisément au niveau de la marque de la 1^{ère} règle. A

ce moment, l'eau monte exactement au même niveau, le long de la 2^{ème} règle. On marque un trait indélébile qui sert également de repère sur la 2^{ème} règle. Avant chaque utilisation du niveau, il faut vérifier si le tuyau est correctement rempli, en posant les 2 règles l'une à côté de l'autre. Il se pourrait en effet que de l'eau se soit évaporée ou renversée, ce qui provoquerait des erreurs de mesure.

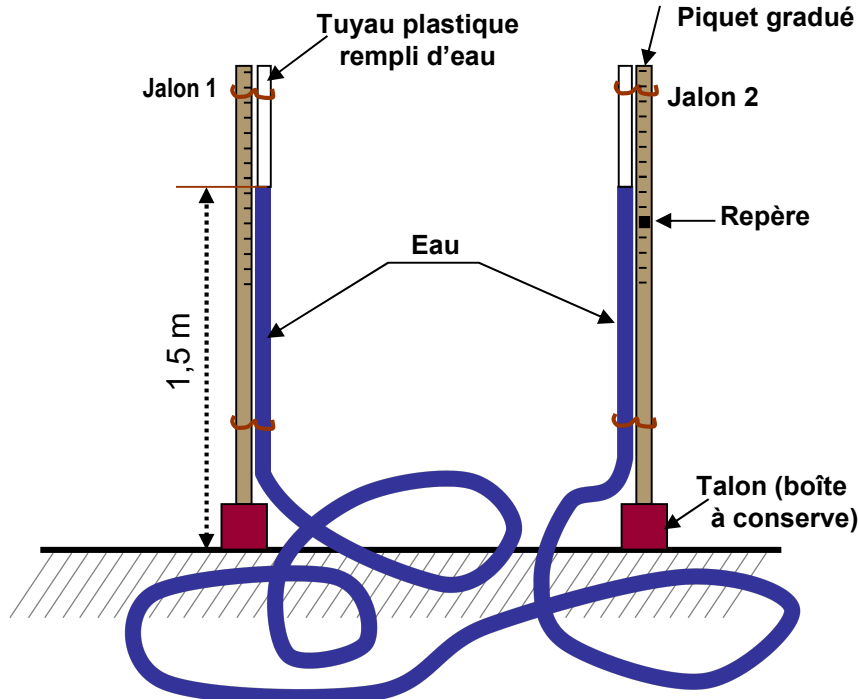


Illustration d'un dispositif de niveau à eau (Dr Sani M.A.)

Détermination et calcul de la pente :

- On place la 1^{ère} règle au point haut du terrain et la seconde au point bas. L'eau se déplace légèrement dans le tuyau, mais comme il y a communication entre les 2 bouts, elle se place exactement au même niveau des 2 côtés. La ligne qui rejoint les 2 sommets de l'eau dans le tuyau est donc horizontale. Par contre, les 2 repères ne sont plus au même niveau. Avec une réglette millimétrée, on mesure sur la 1^{ère} règle (située en haut) la distance entre le repère et le niveau de l'eau dans le tuyau. Connaissant le principe de cet instrument, il suffira de multiplier la valeur obtenue par 2 pour connaître la distance ou dénivelée (d) entre les 2 points du terrain.
- Pour calculer la pente, il faut mesurer la distance entre les 2 règles. La distance exacte dont il faut tenir compte est celle qui sépare (en hauteur) les 2 bouts de la colonne d'eau. En tendant une simple corde à nœuds, il est facile de connaître cette distance (D).
- La pente du terrain (P) en % = $(d/D) \times 100$.

Si la pente du terrain est longue, il faut mesurer les dénivelées et les distances intermédiaires entre le point haut et le point le plus bas. La pente moyenne du terrain sera alors calculée selon la formule :

$$\checkmark (P) \text{ en } \% = (\sum \text{Dénivelées intermédiaires} / \sum \text{Distances intermédiaires}) \times 100.$$

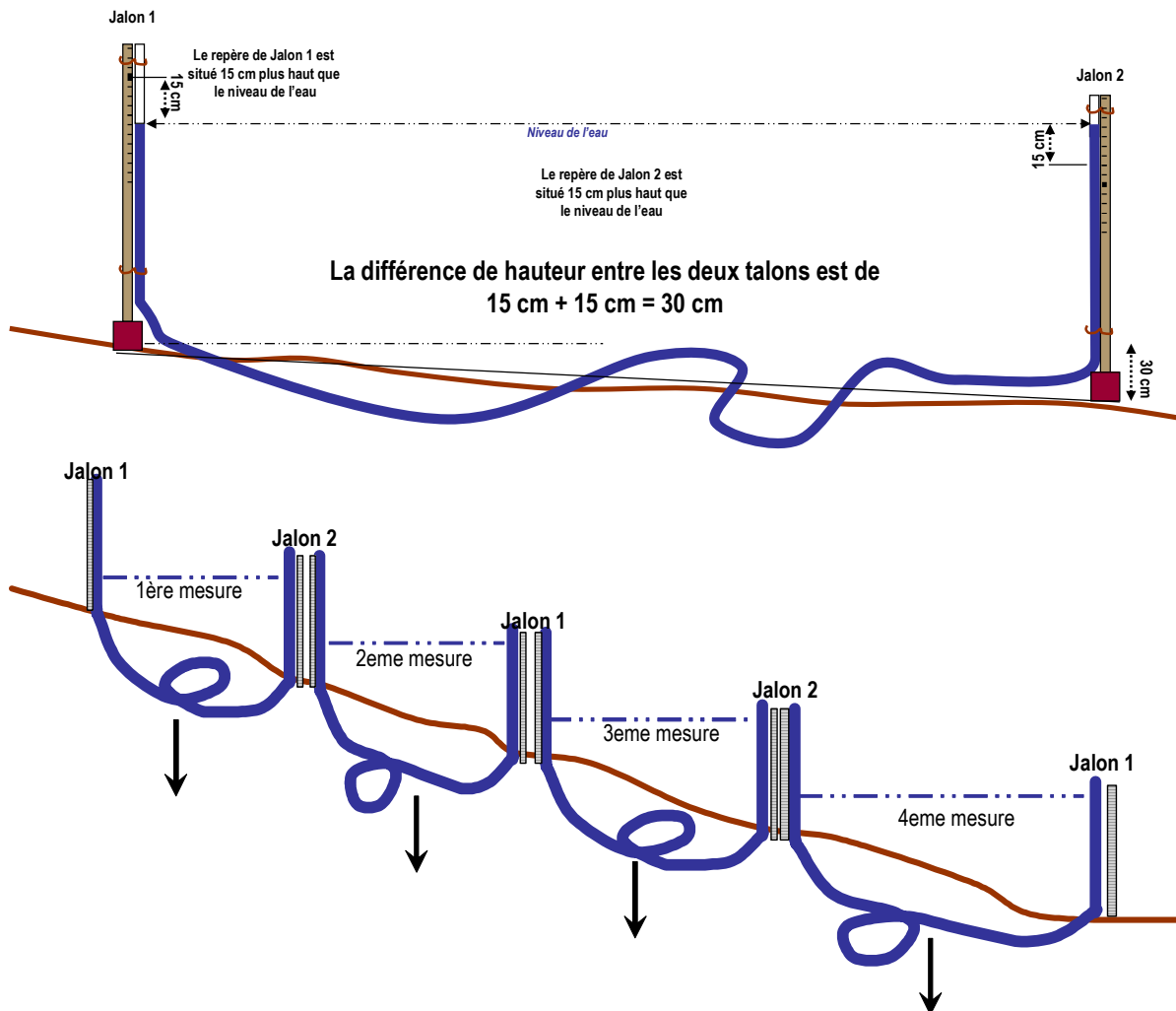
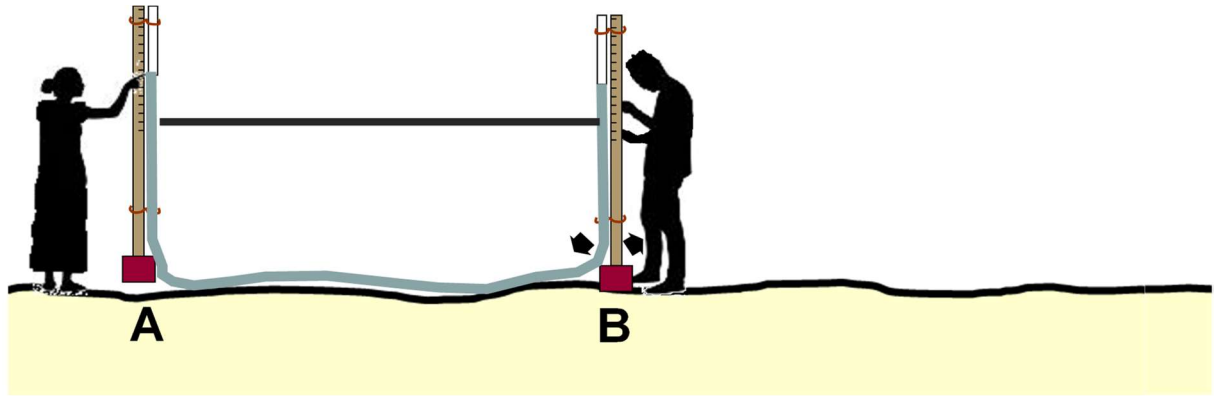


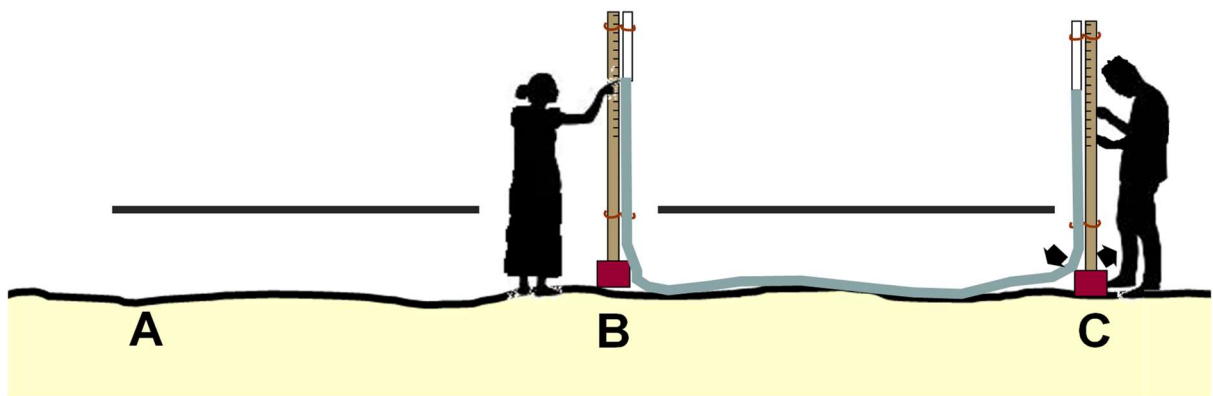
Illustration de mode d'utilisation du niveau à eau (Dr Sani M.A.)

Implantation des courbes de niveau :

- Placer la 1^{ère} règle au point (A) le plus haut du terrain où va passer la première courbe de niveau ;
- Déplacer latéralement et déposer la 2^{ème} règle à un endroit (en déplaçant la règle vers le haut ou vers le bas de la pente) tel que le niveau de l'eau se situe sur son repère (B) ;
- Enfoncer en cet endroit un piquet, ce qui marque le deuxième point par lequel passera la courbe de niveau ;
- Déplacer alors toutes les deux règles vers l'avant sur le prolongement des deux points marqués ;
- Déposer la 1^{ère} règle au deuxième point (B) à l'endroit du piquet de repérage alors que le porteur de la deuxième règle continue vers l'avant ;
- Déposer la 2^{ème} règle à un endroit (C) tel que le niveau de l'eau se situe sur son repère ;
- Enfoncer en cet endroit un piquet, ce qui marque le «3^{ème} point par lequel passera la courbe de niveau ;
- Répétez les opérations et continuer ainsi tout le long de la courbe de niveau jusqu'à l'extrémité du terrain à aménager ;



Lorsque le niveau d'eau est à la hauteur du repère dans le tuyau vertical, vous êtes au point B



Commencez la mesure suivante à partir du point B

Utilisation du niveau à eau (Illustration par Dr Sani M.A.)

- Tracer sur le sol une ligne reliant les différents piquets entre eux d'une extrémité à l'autre du terrain, ce qui matérialise la courbe niveau sur laquelle les ouvrages seront disposés.
- Procéder de même en partant d'un point sur la deuxième courbe de niveau située en aval et ainsi de suite jusqu'au bas du terrain à aménager.

NB : On ne pose pas les règles sur des objets, des pierres ou dans des trous ; il faut toujours fermer les bouts des tuyaux avant le déplacement et ouvrir au moment de la lecture.

4. Avantages et inconvénients/contraintes

Avantages	Inconvénients/contraintes
<ul style="list-style-type: none"> - Technique facilement maîtrisable par les paysans ; - Technique peu coûteuse ; - Technique utilisable même sur un terrain inégal ; - Matériaux en majorité accessible en milieu paysans ; - Permet d'implanter très rapidement des courbes de niveau ; - Offre une excellente précision. 	<ul style="list-style-type: none"> - Instrument très peu pratique à transporter ; - Risque de fuite d'eau ; - Nécessite deux personnes au moins.

5. Coûts de la technique

Coût du dispositif de niveau à eau

Investissement	Précisions	Coût total (FCFA)
Jalons	Deux règles en bois ou en fer	2.000
Tuyau transparent	10 m de tuyau transparent pour 1.500 F le m	15.000
Talon	Deux talons y compris ciment de fixation des règles	800
Corde	En nylon ou en fil de fer	500
Main d'œuvre pour conception	Graduation, encordage (1/2 h.j)	1 000
Total investissement	/-----/	19.300

6. Durée de vie

Un niveau à eau peut servir durant deux à trois campagnes successives de 5 mois chacune.

Références bibliographiques

- Jean-Louis C. et Hugues D., 1986. *Eau et terres en fuite. Collection « Métiers de l'eau du Sahel ».* 125 pages.
- Ministère du Développement Agricole (MDA), 2006. *Recueil des fiches techniques en gestion des ressources naturelles et de productions agro-sylvo-pastorales, Niamey, Niger, Programme d'Actions Communautaires (PAC).* 270 p.
- FAO. *La Topographie : Instruments topographiques.* (https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6707f/x6707f06.htm)

1.2. Corde à niveau

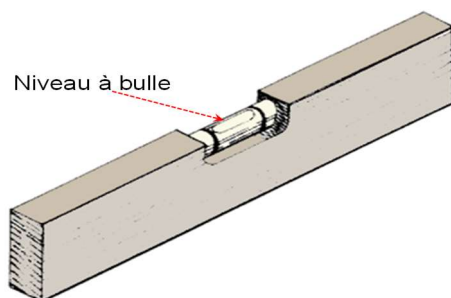
La corde à niveau est un instrument de détermination des pentes d'un terrain et d'implantation des courbes de niveau pour les travaux de nivellement et d'installation des ouvrages antiérosifs.

1. Objectifs

- Mesurer et déterminer la pente d'un terrain ;
- Matérialiser les courbes de niveau sur lesquelles seront implantés les ouvrages antiérosifs.

2. Contexte/Conditions du milieu

Une corde à niveau est construite en milieu paysan au moyen d'une ficelle de 20 m de long au milieu de laquelle est attaché un niveau de maçon, de piquets (ou mires) gradués d'une hauteur de 1,5 à 2 mètres chacun (en bois ou en fer bien rectiligne) munis d'un talon épais et plat qui permet de poser le piquet sur le sol sans qu'il ne se renverse ou qu'il s'enfonce dans le sol (par exemple une boîte de conserve remplie de ciment ou un morceau de bois taillé).



Niveau de maçon



La corde à niveau

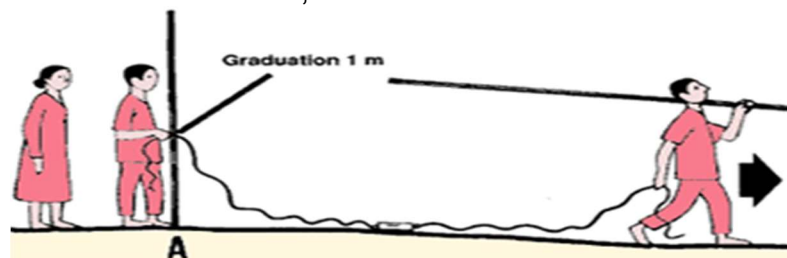
3. Etapes de mise en œuvre

➤ Montage du Niveau :

- Attacher / fixer la corde à chacun des piquets ;
- S'assurer que l'espacement entre les piquets est de 20 m ;
- Marquer le milieu de la corde à 10 m et y attacher le niveau de maçon.
- Les relevés seront effectués tous les 20 m à la fois.

➤ Détermination de la pente :

Placer le 1^{er} piquet (observateur arrière) au point haut du terrain à niveler (A) et positionner l'extrémité de la corde contre la graduation 1 m du piquet ; Descendre avec le 2^{ème} piquet gradué (observateur avant), une fiche de repérage et l'autre l'extrémité de corde et en suivant la direction de la ligne à niveler jusqu'à ce que la corde soit bien tendue ;

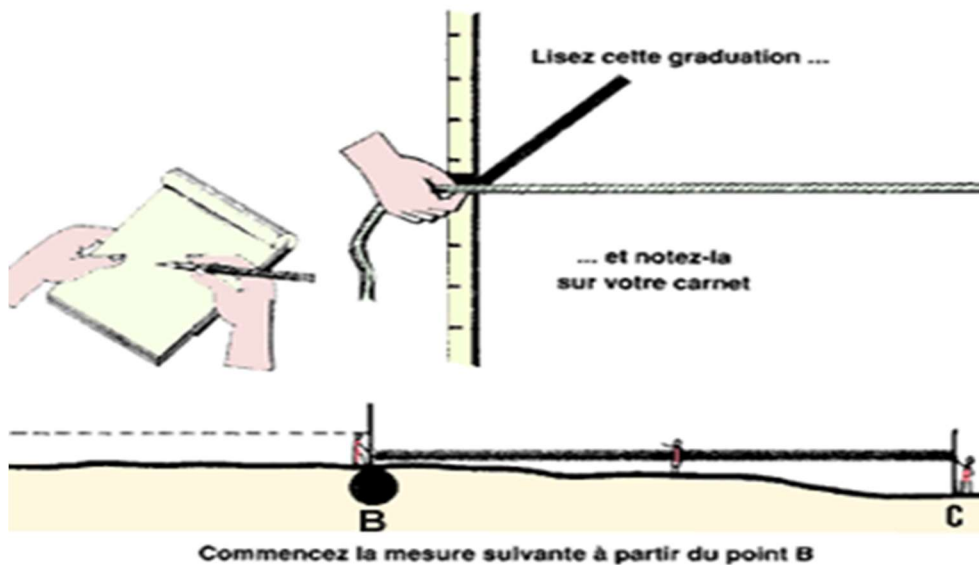


Installez une mire graduée au point de départ A

L'observateur placé au centre se tient entre les deux autres et observe le niveau de maçon ; il demande ensuite à l'observateur en bas de pente de déplacer l'extrémité de la corde vers le haut ou vers le bas sur le 2ème piquet jusqu'à ce que le niveau à bulle indique que la corde est horizontale ; Si nécessaire, l'observateur situé en haut de pente déplace également l'extrémité de la corde vers le haut ou vers le bas pour que le niveau de maçon ne touche pas le sol ;



Lire sur le 1^{er} et le 2^{ème} piquet la hauteur à laquelle se trouve l'extrémité de la corde et les noter soigneusement dans un tableau pour cette première station ; La différence de lecture entre les 2 piquets donne la dénivelée (d) entre ces points dont la distance (D) est de 20 m.



Marquer l'emplacement du 2^{ème} piquet par une fiche de repérage ; L'équipe avance le long de la ligne et répète les mêmes opérations ; Le piquet de l'amont doit être placé chaque fois au niveau de la fiche de repérage installée à l'emplacement du 2^{ème} piquet de la mesure précédente. Pour déterminer la pente du terrain (P), il faut mesurer les dénivelées et les distances intermédiaires entre le point haut et le point le plus bas. La pente moyenne du terrain sera alors calculée selon la formule :
(P) en % = $(\sum \text{Dénivelées intermédiaires} / \sum \text{Distances intermédiaires de 20 m chacune}) \times 100$.

➤ **Implantation des courbes de niveau :**

Placer les extrémités de la corde sur la même graduation contre les deux piquets (par exemple à 1 m) ;

Placer le 1^{er} piquet au point le plus haut du terrain (A) où va passer la première courbe de niveau ;

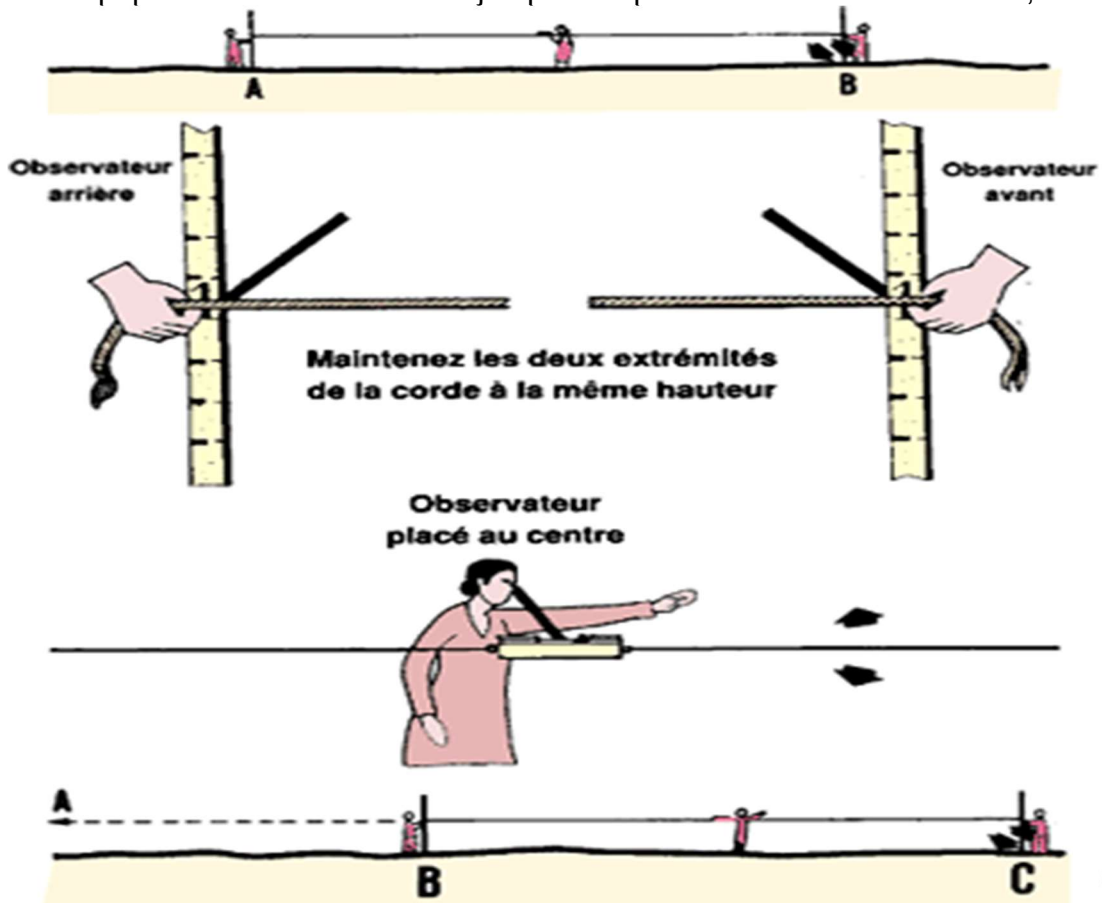
Déplacer latéralement le 2^{ème} piquet gradué avec une fiche de repérage et l'autre l'extrémité de corde et jusqu'à ce que la corde soit bien tendue ;

L'observateur placé au centre se tient entre les deux autres et observe le niveau de maçon ; il demande ensuite à l'observateur portant le 2^{ème} piquet de déplacer piquet vers le haut ou vers le bas de la pente, jusqu'à ce que le niveau à bulle indique que la corde est horizontale ;

Enfoncer en cet endroit une fiche de repérage, ce qui marque le deuxième point (B) par lequel passera la courbe de niveau ;

Déplacer alors toute l'équipe vers l'avant sur le prolongement des deux points marqués A et B ;

Déposer le 1^{er} piquet à l'endroit de la fiche de repérage au point B alors que le porteur du 2^{ème} piquet continue vers l'avant jusqu'à ce que la corde soit bien tendue ;



Répétez ces opérations et continuer ainsi tout le long de la courbe de niveau jusqu'à l'extrémité du terrain à aménager ;

Tracer sur le sol une ligne reliant les différentes fiches de repérage entre elles d'une extrémité à l'autre du terrain, ce qui matérialise la courbe niveau sur laquelle les ouvrages seront disposés.

Procéder de même en partant d'un point sur la deuxième courbe de niveau située en aval et ainsi de suite jusqu'au bas du terrain à aménager.

NB : On ne pose pas les règles sur des objets, des pierres ou dans des trous ;

4. Avantages et inconvénients/contraintes

Avantages	Inconvénients/contraintes
<ul style="list-style-type: none"> - Technique facilement maîtrisable par les paysans ; - Technique permettant d'implanter rapidement des courbes de niveau même sur un terrain herbeux inégal ; - Matériaux en majorité accessible en milieu paysans : - Technique peu coûteuse ; - Niveau de précision acceptable par rapport à un niveau mécanique 	<ul style="list-style-type: none"> - Rareté du niveau à bulle sur le marché ; - Technique exigeant une équipe de trois personnes.

5. Coûts de la technique

Coût du dispositif

Investissement	Précisions	Coût total (FCFA)
Règles	Deux piquets en bois ou en fer gradués	2.000
Corde	20 m de ficelle 100 F le m	2.000
Niveau de maçon	Niveau à bulle et son boîtier	4 000
Talon	Deux talons y compris ciment de fixation piquets	1 000
Main d'œuvre conception	Graduation, (1/2 h.j)	1 000
Total investissement	/-----/	10 000

6. Durée de vie

Une corde à niveau est un instrument qui peut durer au moins dix ans pour une utilisation de 5 mois chaque année sur les chantiers d'implantation des ouvrages antiérosifs.

Références bibliographiques

- FAO. *La Topographie : Instruments topographiques.*
(https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6707f/x6707f05.htm)

1.3. Compas à niveau

Le Compas à niveau est un instrument d'implantation des courbes de niveau et de traçage des demi-lunes, pour les travaux de nivellement et d'orientation des ouvrages antiérosifs.



Compas à niveau

1. Objectifs

- Matérialiser les courbes de niveau sur lesquelles seront implantés les ouvrages antiérosifs. ;
- Tracer la cuvette de la demi-lune de la forme d'un demi-cercle.

2. Contexte/Conditions du milieu

Un compas à niveau est construit en milieu paysan au moyen d'un compas métallique ou en bois de 1.5 m à 2 m de haut sur lequel on monte un niveau de maçon attaché sur la traverse entre les bras du compas à l'aide d'une ficelle.

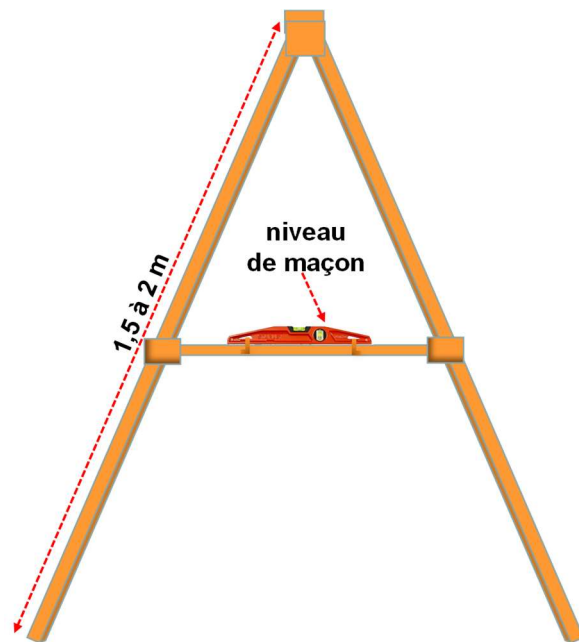


Illustration d'un compas à niveau (Dr Sani M.A.)

3. Etapes de mise en œuvre

➤ **Montage du Niveau :**

Attacher / fixer le niveau de maçon sur la barre horizontale (traverse) du compas.



Séance de démonstration de la technique du compas à niveau

➤ **Implantation des courbes de niveau :**

- Placer le 1^{er} pied du compas au point (A) le plus haut du terrain où va passer la première courbe de niveau ;
- Déplacer transversalement à la pente et déposer le 2^{ème} pied du compas à un endroit (en déplaçant le pied vers le haut ou vers le bas de la pente) tel que le niveau de maçon indique l'horizontale ;
- Marquer par un repère ce point (B) qui indique le deuxième point par lequel passera la courbe de niveau ;
- Faire pivoter le compas autour du 2^{ème} pied jusqu'à ce que le 1^{er} pied soit sur le prolongement de la ligne AB ;
- Déplacer et déposer le 1^{er} pied du compas à un endroit (en déplaçant le pied vers le haut ou vers le bas de la pente) tel que le niveau de maçon indique l'horizontale ;
- Marquer par un repère ce point (C) qui indique le troisième point par lequel passera la courbe de niveau ;

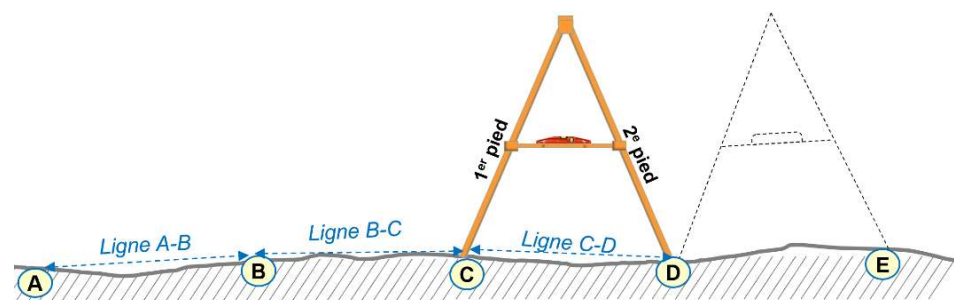
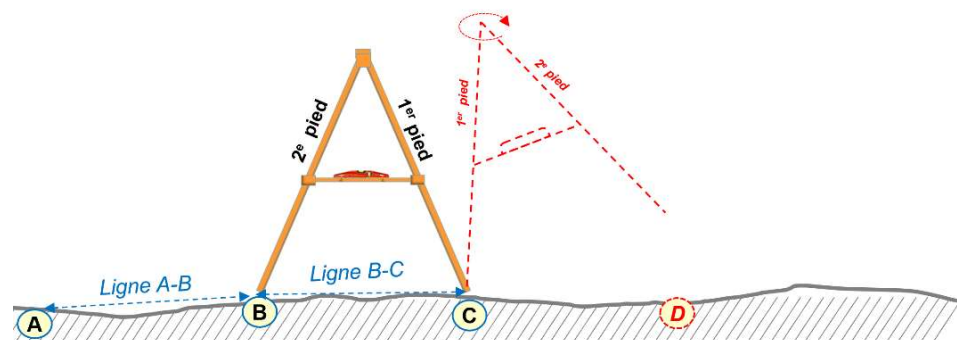
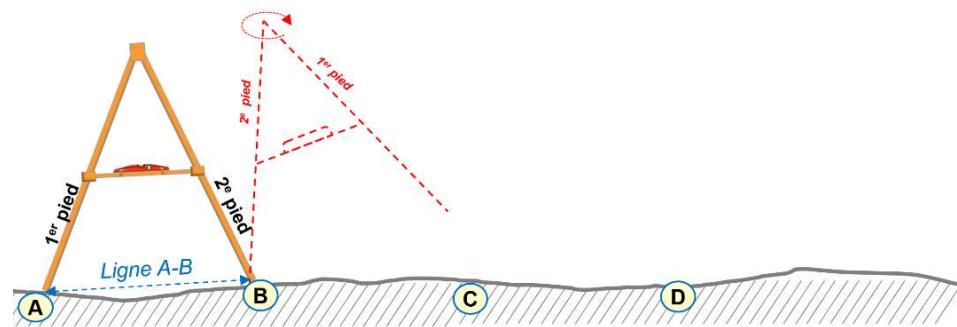
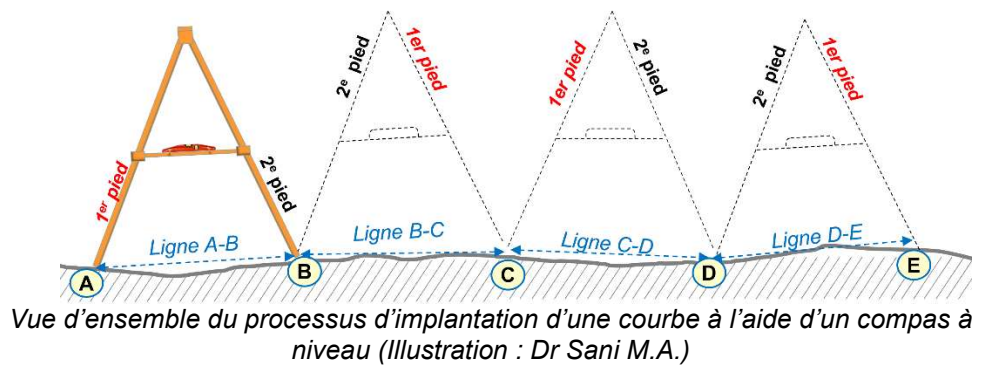


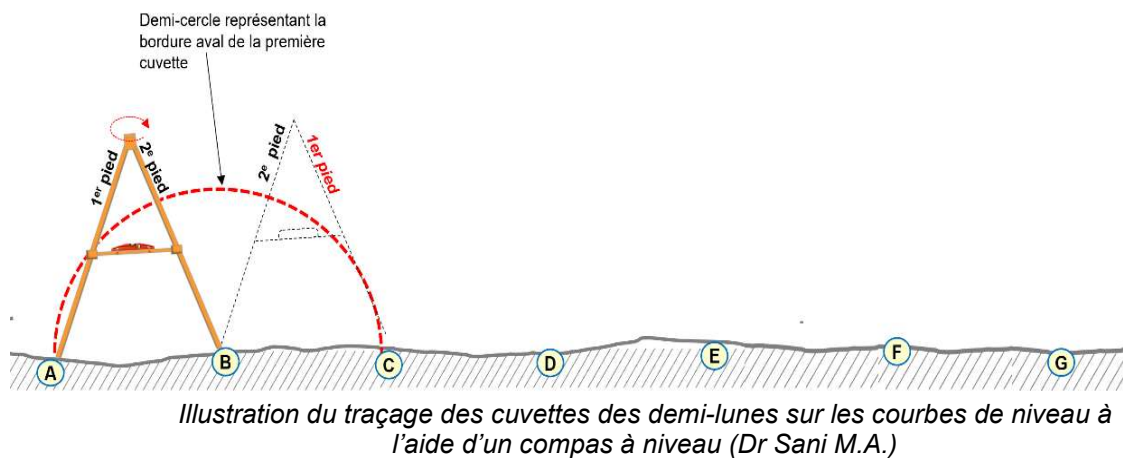
Illustration du processus d'implantation d'une courbe de niveau à l'aide d'un compas à niveau (Dr Sani M.A.)



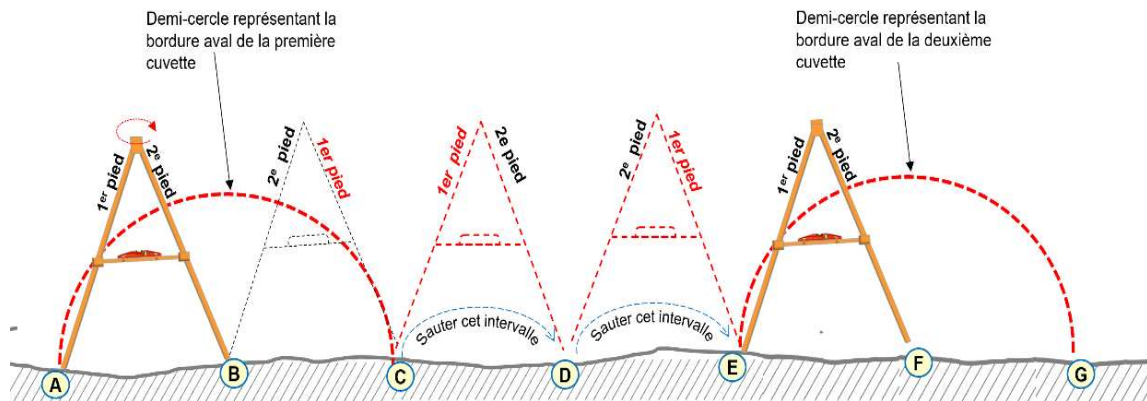
- Répétez les opérations et continuer ainsi tout le long de la courbe de niveau jusqu'à l'extrémité du terrain à aménager ;
- Tracer sur le sol une ligne reliant les différents points marqués par des repères entre eux d'une extrémité à l'autre du terrain, ce qui matérialise la courbe niveau sur laquelle les ouvrages seront disposés.
- Procéder de même en partant d'un point sur la deuxième courbe de niveau située en aval et ainsi de suite jusqu'au bas du terrain à aménager.

➤ **Traçage des cuvettes des demi-lunes sur les courbes de niveau**

- Sur la 1^{ère} courbe de niveau, positionner les deux pieds du compas sur les repères en A et B ;
- Pivoter autour du 2^{ème} pied (sur B) le 1^{er} pied (sur A) du compas vers le bas de la courbe de niveau jusqu'à le positionner sur le point C de la courbe, ce qui laisse au sol la trace de la bordure aval de la première cuvette ;
- Sur le prolongement de la courbe de niveau, sauter le repère suivant (sur D) et positionner les deux pieds du compas sur les repères en E (1^{er} pied) et en F (2^{ème} pied) ;
- Pivoter autour du 2^{ème} pied (sur F) le 1^{er} pied (sur E) du compas vers le bas de la courbe de niveau jusqu'à le positionner sur le repère au point G de la courbe, ce qui laisse au sol la trace de la bordure aval de la deuxième cuvette ;



- Sur le prolongement de la courbe de niveau, sauter le repère suivant et poursuivre les opérations comme ci-dessus ;
- Descendre la pente jusqu'au 1^{er} repère de la ligne de niveau en aval et positionner le 1^{er} pied du compas sur le repère 3 et le 2^{ème} sur le repère 4 (le saut des deux premiers repères sur cette courbe de niveau permettant d'assurer la disposition en quinconce des ouvrages par rapport à la première ligne de niveau située plus haut) ;
- Pivoter autour du 2^{ème} pied (sur le repère 4) le 1^{er} pied (sur le repère 3) du compas vers le bas de la courbe de niveau jusqu'à le positionner sur le point du repère 5 de la courbe, ce qui laisse au sol la trace de la bordure aval de la première cuvette sur cette ligne de niveau ;
- Sur le prolongement de la courbe de niveau, sauter le repère suivant et poursuivre les opérations sur le prolongement de la courbe de niveau comme indiqué pour le traçage de la deuxième cuvette sur la première courbe de niveau ;



Vue d'ensemble du traçage des cuvettes de demi-lune à l'aide d'un compas à niveau (Illustration : Dr Sani M.A.)

- Descendre la pente et opérer sur la troisième ligne de niveau de la même manière que sur la première ;
- Descendre la pente et opérer sur la quatrième ligne de niveau de la même manière que sur la deuxième ;
- Procéder ainsi de manière alternée entre les lignes paires et impaires jusqu'au bas du terrain à aménager en demi-lunes.

4. Avantages et inconvénients/contraintes

Avantages	Inconvénients/contraintes
<ul style="list-style-type: none"> - Technique facilement maîtrisable par les paysans ; - Matériau accessible en milieu paysan ; - Technique peu coûteuse. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mesure fastidieuse (lente) ; - Enfoncement des pointes multiplie les erreurs de levé. - Nécessité de recalibrage du niveau après un certain nombre d'usages à cause de l'usure.

5. Coûts de la technique

Coût du dispositif

Investissement	Précisions	Coût total (FCFA)
Compas	Compas métallique de 2 m de diamètre	15000
Ficelle	5 m de ficelle 200 F le m	1.000
Un niveau à maçon	Niveau à maçon avec trou d'attache	4 000
Main d'œuvre conception	Graduation, (1/2 h.j)	1 000
Total investissement	/-----/	21 000

6. Durée de vie

Un compas à niveau peut être utilisé pendant plus de 10 ans lorsque les pointes sont régulièrement renouvelées.

Références bibliographiques

- FAO. *La Topographie : Instruments topographiques.*
(https://www.fao.org/fishery/docs/CDrom/FAO_Training/FAO_Training/General/x6707f/x6707f05.htm)

1.4. Zaï agricole

Le Zaï agricole (ZA) est une méthode traditionnelle de récupération des terres dégradées en provoquant une modification de la structure du sol par un apport localisé de fumure organique dans une petite excavation (Zaï ou Tassa) qui permet de reconstituer la capacité d'infiltration de l'eau de ruissellement capturée dans l'ouvrage et de sécuriser la production agricole.



Tassas préparés dans la région de Tahoua. La matière organique est déjà placée (Photo : RECA).

1. Objectifs

La technique de zaï agricole vise à :

- Favoriser l'infiltration sur les sols imperméables ;
- Obtenir des récoltes normales voire plus élevées sur des terres encroutées des zones soudanienne et sahélienne ;
- Augmenter l'infiltration et le stock d'eau du sol ;
- Collecter les eaux et les mettre à la disposition de la culture ;
- Récupérer les terres encroutées et les mettre en valeur ;
- Améliorer l'utilisation et l'aération du sol ;
- Améliorer la fertilité des sols par le piégeage de particules fines apportées par les eaux de ruissellement et le vent.



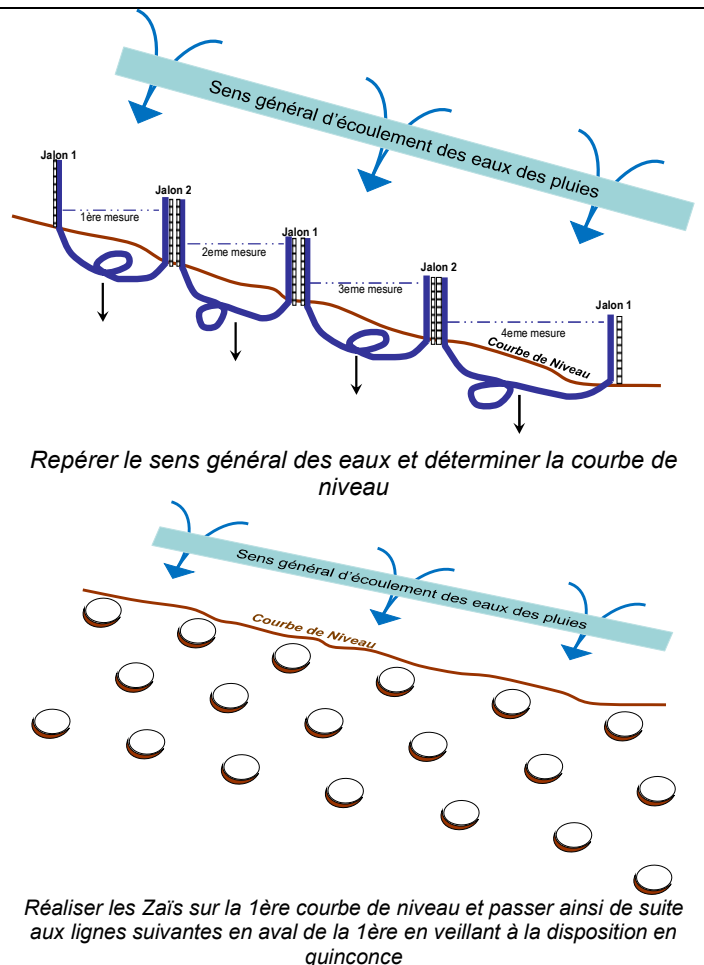
Zaï cultivé en mil et niébé dans le terroir de Badaguichiri, Tahoua (photo Guéro Yajji)

2. Contexte/Conditions du milieu

Les Zaï agricoles sont applicables dans les zones soudanienne et sahélienne où les sols ont été dégradés par l'action de l'érosion hydrique et sont donc devenus incultes. Ces sols sont généralement nus, encroûtés et indurés et génèrent beaucoup de ruissellement. Ils sont généralement installés sur des terrains à pente faible (inférieure ou égale à 3%) dont les sols ne sont ni très sableux ni très argileux. Le Zaï agricole est pratiqué sur les terres destinées aux cultures pluviales.

3. Etapes de mise en œuvre

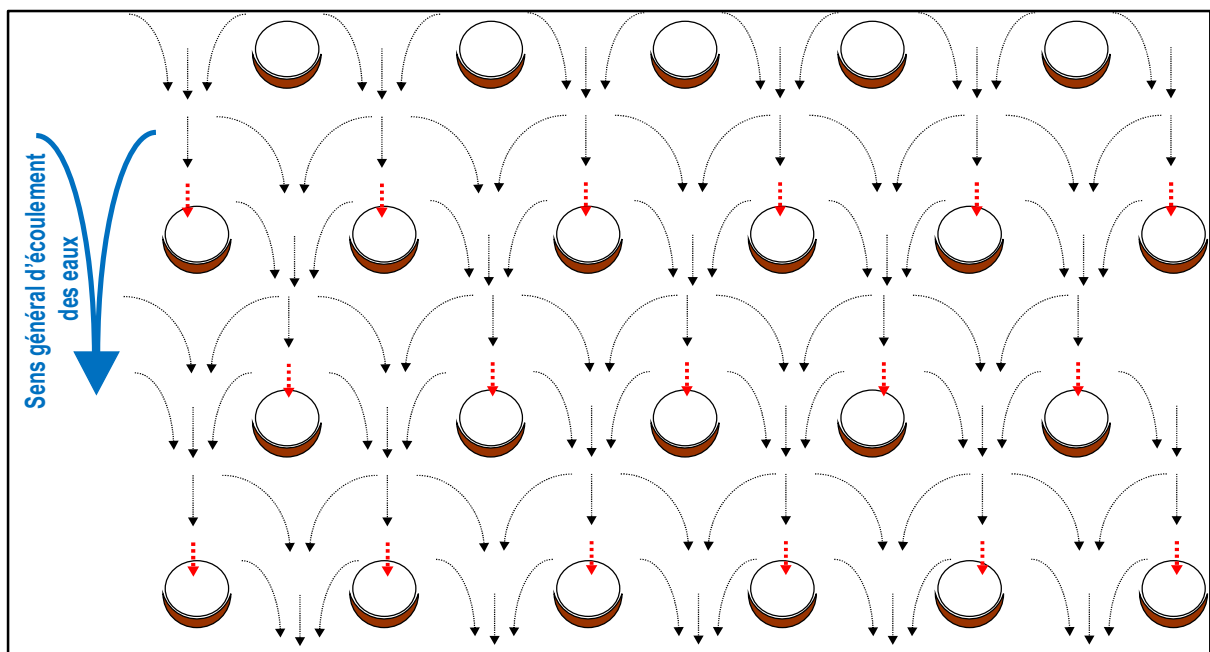
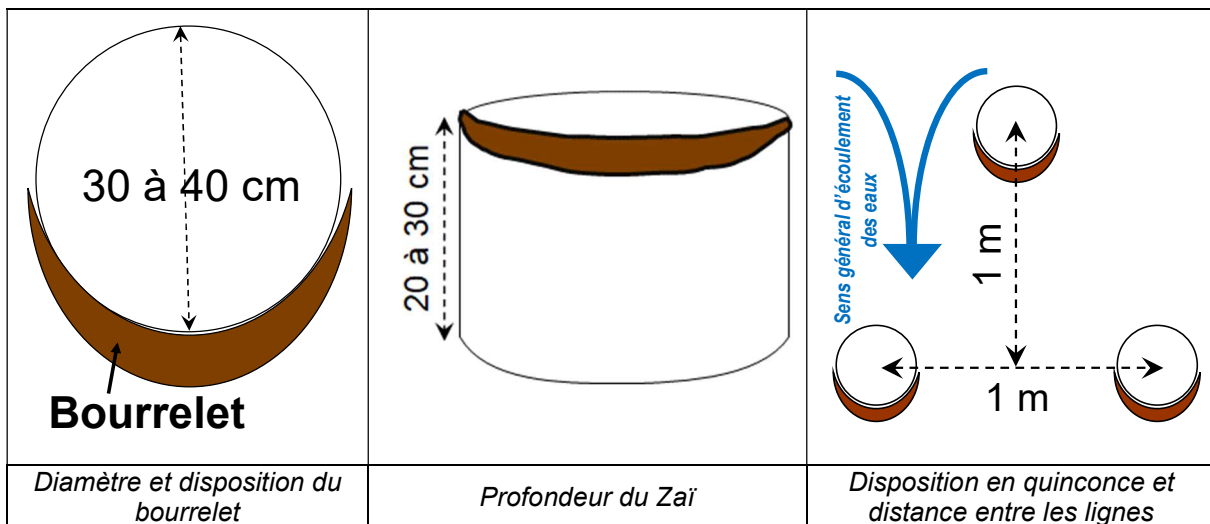
- Repérer le sens général d'écoulement des eaux des pluies puis construire une 1ère courbe de niveau ;
- Ouvrir les Zaï pendant la saison sèche (de fin octobre à mars), sur cette 1ère courbe de niveau en prenant soin de déposer la terre en croissant vers l'aval du creux c'est-à-dire dans le sens de l'écoulement ;
- Passer à la ligne suivante en aval de la 1ère en veillant à la disposition en quinconce et ainsi de suite jusqu'en bas de la pente.
- Apporter environ 300 g de fumier ou de compost (une poignée d'adulte) par Zaï immédiatement après la confection de l'ouvrage et recouvrir par une petite couche de terre ;
- Semer les graines de céréales après les premières pluies (au moins 20 mm).



➤ **Caractéristiques techniques**

Dimension du Zaï Agricole :

- Diamètre : 30 à 40 cm ;
- Profondeur : 20 à 30 cm ;
- Ecartement : 1 m sur la ligne et entre lignes ;
- Disposition : en quinconce ;
- Densité : 10000 Zaï /ha ;
- Période de réalisation : Pendant la saison sèche ;
- Normes d'exécution : 100 à 120Zaï/H/j



Vue générale de la disposition des Zaïs (Sani M A G)

➤ **Matériel technique**

Le matériel nécessaire : Daba, pelle, tasse, niveau à eau ou à bulle, Equipement de Protection Individuelle (EPI) : Bottes et gants et masques

➤ **Mise en valeur des ouvrages**

Les Zai agricoles sont mis en cultures simple ou en association.

Quantité de fumier : Fumure organique : 200 à 400 g de fumure/ZA soit en moyenne 3 t/ha ;

Densité de semis : 1 poquet/Zai ;

Le rendement en grains : 830 kg à 1200 kg/ha de mil (*Abdourahmane G. 2019*).



Mil cultivé dans du Zai agricole dans la région de Tillabéri

4. Mesures de gestion, d'appropriation et de pérennisation

- Désherber les poquets au moins deux fois par cycle de culture pour éviter l'expansion des mauvaises herbes ;
- Semer dans les mêmes cuvettes la deuxième année.
- Elaborer un cahier de charge avec les propriétaires terriens.

5. Avantages et inconvénients/contraintes

Avantages	Inconvénients/contraintes
<ul style="list-style-type: none"> - Piégeage dans les cuvettes des matières organiques déplacées par les vents améliorant ainsi la fertilité des sols ; - Efficacité de récupération des terres dégradées et encroûtées dans un délai court ; - Infiltration et stockage d'eau en profondeur ce qui diminue les pertes par évaporation et favorise la recharge de la nappe ; - Amélioration significative des rendements (multiplication possible des rendements par huit par rapport au témoin) ; - Sarclage limité au poquet réduisant la main d'œuvre pour l'entretien des cultures ; - Valorisation optimale du fumier par une application localisée ; - Levée précoce et enracinement profond favorisant le rendement en céréale ; - Séquestration du Carbone. - Facilité d'appropriation par la population. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exigence d'importantes quantités de matière organique de bonne qualité ; - Risque d'asphyxie des jeunes plants en cas de fortes précipitations ; - Risques d'attaque des plants par des termites attirées par le fumier quand il est mis tardivement.

6. Coût de la technique

Coût de la technique de Zaï agricole à l'hectare

Rubriques	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Montant (FCFA)
Main d'œuvre confection des ouvrages	H/J	100	2000	200000
Fumier	Tonne	3	15000	45000
Kit petit matériel (daba, pioche, pelle, niveau d'implantation, corde...etc.)	FF1*	1	3 500	3 500
Equipement de Protection Individuelle (EPI) : Bottes et gants, masques	FF2*	1	300	300
Encadrement	H/j	1	7000	7000
Total investissement				255 800

NB : Ces coûts sont indicatifs et peuvent varier suivant les contextes

- 1* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un kit matériel (pelles, pioche, daba, corde niveau à eau, etc.) coûtant 350000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an ;
- 2* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un EPI (gants, bottes, masques, etc.) coûtant 30000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an

7. Durée de vie

La durée de vie d'un Zaï agricole est d'un an. Après ce temps, il faut les recreuser au même endroit pour permettre aux impluviums de continuer à jouer leurs rôles et renouveler la matière organique.

Références bibliographiques :

- **Ministère du Développement Agricole (MDA), 2006.** Recueil des fiches techniques en gestion des ressources naturelles et de productions agro-sylvo-pastorales, Niamey, Niger, Programme d'Actions Communautaires (PAC). 270 p.
- **Ministère de l'environnement et du cadre de vie (Burkina Faso), 2011,** Etude sur les meilleures pratiques de gestion durable des terres, Rapport Final, GRAD Consulting Group. 160 p.
- **Ministère de l'environnement et de l'eau (Burkina Faso), 2001.** Manuel de foresterie villageoise. Ouagadougou Burkina Faso. DFVAF / JICA. 67 p.
- **Abdourahamane G. 2019.** Effets des zaïs sur la productivité des terres dégradées dans la grappe de Dargué (Guidan Roumdji) au Niger. In Partenariat scientifique réunir - PAM : Apports de la recherche pour un changement de paradigme Dans l'opérationnalisation de l'approche résilience au sahel. USAID et BMZ. 21-25

1.5. Demi-lune agricole

La demi-lune agricole est une cuvette de la forme d'un demi-cercle destinée à recevoir la culture et creusée perpendiculairement à la ligne de la plus grande pente et ouverte vers l'amont pour intercepter et infiltrer les eaux de ruissellement.



Demi -lune agricole dans la région de Tahoua (photo, Sani M.A.G)

1. Objectifs

La pratique de la demi-lune agricole vise à :

- Capturer l'eau de ruissellement et favoriser son infiltration ;
- Réduire l'érosion hydrique et provoquer la sédimentation ;
- Augmenter la disponibilité en eau pour les cultures ;
- Accroître le rendement agricole ;
- Récupérer des terres encroûtées et compactées à des fins agricoles.
- Sécuriser la production agricole.

2. Contexte/Conditions du milieu

Les demi-lunes agricoles sont réalisées sur des terres de plateaux et glacis dégradées (sol nu, encroûté et induré) à pentes faibles (inférieures ou égales à 3%) à sol limoneux ou limono-sableux induré et encroûté générant un important ruissellement. Elles sont réalisées sur des terres à vocation agricole dégradées par l'action de l'érosion hydrique.



Demi-lune agricole valorisé au Niger (Région de Tahoua. Photo, Sani M.A.G)

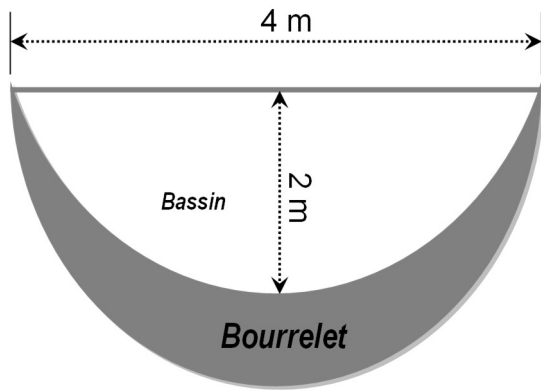
3. Etapes de mise en œuvre

- Déterminer les courbes de niveau à l'aide d'un niveau à eau ou un compas à niveau ou un triangle en « A » muni d'un fil à plomb ou d'un niveau de maçon ou par un levé topographique ;
- Tracer les courbes de niveaux ;
- Tracer avec un compas de traçage les cuvettes des ouvrages suivant les lignes de courbe de niveau ;
- Ouvrir la cuvette de la forme d'un demi-cercle à la pioche et à la pelle ;
- Éviter la terre de la cuvette sur une profondeur de 0,10 à 0,30 m afin de constituer la cuvette ;
- Déposer la terre de déblai en un bourrelet semi-circulaire au sommet aplati, côté aval à environ 30 cm du bord de la cuvette ;
- Protéger le pied aval du bourrelet, les extrémités des bourrelets autant que possible par des moellons pour éviter l'érosion lors des débordements ;
- Période de réalisation : Novembre à Avril.

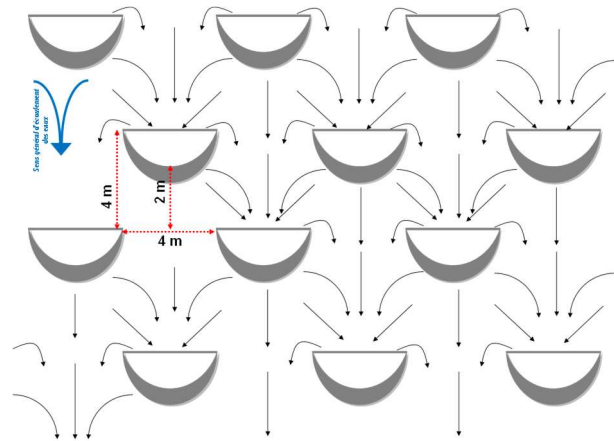
➤ Caractéristiques techniques

Les normes techniques de la DLA sont :

- Diamètre : 4 m ;
- Profondeur : 0,10 à 0,30 m ;
- Hauteur bourrelet : 0,30 à 0,40 m ;
- Écartement sur la ligne de niveau : 4 m soit 12,5 DLA/100 m ;
- Écartement entre les lignes : 4 m ;
- Emprise de chaque DL et de son impluvium : 4 m x 8 m = 32 m² ;
- Densité : 313 DLA/ha ;
- Disposition des DL : en quinconce ;
- Norme d'exécution : 3 DLA/H.j.
- Densité de poquets : 15 à 20 poquets/DLA suivant le niveau de fertilité du sol



Dimensions de la demi-lune



Disposition en quinconce des demi-lunes



Demi-lunes agricoles nouvellement
construites



Demi-lune agricole amendée à la
fumure organique



Comportement des ouvrages de
Demi-lunes agricoles après pluie

➤ Formation des communautés et organisation du chantier

Les communautés villageoises travaillant sur le chantier doivent être formées sur le respect des normes techniques de confection des DLA et le rôle joué par chacune des parties du système demi-lune.

Le modèle d'organisation recommandé comprend : un chef chantier, un contrôleur ou pointeur, des équipes de traceurs et autres participants organisés en équipe de 10 à 22 personnes. Chaque équipe est dirigée par un chef d'équipe. Le contrôleur ou pointeur supervise 5 équipes et vérifie le respect des normes technique des ouvrages confectionnés.



Compas de traçage du demi-cercle de la demi-
lune à Akoubounou-Tahoua (A.K. SABRA)

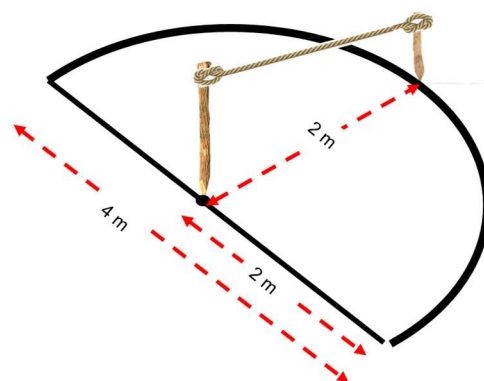


Illustration de l'utilisation de piquets reliés par
une corde pour le traçage de la demi-lune (Dr
Sani M.AG.)



Début de réalisation d'une demi-lune agricole après traçage à Attri – Agadez (Photo : Dr Sani M.A.)

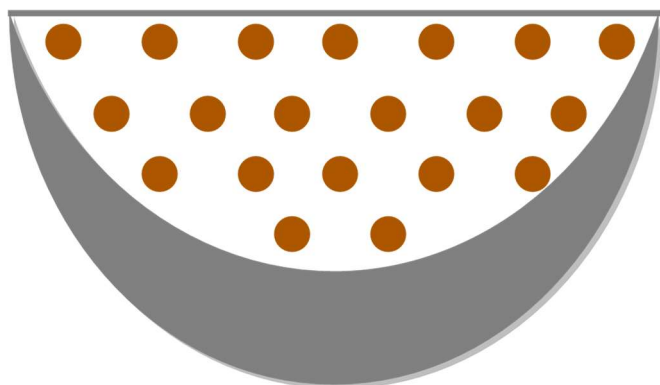
➤ **Matériel technique**

Le matériel nécessaire : niveau à eau ou à bulle ou fil à plomb, pelle, pioche, Equipement de Protection Individuelle (EPI) ; Bottes et gants, compas métallique ou en bois de rayon 2 m, corde de 100 m et masques.

➤ **Mise en valeur des ouvrages**

Amendement organique : 10 kg de compost ou 15 kg de matière organique par DLA épandu sur le fond de l'ouvrage immédiatement après sa réalisation et recouvert d'une mince couche de terre pour éviter que l'amendement ne soit éjecté de la cuvette par le vent aussitôt après la confection. Les demi-lunes agricoles sont mises en culture simple ou en association de cultures. Il est réalisé sur le fond de la cuvette 15 à 20 poquets pour réceptionner les spéculations (15 poquets pour le mil, 20 poquets pour le sorgho...).

Le rendement agricole : 800 à 1200 kg/ha de mil.



Plan de l'emplacement des poquets (à gauche), et Demi-lune agricole cultivée en sorgho (droite)
(Illustration Sani M. A. G.)

4. Mesures de gestion, d'appropriation et de pérennisation

- Suivi de comportement après chaque grande pluie et correction immédiate des ouvrages ;
- Réparer les bourrelets détruits et apporter de la matière organique (à renouveler chaque année) pour accroître l'activité des termites et des micro-organismes pendant les préparatifs de la campagne agricole (mars-avril) ;
- Entretien culturaux: sarclage, démariage, remuer la terre de fond de temps en temps ;
- Après récolte, il faut laisser une partie des résidus sur place en épandage sous forme de paillage pour ralentir l'évaporation et assurer la protection du sol.
- Elaborer un cahier de charge avec les propriétaires terriens.

5. Avantages et inconvénients/contraintes

Avantages	Inconvénients/contraintes
<ul style="list-style-type: none"> - Mobilisation des eaux de ruissellement ; - Recharge de la nappe phréatique ; - Amélioration de la structure des sols ; - Récupération des terres encroûtées à des fins agricoles ; - Augmentation des surfaces cultivables ; - Séquestration du carbone après sa mise en valeur 	<ul style="list-style-type: none"> - Exigence d'un entretien régulier; - Exigence d'une importante main d'œuvre - Risque d'asphyxie aux stades de germination et de levée.

6. Coût de la technique

Coût de la technique à l'hectare

Rubriques	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Montant (FCFA)
Main d'œuvre planification et traçage	H/j	4	2000	8000
Main d'œuvre confection des ouvrages	H/J	105	2000	210000
Niveau à eau	Unité	0	0	0
Kit petit matériel (daba, pioche, pelle, compas, niveau d'implantation, corde...etc.)	FF1*	1	3 500	3 500
Equipement de Protection Individuelle (EPI) : Bottes et gants et masques	FF2*	1	300	300
Apport de fumure organique et épandage (10kg/DL)	Tonne	3	15000	45000
Encadrement	H/j	1	7000	7000
Total investissement				273800

NB : Ces coûts sont indicatifs et peuvent varier suivant les contextes

- 1* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un kit matériel (pelles pioche, daba, corde niveau à eau, etc.) coûtant 350000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an ;
- 2* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un EPI (gants, bottes, cache-nez, etc.) coûtant 30000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an

7. Durée de vie

La durée de vie de demi-lunes agricoles est de 3 à 5 ans selon la charge en sédiments de l'eau de ruissellement. Renouveler l'apport de matière organique après deux campagnes successives. La vitesse de sédimentation dans la cuvette conditionnera le surcreusement annuel de l'ouvrage.

Références bibliographiques :

- **Ministère du Développement Agricole (MDA), 2006.** *Recueil des fiches techniques en gestion des ressources naturelles et de productions agro-sylvo-pastorales, Niamey, Niger, Programme d'Actions Communautaires (PAC).* 270 p.
- **Abdou A., Abdoulahi S. C., Tidjani M. A., Hassimi M. S., Sabra A. K. A., Soulé A. E. et Kaire M. 2019.** *Économie de la dégradation des terres à Tahoua, Niger. Analyse coût-bénéfice des activités de récupération des terres (banquettes, demi-lunes et cordons pierreux) des quatre sites de la commune rurale de Badaguichiri. Un rapport de l'Initiative ELD dans le cadre du projet « Inverser la dégradation des terres en Afrique par l'adoption à grande échelle de l'agroforesterie »* 40 p. Disponible sur www.eld-initiative.org

1.6. Demi-lune forestière

Une demi-lune forestière (DLF) est une cuvette de la forme d'un demi-cercle creusée perpendiculairement à la ligne de la plus grande pente et ouverte vers l'amont pour intercepter et infiltrer les eaux de ruissellement.



Réalisation d'une demi-lune après traçage à Akoubounou (A.K. SABRA)

1. Objectifs

La pratique de la demi-lune forestière vise à :

- Capturer l'eau de ruissellement et favoriser son infiltration ;
- Réduire l'érosion hydrique et provoquer la sédimentation ;
- Récupérer des terres encroûtées et indurées à des fins sylvicoles (voire pastorales)

2. Contexte/Conditions du milieu

Les demi-lunes forestières sont des pratiques utilisées en zones saharo-sahélienne (pluviométrie < 300 mm), sahéenne (300 à 400 mm) et sahélo-soudanienne avec une pluviométrie (400 à 600 mm).

Les demi-lunes sont indiquées sur des terres dégradées de plateau et glacis (pente 0 à 3%) à sol limoneux ou limono-sableux, induré et encroûté. Elles sont proscrites sur des glacis ensablés. Les demi-lunes forestières sont conçues pour la production sylvicole voire sylvopastorale (ligneux fourragers).

3. Etapes de mise en œuvre/

- Déterminer les courbes de niveau à l'aide d'un niveau à eau ou à bulle ou un fil à plomb ou par un levé topographique ;
- Tracer les courbes de niveaux ;
- Tracer sur les courbes de niveau à l'aide d'un compas de traçage les cuvettes en forme de croissant des demi-lunes ;
- Ouvrir la cuvette à la pioche et à la pelle ;
- Éviter la terre de l'intérieur du demi-cercle sur une profondeur de 0,15 à 0,30 m selon l'épaisseur de la couche de sol au-dessus de la cuirasse ou de la nappe de gravats afin de constituer la cuvette ;
- Déposer la terre de déblai sur le demi-cercle en un bourrelet semi-circulaire au sommet aplati, côté aval de la cuvette ;
- Protéger le pied aval du bourrelet les extrémités des bourrelets autant que possible par des cailloux pour éviter l'érosion lors des débordements ;
- Procéder à la trouaison ;
- Période de réalisation : Fin Novembre - Avril.

➤ **Caractéristiques techniques**

- Diamètre : 4 m ;
- Profondeur : 0,15 à 0,30 m ;
- Hauteur bourrelet : 0,30 à 0,40 m ;
- Écartement sur la ligne de niveau : 4 m soit 12,5 DLF/100 m
- Écartement entre les lignes : 4 m
- Trouaison : 0,4 m de diamètre et 0,4 m de profondeur sur la partie non excavée au centre de la demi-lune ou à l'amont du bourrelet entre l'excavation et le bourrelet ;
- Emprise de chaque DL (section de l'ouvrage et de son impluvium) : 4 m x 8 m = 32 m² ;
- Densité : 312,5 DLF/ha
- Disposition des DL : en quinconce.

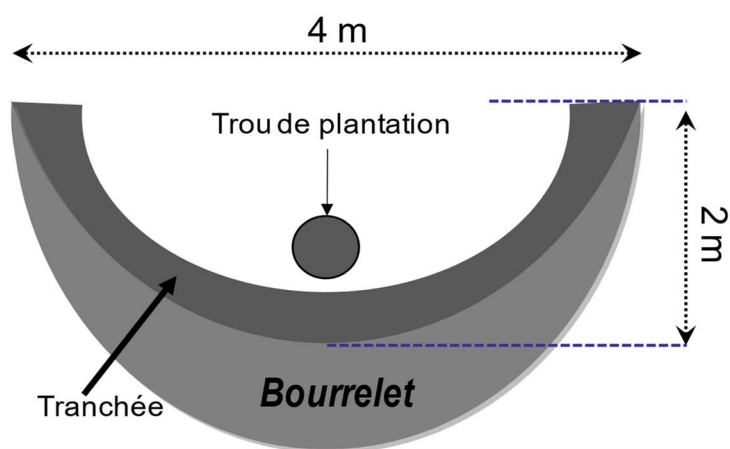
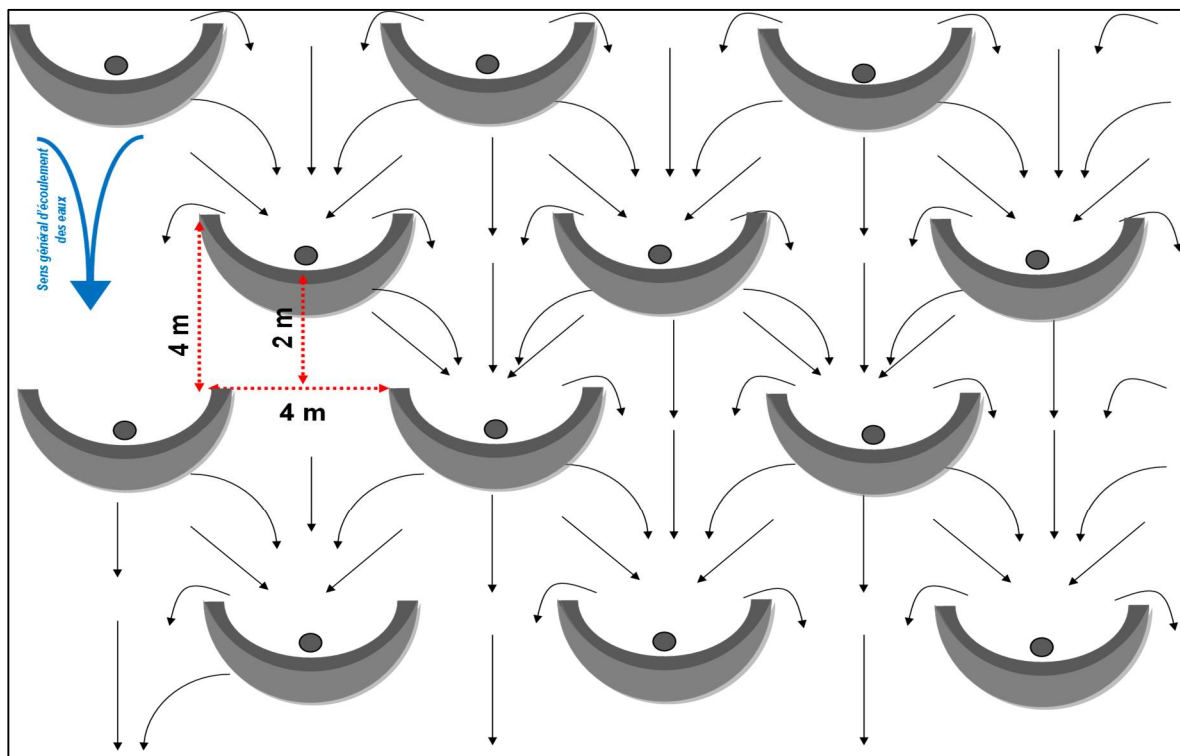


Illustration d'une demi-lune forestière (Sani M AG et Ambouta JMK)



Disposition en quinconce des demi-lunes forestières (Sani M A G)

➤ **Formation des communautés et organisation du chantier**

Les communautés villageoises travaillant sur le chantier doivent être formées sur le respect des normes techniques de confection des DLF.

Le modèle d'organisation recommandé comprend : un chef chantier, un contrôleur ou pointeur, des équipes de traceurs et autres participants organisés en équipes de 10 à 22 personnes. Chaque équipe est dirigée par un chef d'équipe. Le contrôleur ou pointeur supervise 5 équipes et vérifie le respect des normes technique des ouvrages confectionnés.



Compas de traçage du demi-cercle de la demi-lune à Akoubounou-Tahoua (A.K. SABRA)



Ouvrage de demi-lune forestière en attente de mise en valeur (Photo : RECA-Niger)

➤ **Matériel technique**

Le matériel nécessaire : niveau à eau ou à bulle ou fil à plomb, pelle, pioche, compas de traçage.

Équipement de Protection Individuelle (EPI) : Bottes et gants, compas métallique ou en bois de rayon 2 m, corde de 100 m et masques.

➤ **Mise en valeur des ouvrages**

La mise en valeur des ouvrages commence par l'épandage de la paille et des ramilles au fond de l'ouvrage juste après sa réalisation. Les demi-lunes forestières sont mises en valeur avec des plants d'au moins 30 cm de hauteur.



Développement des ligneux sur un site récupéré en demi-lunes forestières à Guidida (Photo : RECA)

Dès que les ouvrages auront reçu suffisamment d'eau, ils sont généralement plantés dans la partie en amont de l'excavation à raison d'un plant par ouvrage soit une densité de 313 plants en zones sahélienne et sahélo-soudanienne. Mais il est recommandé de planter entre le bourrelet et la fosse pour éviter l'asphyxie. Les DLF peuvent également être plantées à raison de 3 plants par ouvrage soit une densité de 939 plants/ha en en zones sahélienne et sahélo-soudanienne.



Espace traité en demi-lunes forestière (Photo : OSS)

4. Mesures de gestion, d'appropriation et de pérennisation

- Suivi du comportement des ouvrages après chaque grande pluie ;
- Réparer les bourrelets détruits ;
- Poursuivre la revégétalisation des ouvrages au moyen du regarnis ; la réparation doit être faite avant le début de la saison des pluies puis après chaque grande pluie (plus de 100 mm). Le regarnis doit être réalisé en saison des pluies dès que le cumul pluviométrique atteint 100 mm ;
- Gardiennage du site traité durant 3 ans. Le ratio le plus rencontré est d'un gardien pour 15 ha ;
- Mettre en place un comité de gestion (COGES) du site ;
- Elaborer un plan d'aménagement et de gestion du site restauré (PAGSR) ;
- Signer une convention locale entre le ministère en charge de l'environnement d'une part et l'exploitant ou le groupe d'exploitants du site.

5. Avantages et inconvénients/contraintes

Avantages	Inconvénients/contraintes
<ul style="list-style-type: none"> - Mobilisation des eaux de ruissellement ; - Recharge de la nappe phréatique ; - Amélioration de la structure des sols ; - Récupération des terres dénudées, encroûtées et indurées à des fins d'usages forestiers ; - Séquestration du carbone après la mise en valeur 	<ul style="list-style-type: none"> - Exigence d'un entretien régulier ; - Exigence d'une importante main d'œuvre ; - Exigence d'une protection les 3 premières années.

6. Coût de la technique

Coût de la technique à l'hectare

Désignation	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Montant (FCFA)
Main d'œuvre confection des ouvrages	H/J	105	2000	210000
Achat plants forestiers	Plants	313	100	31300
Transport et plantation	Plants	313	100	31300
Kit petit matériel (daba, pioche, pelle, compas, niveau d'implantation, corde...etc.)	FF1*	1	3 500	3 500
Equipement de Protection Individuelle (EPI) Gants, bottes, masques,	FF2*	1	300	300
Regarnis en 2 ^{ème} année : achat, transport et plantation	Plants	104	200	20800
Gardiennage (sur 3 ans)	H/an	3	20 000	60000
Encadrement	H/j	1	7000	7000
Total investissement				364200

NB : Ces coûts sont indicatifs et peuvent varier suivant les contextes

- 1* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un kit matériel (pelles pioche, daba corde niveau à eau etc.) coûtant 350000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an ;
- 2* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un EPI (gants, bottes, masques, etc.) coûtant 30000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an

7. Durée de vie

La durée de vie de demi-lunes forestières peut excéder 5 ans si les bourrelets ont été rapidement stabilisés par des reprises des herbacées. En situation de comblement de la tranchée, il est recommandé de l'excaver partiellement pour permettre à l'ouvrage de continuer à capter l'eau.

Références bibliographiques

- **Ministère du Développement Agricole (MDA), 2006.** Recueil des fiches techniques en gestion des ressources naturelles et de productions agro-sylvo-pastorales, Niamey, Niger, Programme d'Actions Communautaires (PAC).270 p.
- **Abdou A., Abdoulahi S. C., Tidjani M. A., Hassimi M. S., Sabra A. K. A., Soulé A. E. et Kaïre M. (2019).** Économie de la dégradation des terres à Tahoua, Niger. Analyse coût-bénéfice des activités de récupération des terres (banquettes, demi-lunes et cordons pierreux) des quatre sites de la commune rurale de Badaguichiri. Un rapport de l'Initiative ELD dans le cadre du projet « Inverser la dégradation des terres en Afrique par l'adoption à grande échelle de l'agroforesterie » 40 p. Disponible sur www.eld-initiative.org

1.7. Demi-lune sylvopastorale

Les demi-lunes sylvopastorales sont des cuvettes en forme de demi-cercle creusées perpendiculairement à la ligne de la plus grande pente et ouvertes vers l'amont pour intercepter et infiltrer les eaux de ruissellement, ensemencées d'herbacées et plantées par des essences forestières généralement fourragères.

1. Objectifs

La pratique de la demi-lune sylvopastorale vise à :

- Capturer l'eau de ruissellement et favoriser son infiltration ;
- Réduire l'érosion hydrique et provoquer la sédimentation ;
- Accroître la production fourragère ;
- Récupérer les terres dénudées, encroûtées et indurées à des fins sylvo-pastorales.

2. Contexte/Conditions du milieu

Les demi-lunes sylvopastorales sont des pratiques utilisées en zones saharo-sahélienne (pluviométrie < 300 mm), sahéenne (300 à 400 mm) et sahélo-soudanienne avec une pluviométrie (400 à 600 mm).

Les demi-lunes sylvopastorales sont indiquées sur des terres dégradées de plateau et glacis (pente 0 à 3%) à sol limoneux ou limono-sableux, induré et encroûté. Elles sont proscrites sur des glacis ensablés. Les demi-lunes sylvopastorales sont conçues pour la production sylvicole et sylvopastorale (ligneux fourragers).

3. Etapes de mise en œuvre

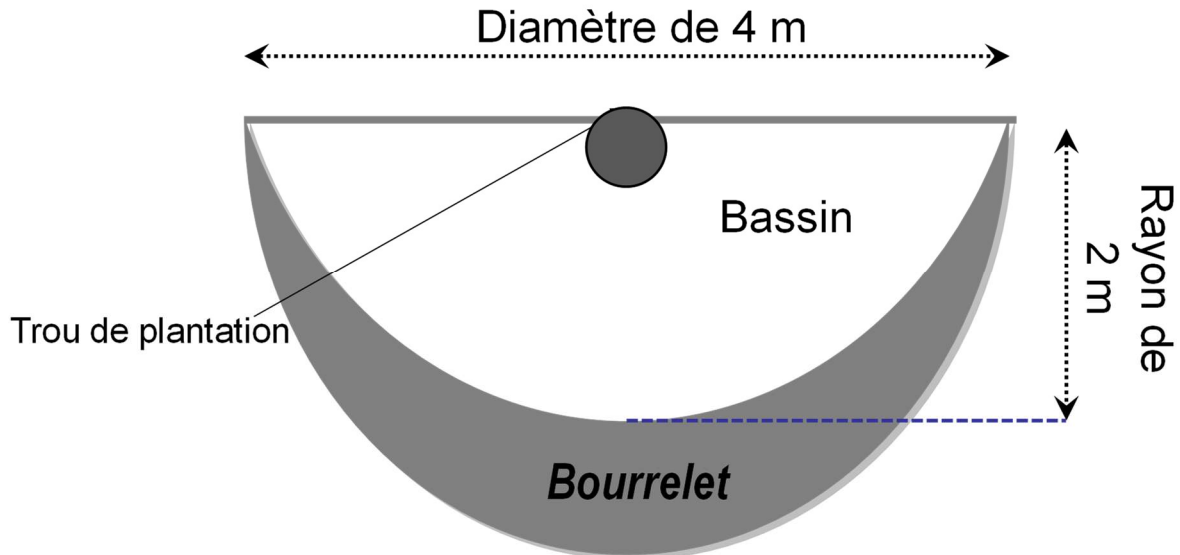
- Déterminer les courbes de niveau à l'aide d'un niveau à eau ou à bulle ou un fil à plomb ou par un levé topographique ;
- Tracer les courbes de niveaux ;
- Tracer l'emplacement des cuvettes des ouvrages à l'aide d'un compas à niveau ;
- Ouvrir la cuvette de la forme d'un demi-cercle à la pioche et à la pelle ;
- Éviter la terre de l'intérieur du demi-cercle sur une profondeur de 0,15 à 0,30 m selon l'épaisseur de la couche de sol au-dessus de la cuirasse ou de la nappe de gravats afin de constituer la cuvette ;
- Déposer la terre de déblai en un bourrelet semi-circulaire au sommet aplati, côté aval à environ 30 cm de la cuvette ;
- Protéger le pied aval du bourrelet les extrémités des bourrelets autant que possible par des cailloux pour éviter l'érosion lors des débordements ;
- Procéder à la trouaison ;
- Période de réalisation : fin octobre à mars.

➤ **Caractéristiques techniques**

Les normes techniques de la DLSP sont :

- Diamètre : 4 m ;
- Profondeur : 0,15 à 0,30 m ;
- Hauteur bourrelet : 0,30 à 0,40 m ;
- Écartement sur la ligne de niveau : 4 m soit 12,5 DLSP/100 m
- Écartement entre les lignes : 4 m ;
- Emprise de chaque DL et de son impluvium : 4 m x 8 m = 32 m² ;

- Densité : 312,5 DLSP/ha ;
- Disposition des DL : en quinconce.
- Trouaison : 0,4 m de diamètre et 0,4 m de profondeur ;
- Norme d'exécution : 2 à 3 DLSP/homme-jour.



Dimensions de la demi-lune sylvopastorale (Illustration : Dr Sani M AG)

➤ **Formation des communautés et organisation du chantier**

Les communautés villageoises travaillant sur le chantier doivent être formées sur le respect des normes techniques de confection des DLSP.

Le modèle d'organisation recommandé comprend : un chef chantier, un contrôleur ou pointeur, des équipes de traceurs et autres participants organisés en équipe de 10 à 22 personnes. Chaque équipe est dirigée par un chef d'équipe. Le contrôleur ou pointeur supervise 5 équipes et vérifie le respect des normes technique des ouvrages confectionnés.

➤ **Matériel technique**

Le matériel nécessaire : niveau à eau ou à bulle ou fil à plomb, pelle, pioche, Equipement de Protection Individuelle (Bottes et gants), compas métallique ou en bois de rayon 2 m, corde de 100 m.

➤ **Mise en valeur des ouvrages**

Les demi-lunes sylvopastorales sont mises en valeur par des plants et de la semence herbacée.

Les espèces herbacées fourragères utilisées pour l'ensemencement sont entre autres : *Senna tora* ; *Eragrostis tremula* ; *Brachiaria ramosa* ; *Alysicarpus ovalifolius* ; *Andropogyanus* ; *Dactyloctenium aegyptium* ; *Schoenfeldia gracilis* ; *Ctenium elegans* ; *Cymbopogon giganteus* ; *Cymbopogon schoentus* ; *Aristida adscensionis* ; *Pennisetum pedicellatum*.

Chaque DLSP reçoit en épandage dans le fond de la cuvette et sur le bourrelet de la semence-paille d'herbacées immédiatement après sa réalisation et des plants forestiers hors excavation dans des trous de plantation à raison d'un plant au

centre ou de 3 plants entre l'excavation et le bourrelet soit une densité de 313 à 939 plants/ha dès que l'ouvrage a reçu suffisamment d'eau.

Rendement en biomasse herbacée (variable avec l'âge de l'ouvrage) : 1100 à 3300 kg/ha



Demi-lune sylvopastorale sur le site de Sadeizé Kouara (Simiri) à gauche et site de Badaguichiri à droite (photo Souleymane C. A)

4. Mesures de gestion, d'appropriation et de pérennisation

- Suivi de comportement des ouvrages après chaque grande pluie ;
- Réparer les bourrelets détruits ;
- Poursuivre la révégétalisation des ouvrages au moyen du regarnis ; la réparation doit être faite après chaque grande pluie. Le regarnis doit être réalisé après l'installation effective de la pluie ;
- Gardiennage du site traité durant 3 ans. Le ratio le plus rencontré est d'un gardien pour 15 ha ;
- Mise en place d'un comité (COGES) du site ;
- Elaboration d'un plan d'aménagement et de gestion du site restauré (PAGSR).
- Signer une convention locale entre la population bénéficiaire (groupe exploitant le site) et les collectivités territoriales.

5. Avantages et inconvénients/contraintes

Avantages	Inconvénients/contraintes
<ul style="list-style-type: none"> - Mobilisation des eaux de ruissellement ; - Recharge de la nappe phréatique ; - Amélioration de la structure des sols ; - Récupération des terres encroûtées à des fins sylvo-pastorales ; - Augmentation de la production fourragère ; - Séquestration du carbone après la mise en valeur. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exigence d'un entretien régulier et de gardiennage ; - Exigence d'une importante main d'œuvre.

6. Coût de la technique

Coût estimatif de la technique à l'hectare

Rubriques	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Montant (FCFA)
Main d'œuvre planification et traçage	H/j	4	2000	8000
Main d'œuvre confection des ouvrages	H/J	105	2000	210000
Achat plants forestiers	Plants	313	100	31300
Transport et plantation	Plants	313	100	31300
Kit petit matériel (daba, pioche, pelle, compas, niveau d'implantation, corde...etc.)	FF1*	1	3 500	3 500
Equipement de Protection Individuelle (EPI) : (bottes, gants et masques)	FF2*	1	300	300
Ensemencement herbacée (semence graines)	Kg	5	5000	25000
Epandage	H/j	1	2000	2000
Regarnis en 2 ^{ème} année : achat, transport et plantation	H/j	104	200	20800
Gardiennage (sur 3 ans)	H/an	3	20 000	60000
Encadrement	H/j	1	7000	7000
Total investissement				399200

NB : Ces coûts sont indicatifs et peuvent varier suivant les contextes

1* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un kit matériel (pelles, pioche, daba corde niveau à eau, etc.) coûtant 350000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an ;

2* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un EPI (gants, bottes masques, etc.) coûtant 30000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an

9. Durée de vie

La durée de vie de la demi-lune sylvo pastorale peut excéder 5 ans du fait de la stabilisation des bourrelets par l'ensemencement d'herbacées.

Références bibliographiques

- **Ministère du Développement Agricole (MDA), 2006.** Recueil des fiches techniques en gestion des ressources naturelles et de productions agro-sylvo-pastorales, Niamey, Niger, Programme d'Actions Communautaires (PAC). 270 p.
- **Abdou A., Abdoulahi S. C., Tidjani M. A., Hassimi M. S., Sabra A. K. A., Soulé A. E. et Kaire M. 2019.** Économie de la dégradation des terres à Tahoua, Niger. Analyse coût-bénéfice des activités de récupération des terres (banquettes, demi-lunes et cordons pierreux) des quatre sites de la commune rurale de Badaguichiri. Un rapport de l'Initiative ELD dans le cadre du projet « Inverser la dégradation des terres en Afrique par l'adoption à grande échelle de l'agroforesterie » 40 p. Disponible sur www.eld-initiative.org
- **Abdourahmane G. 2019.** Effets des demi-lunes sur le potentiel pastoral dans le secteur de allakaye, département de bouza : Cas des sites de karkara et kaché. In Partenariat scientifique réunir - PAM : Apports de la recherche pour un changement de paradigme Dans l'opérationnalisation de l'approche résilience au sahel. USAID et BMZ. 32-37 pp.

1.8. Demi-lune multifonctionnelle agricole (En expérimentation)

La demi-lune multifonctionnelle (DLM) est un ouvrage antiérosif à vocation polyvalente (agricole, pastorale, sylvicole, horticole). Elle est composée d'une fosse de captage d'eau ayant des Zaï d'attente à son sein, d'un trou de plantation d'arbre, des Zaï internes et externes de la digue, avec ou sans tranchée de désengorgement selon les besoins en eau. Elle est creusée perpendiculairement à la ligne de plus grande pente pour intercepter et infiltrer les eaux de ruissellement.



Demi-lune multifonctionnelle dans la commune rurale de Kalfou – région de Tahoua (Dr. Maman Nassirou Ado)

1. Objectifs

La pratique de la demi-lune multifonctionnelle vise à :

- Capturer l'eau de ruissellement et favoriser son infiltration ;
- Réduire l'érosion hydrique et provoquer la sédimentation ;
- Récupérer des terres dégradées ;
- Réhabiliter la productivité des terres dénudées, indurées et encroutées ;
- Augmenter les superficies cultivables et la productivité agricole.

2. Contexte/Conditions du milieu

Les demi-lunes multifonctionnelles sont réalisables sur des sols à pente faible (inférieure à 3%) des zones agro écologiques aride et semi-aride. Elles sont destinées au traitement des sols généralement peu structurés, avec croûte de battance ou graveleuse (ex. glacis, collines et plateaux rocaillieux) et sujets à l'érosion sévère.

3. Etapes de mise en œuvre/Itinéraire technique

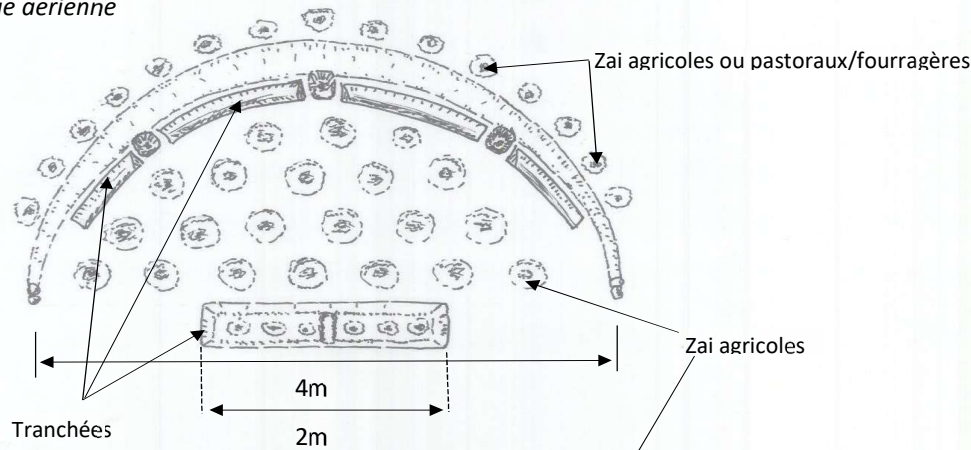
- Déterminer les courbes de niveau à l'aide d'un niveau à eau ou un compas à niveau ou par un relevé topographique ;
- Tracer les courbes de niveaux ;
- Marquer les points de Zaï interne et externe ainsi que celui de la fosse de captage d'eau ;
- Ouvrir les Zaï et la fosse de captage à la pioche et à la pelle ;
- Éviter la terre de l'intérieur des trous des Zaï, de la plateforme de plantation et de la fosse de captage afin de constituer les cuvettes ;
- Déposer la terre en un bourrelet semi-circulaire au sommet aplati séparant les trous des Zaï internes et externes plus précisément du côté aval de la plateforme de plantation ;
- Ouvrir les Zaï externes et placer la terre sur le bourrelet ;
- Protéger les extrémités des bourrelets autant que possible par des moellons pour éviter l'érosion lors des débordements ;
- Période de réalisation : fin novembre à mars.

➤ **Caractéristiques techniques**

Les normes techniques de la DLM sont :

- Diamètre de la DLM : 4 m ;
- Hauteur bourrelet : 0,30 à 0,40 m de haut et 0,60 à 0,75 m de base ;
- Écartement sur la ligne de niveau : 4 m soit 12,5 DLM/100 m ;
- Écartement entre les lignes : 5 m soit environ 20 lignes/100m ;
- Emprise de chaque DLM (section de la DLM et de son impluvium) : 4 m x 10 m = 40 m² ;
- Densité : 12,5 x 20 = 250 DLM/ha
- Disposition des DLM : en quinconce ;
- Fosse de captage : si section carrée : 1 x 1 m et profondeur 0,4 à 0,5 m ; 2m x 0,5m et profondeur 0,4 à 0,5 m si section rectangulaire ;
- Zaï internes et externes : Diamètre 0,3 à 0,4 m ; Profondeur : 0,30 m avec remplissage de 0,15 m avec du compost ou la fumure organique ; Espacement 0,8 m à 1m ;
- Normes d'exécution de l'ouvrage : 1 DLM/H.j.
- Densité des zais variable en fonction du modèle de DLMF. En général 17 à 24 zais par DLM dont 10 à 15 internes et 7 à 9 externes

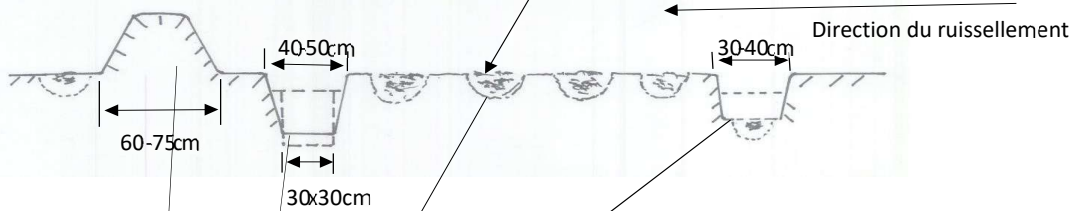
Vue aérienne



Tranchées

Zai agricoles

Vue latérale



Direction du ruissellement



Illustrations en plan et en coupes des multifonctionnelles agricoles (photo PAM)

➤ Formation des communautés et organisation du chantier

Les communautés villageoises travaillant sur le chantier doivent être formées sur le respect des normes techniques des DLM.

L'organisation de chantier comprend un chef chantier, un contrôleur ou pointeur, des équipes de traceurs et autres participants organisés en équipe de 10 à 22 personnes. Chaque équipe est dirigée par un chef d'équipe. Le contrôleur ou pointeur supervise 5 équipes et vérifie le respect des normes techniques des ouvrages confectionnés.

➤ Matériel technique

Le matériel nécessaire : niveau à eau, pelle, pioche, Equipement de Protection Individuelle (EPI), compas métallique ou en bois de rayon 2 m, corde de 100 m.

➤ **Mise en valeur des ouvrages**

Les demi-lunes multifonctionnelles sont mises en valeur en plantant des arbres d'au moins 30 cm de hauteur dans les trous de plantation soit 250 plants/ha. De plus, le bord amont du bourrelet ainsi que les Zaï internes et externes sont mis en culture.

En fin de campagne agricole, les Zaï d'attente sont plantés en Cucurbitacées.



Production du Sorgho, Niébé et Moringa dans la demi-lune fonctionnelle à Kalfou –Tahoua (Dr. M. N. Ado)

4. Mesures de gestion, d'appropriation et de pérennisation

- Remettre en état les bourrelets détruits (début de la saison des pluies et après chaque grande pluie) ;
- Curer la fosse de captage d'eau, les tranchées de désengorgement et des Zaï ;
- Corriger les erreurs d'orientation et d'espacement sur les ouvrages et faire un renforcement de l'amendement organique par le compost ;
- Poursuivre la revégétalisation des ouvrages au moyen du regarnis (en saison des pluies) ;
- Garder le site traité durant 3 ans. La norme la plus courante est d'un gardien pour 15 ha ;
- Mettre en place d'un comité de gestion (COGES) du site ;
- Elaboration d'un plan d'aménagement et de gestion du site restauré (PAGSR).
- Signer une convention locale entre la population bénéficiaire (groupe d'exploitant) et les collectivités territoriales.

5. Avantages et inconvénients/contraintes

Avantages	Inconvénients/contraintes
<ul style="list-style-type: none"> - Mobilisation des eaux de ruissellement ; - Recharge de la nappe phréatique ; - Amélioration de la structure des sols ; - Récupération des terres encroûtées à des fins agricoles ; - Séquestration du carbone ; - Amélioration du rendement de la production agricole - Diversification de la production agricole ; - Production de fourrage. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exigence d'un entretien régulier ; - Exigence d'une importante main d'œuvre ; - Exigence d'une mise en défens; - Exigence d'une quantité importante de fumure organique. - Exigence de technicité de la part de la population et de temps

6. Coûts de la technique

Coût de la technologie à l'hectare

Rubriques	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Montant (FCFA)
Main d'œuvre planification et traçage	H/j	4	2000	8000
Main d'œuvre confection des ouvrages	H/J	250	2000	500000
Plants forestiers	Plants	250	100	25000
Transport et plantation	Plants	250	100	25000
Fumure organique	Kg	1800	15	27000
Kit petit matériel (daba, pioche, pelle, compas, niveau d'implantation, corde...etc.)	FF ^{1*}	1	3 500	3 500
Equipement de Protection Individuelle (EPI) Gants, bottes, masques,	FF ^{2*}	1	300	300
Regarnis en 2eme année : achat, transport et plantation	Plants	83	200	16600
Gardiennage (sur 3 ans)	H/an	3	20 000	60000
Encadrement	H/j	1	7000	7000
Total investissement				672400

NB : Ces coûts sont indicatifs et peuvent varier suivant les contextes

- 1* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un kit matériel (pelles pioche, daba corde niveau à eau, etc.) coûtant 350000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an ;
- 2* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un EPI (gants, bottes, masques, etc.) coûtant 30000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an

7. Durée de vie

La durée de vie d'une demi-lune multifonctionnelle est de 2 à 5 ans selon la texture du sol. Cependant, surcreusement des Zaï et des tranchées est obligatoire au cas où ils sont comblés de sédiments.

Références bibliographiques

- **WFP, 2019.** Standards et variations techniques sur des activités CES/DRS - milieux arides/semi-arides. Cahier de terrain Dakar (Sénégal). 32 p.
- **Ministère du Développement Agricole (MDA), 2006.** Recueil des fiches techniques en gestion des ressources naturelles et de productions agro-sylvo-pastorales, Niamey, Niger, Programme d'Actions Communautaires (PAC). 270 p.
- **CILSS, 2012.** Bonnes pratiques agro-sylvo-pastorales d'amélioration durable de la fertilité des sols au Burkina Faso. 194 p.

1.9. Demi-lune multifonctionnelle agrosylvopastorale (En expérimentation)

La demi-lune multifonctionnelle agrosylvopastorale (DLMAS) est un ouvrage antiérosif constitué d'une cuvette, d'une petites tranchées aval de désengorgement, de la fosse de captage, d'un trou de plantation d'arbres et des Zai externes à la digue (bourrelet), creusé perpendiculairement à la ligne de plus grande pente pour intercepter et infiltrer les eaux de ruissellement.



Image d'une demi-lune multifonctionnelle agrosylvopastorale à Tahoua (Photo PAM)

1. Objectifs

La pratique de la demi-lune multifonctionnelle agrosylvopastorale vise à :

- Capter l'eau de ruissellement et favoriser son infiltration ;
- Réduire l'érosion hydrique et provoquer la sédimentation ;
- Récupérer des terres ;
- Réhabiliter la productivité des terres dénudées, encroûtées et indurées ;
- Augmenter les superficies cultivables et le rendement des cultures.

2. Contexte/Conditions du milieu

Les demi-lunes multifonctionnelles agrosylvopastorales sont réalisables sur des sols indurés et encroûtés des zones agro écologiques aride et semi-aride. Elles s'appliquent sur des sols aux pentes plus fortes que celles de l'application des demi-lunes multifonctionnelles (pente supérieure à 3%).

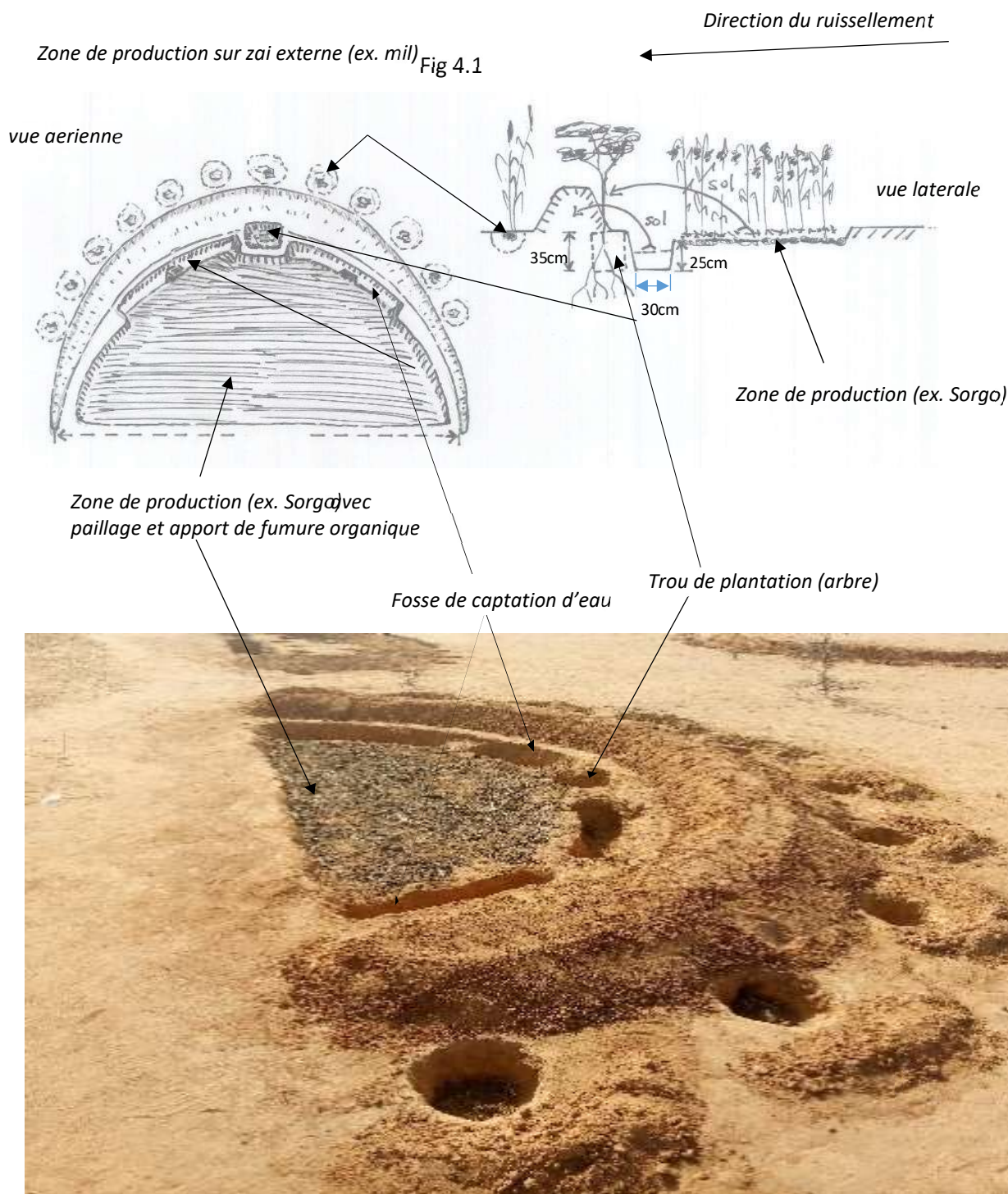
3. Etapes de mise en œuvre

- Déterminer les courbes de niveau à l'aide d'un niveau à eau ou d'un compas à niveau ou par un levé topographique ;
- Tracer les courbes de niveaux ;
- Tracer l'emplacement des cuvettes à l'aide d'un compas ;
- Marquer les points de Zaï externes ainsi que ceux de la tranchée de désengorgement et de la fosse de captage ;
- Creuser la tranchée de désengorgement ;
- Ouvrir la cuvette d'exploitation, les Zaï et le trou de plantation à la pioche et à la pelle ;
- Éviter la terre de l'intérieur de la cuvette, des trous Zaï des tranchées et ;
- Déposer la terre en un bourrelet semi-circulaire séparant les trous des Zaï externes des tranchées ;
- Protéger les extrémités des bourrelets autant que possible par des moellons pour éviter l'érosion lors des débordements ;
- Marquer et réaliser les trous de plantation.

➤ **Caractéristiques techniques**

Les normes techniques de la DLMAS sont :

- Diamètre de la DLMAS : 4 m ;
- Hauteur bourrelet : 0,30 à 0,40 m de haut et 0,60 à 0,75 m de base ;
- Écartement sur la ligne de niveau : 4 m soit 12,5 DLMAS /100 m ;
- Écartement entre les lignes : 5 m soit environ 20 lignes/100m ;
- Emprise de chaque DLMAS (sa section et son impluvium) : 4 m x 10 m = 40 m² ;
- Densité : 12,5 x 20 = 250 DLMAS/ha ;
- Disposition des DLMAS : en quinconce ;
- Fosse de captage rectangulaire de 2 m x 0,5 m et profondeur 0,4 m à 0,5 m ;
- Tranchée de désengorgement de 0,30 m de large et 0,30 m de profondeur ;
- Cuvette d'exploitation de 15 cm de profondeur avec remplissage de 5 cm de composte ;
- Zaï externes : Diamètre 0,3 à 0,40 m ; Profondeur : 0,30 m avec remplissage de 0,15 m avec du compost ou du fumier ; Espacement 0,8 m à 1 m ;
- Normes d'exécution de l'ouvrage : 1 DLMAS/H.j
- Densité des Zaï externes : 7 à 9 par DLMAS



Illustrations en plan et en coupes d'une demi-lune multifonctionnelle agrosylvopastorale (photo PAM

Formation des communautés et organisation du chantier

Les communautés villageoises travaillant sur le chantier doivent être formées sur le respect des normes techniques des DLMAS.

Le modèle d'organisation le plus rencontré comprend un chef chantier, un contrôleur ou pointeur, des équipes de traceurs et autres participants organisés en équipe de 10 à 22 personnes. Chaque équipe est dirigée par un chef d'équipe.

Le contrôleur ou pointeur supervise 5 équipes et vérifie le respect des normes technique des ouvrages confectionnés.

➤ **Matériel technique**

Le matériel nécessaire : niveau à eau, pelle, pioche, Equipement de Protection Individuelle (EPI), compas métallique ou en bois de rayon 3 m, corde de 100 m.

➤ **Mise en valeur des ouvrages**

Les demi-lunes à tranchée multiples sont mises en valeur en plantant des arbres d'au moins 30 cm de hauteur dans chaque trou de plantation de la tranchée soit 2 à 3 plants par ouvrage d'où une densité de plants à l'hectare variable de 500 à 750 plants/ha. La partie amont du bourrelet ainsi que les Zaï internes et externes sont mis en culture.

4. Mesures de gestion, d'appropriation et de pérennisation

- Remettre en état les bourrelets détruits ;
- Curer les tranchées et les Zaï ;
- Corriger les erreurs d'orientation et d'espacement sur les ouvrages et faire un renforcement de l'amendement organique par le compost. La réparation doit être faite avant le début de la saison des pluies puis après chaque grande pluie (plus de 100 mm) ;
- Poursuivre la revégétalisation des ouvrages au moyen du regarnis ;
- Garder le site traité durant 3 ans. Le ratio le plus rencontré est d'un gardien pour 15 ha ;
- Mettre en place un comité de gestion (COGES) du site ;
- Elaborer un plan d'aménagement et de gestion du site restauré (PAGSR).

5. Avantages et inconvénients/contraintes

Avantages	Inconvénients/contraintes
<ul style="list-style-type: none"> - Mobilisation des eaux de ruissellement ; - Recharge de la nappe phréatique ; - Amélioration de la structure des sols ; - Récupération des terres encroûtées à des fins d'usages agricole et sylvicole ; - Production polyvalente ; - Pallier le risque d'arrêt précoce des pluies ; - Pallier les problèmes d'engorgement, de pourrissement des semis et d'asphyxie des cultures constatés dans les DL classiques - Séquestration du carbone ; - Accroissement de la productivité agricole ; - Adaptation aux sols peu profonds et indurés ; - Amélioration du rendement de la production agricole. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exigence d'un entretien régulier ; - Exigence d'une importante main d'œuvre ; - Exigence d'une mise en défens ; - Ouvrage en expérimentation ; - Risque de blessure des animaux en divagation ; - Exigence d'une quantité importante de fumure organique ; - Exigence de beaucoup de temps et de technicité.

6. Coût de la technique

Coût de la technique à l'hectare

Rubriques	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Montant (FCFA)
Main d'œuvre planification et traçage	H/j	4	2000	8000
Main d'œuvre confection des ouvrages	H/J	250	2000	500000
Plants forestiers	Plants	750	100	75000
Transport et plantation	Plants	750	100	75000
Kit petit matériel (daba, pioche, pelle, compas, niveau d'implantation, corde...etc.)	FF ^{1*}	1	3 500	3 500
Equipement de Protection Individuelle (EPI) Gants, bottes, masques)	FF ^{2*}	1	300	300
Regarnis en 2eme année : achat, transport et plantation	Plants	250	200	50000
Gardiennage (sur 3 ans)	H/an	3	20 000	60000
Encadrement	H/j	1	7000	7000
Total investissement				778800

NB : Ces coûts sont indicatifs et peuvent varier suivant les contextes

- 1* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un kit matériel (pelles pioche, daba corde niveau à eau etc) coûtant 350000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an ;
- 2* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un EPI (gants, bottes, masques, etc.) coûtant 30000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an

7. Durée de vie

La durée de vie d'une demi-lune multifonctionnelle agrosylvopastorale est de 2 à 5 ans. La vitesse de sédimentation conditionnera le surcreusement des tranchées et des zais de l'ouvrage.

Références bibliographiques

- **CILSS. 2012.** *Bonnes pratiques agro-sylvo- pastorales d'amélioration durable de la fertilité des sols au Burkina Faso.* 194p.
- **WFP, 2019.** *Standards et variations techniques sur des activités CES/DRS - milieux arides/semi-arides. Cahier de terrain nr.1 (exercice de travail) Dakar (Sénégal).* 32p.

1.10. Banquette forestière

La banquette forestière (BF) est une longue excavation disposée sur la courbe de niveau et munie d'ailes orientées vers l'amont du versant. Elle se compose d'un bourrelet à l'aval et d'un fossé à l'amont muni de deux ailes et à l'aval duquel sont plantées des espèces ligneuses.



Image d'une banquette forestière remplie d'eau sur le site de Barakan (Ouallam) (photo Labo Yahaya)

1. Objectifs

Les objectifs visés par la banquette forestière sont :

- Capturer l'eau de ruissellement,
- Favoriser l'infiltration et la recharge de nappe,
- Lutter contre l'érosion hydrique,
- Augmenter la disponibilité des terres pour les productions sylvicoles sur les plateaux et sur les glacis dégradés.

2. Contexte/Conditions du milieu

Les pratiques de banquettes forestières sont rencontrées en zones sahélienne (300 à 400 mm) et sahélo-soudanienne avec une pluviométrie (400 à 600 mm). Elles sont implantées sur des terres dégradées à pente < 5% des plateaux et glacis à sol limoneux ou limono-sableux, induré et encroûté. Elles sont proscrites sur des glacis ensablés, des terrains argileux en pente ou sur des sols dont la profondeur est moins de 50 cm. Les banquettes forestières sont conçues pour la production sylvicole voire sylvopastorale (ligneux fourragers).

3. Etapes de mise en œuvre

Les étapes de la mise en œuvre sont :

- Filage de courbe de niveau ;
- Traçage de la base de la banquette ;
- Piochage de la base de la banquette ;
- Construction de la diguette ou bourrelet ;
- Compactage manuel et revêtement en pierres (si disponibles) de toute la diguette ;
- Trouaison pour plantation ;
- Période de réalisation : décembre à mai.

➤ **Caractéristiques techniques**

- Longueur de la base : 60 m ;
- Longueur de l'aile : 10 m ;
- Largeur de la base du bourrelet : 2 m ;
- Hauteur du bourrelet : 0,70 m ;
- Largeur du sommet du bourrelet : 1 à 1,5 m ;
- Largeur du fossé : 1 m ;
- Profondeur du fossé : 0,40 m ;
- Écartement entre ouvrages sur la ligne de niveau : 10 m soit 1,43 BF/100 m
- Écartement entre les lignes de banquettes (fonction de la pente et de la nature du sol) : 25 à 30 m soit 4 à 3,33 lignes de BF/100 m ;
- Densité : 5 à 6 BF/ha : avec l'écartement de 25 m, le nombre de BF/ha est de $1,43 \times 4 \approx 6$; avec l'écartement de 30 m, le nombre de BF/ha est de $1,43 \times 3,33 \approx 5$
- Disposition des BF : en quinconce ;

En zone saharo-sahélienne (pluviométrie < 300 mm) les caractéristiques sont les mêmes que celles des zones sahéniennes et sahélo-soudanienne sauf l'écartement entre les lignes et la densité :

- Profondeur : 0,40 m ;
- Écartement entre les lignes : 35 m ;
- Densité : 4 BF/ha ;
- Norme d'exécution : 1 banquette pour 8 H/j.

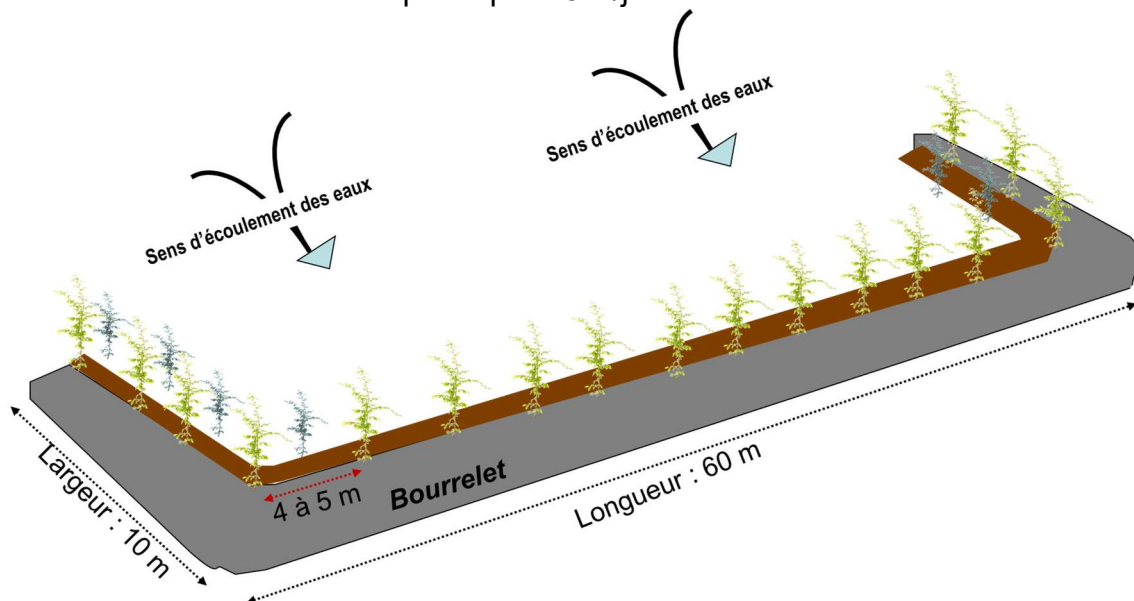
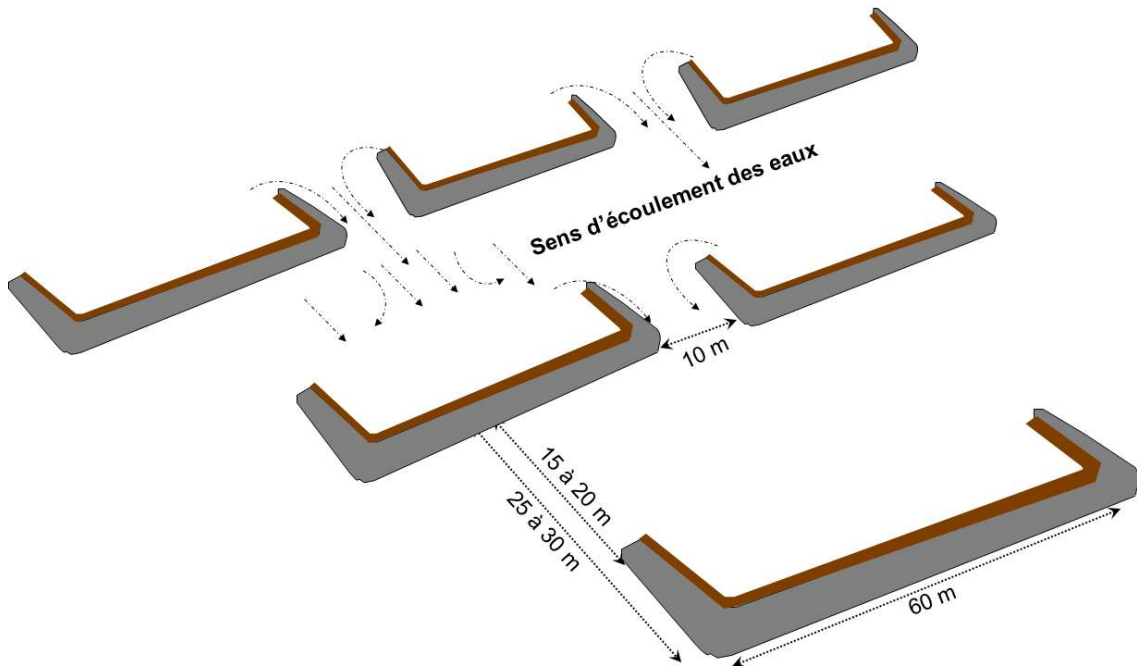


Schéma d'une banquette forestière et zone de plantation de parts et d'autres de la tranchée
(Illustration Dr Sani M.A.G.)



Disposition en quinconce des banquettes forestières (Sani M A G)

➤ **Formation des communautés et organisation du chantier**

Les communautés villageoises travaillant sur le chantier doivent être formées sur le respect des normes techniques des BF.

Le modèle d'organisation le plus rencontré comprend un chef chantier, un contrôleur ou pointeur, des équipes de traceurs et autres participants organisés en équipe de 10 à 22 personnes. Chaque équipe est dirigée par un chef d'équipe. Le contrôleur ou pointeur supervise 5 équipes et vérifie le respect des normes techniques des ouvrages confectionnés.

➤ **Matériel technique**

Le matériel nécessaire : niveau à eau ou à bulle, pelle, pioche, Equipement de Protection Individuelle (EPI) (Bottes et gants et cache-nez).

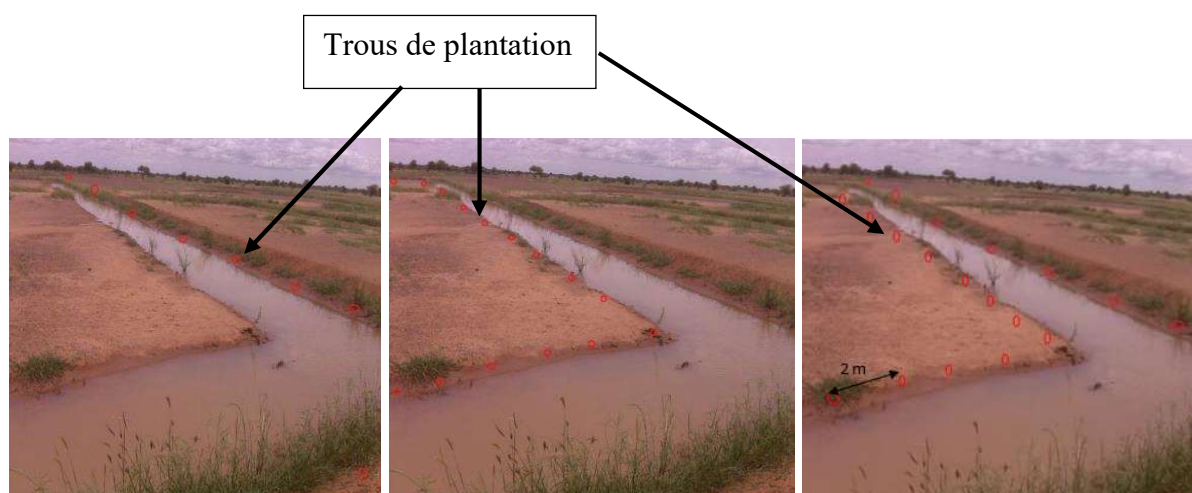
➤ **Mise en valeur des ouvrages**

Les banquettes forestières sont mises en valeur avec des plants d'au moins 30 cm de hauteur. Les plants sont plantés dans la partie en amont ou en aval du fossé avec une préférence sur la partie aval. Il est recommandé de planter à 30 cm du fossé pour éviter l'asphyxie des plants.

Pour un reboisement intensif, deux lignes de plantation (une ligne dans la partie amont et une autre dans la partie aval du fossé) peuvent être recommandées par banquette.

L'écartement entre les plants est de 5 m soit une densité de 16 plants/banquette à une ligne de plantation ou 32 plants/banquette à deux lignes de plantation.

NB : Lorsqu'on opte pour un reboisement avec des espèces buissonnantes telles que : *Combretum micranthum*, *Guiera senegalensis*, l'écartement entre les plants peut être de 2 m soit une densité de 40 plants/banquette à une ligne de plantation (soit 240 plants/ha (cas de 6 banquettes/ha) ou 200 plants/ha (cas de 5 banquettes/ha) et 80 plants/banquette à deux lignes (soit 480 plants/ha ou 400 plants/ha).



Différents emplacements de lignes de plantation sur trois photos de banquettes forestières remplies d'eau (Photo Ambouta J.M.K)

4. Mesures de gestion, d'appropriation et de pérennisation

- Vérifier l'intégrité des banquettes après chaque forte pluie ;
- Réparer immédiatement les éventuels dommages constatés notamment les zones de fuite ;
- Reconstruire les crêtes des bourrelets à leur hauteur d'origine après chaque saison ;
- Renforcer le revêtement en pierres ;
- Garder le site pendant au moins 3 ans, le ratio recommandé est d'un gardien pour 25 ha ;
- Mettre en place un comité de gestion (COGES) du site ;
- Elaborer un plan d'aménagement et de gestion du site restauré (PAGSR) ;
- Signer une convention locale entre la population bénéficiaire (groupe d'exploitants) et les collectivités territoriales.

5. Avantages et inconvénients/contraintes

Avantages	Inconvénients/contraintes
<ul style="list-style-type: none"> - Recharge de la nappe phréatique ; - Lutte contre l'érosion hydrique ; - Augmentation des productions sylvicoles ; - Révégétalisation des terres dégradées dès la première année ; - Réduction du risque d'inondation à l'aval ; - Séquestration du carbone après la mise en valeur. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exigence d'un entretien régulier ; - Exigence d'une forte main d'œuvre.

6. Coût de la technique

Coût de la technique des banquettes forestières à l'hectare (cas de 6 banquettes/ha et de deux lignes de plantation/banquette et écartement entre plant de 5 m soit 32 plants/banquette)

Rubriques	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Montant (FCFA)
Main d'œuvre planification et traçage	H/j	4	2000	8000
Main d'œuvre confection des ouvrages	H/J	48	2000	96000
Main d'œuvre Trouaison	Unité	192	50	9600
Plants forestiers	Plants	192	100	19200
Transport et plantation	Plants	192	100	19200
Kit petit matériel (daba, pioche, pelle, compas, niveau d'implantation, corde...etc.)	FF ^{1*}	1	3 500	3 500
Equipement de Protection Individuelle (EPI) Gants, bottes, masques,	FF ^{2*}	1	300	300
Regarnis en 2 ^{ème} année : achat, transport et plantation	Plants	64	200	12800
Gardiennage (sur 3 ans)	H/an	3	20000	60000
Encadrement	H/j	1	7000	7000
Total investissement				235600

NB : Les couts peuvent changer suivant le contexte

- 1* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un kit matériel (pelles pioche, daba corde niveau à eau, etc.) coûtant 350000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an ;
- 2* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un EPI (gants, bottes, masques, etc.) coûtant 30000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an

7. Durée de vie

Une banquette forestière reste fonctionnelle au moins 10 ans. Au cas où la cuvette est comblée, on peut la surcreuser au besoin.

Références bibliographiques

- **Ministère du Développement Agricole (MDA), 2006.** Recueil des fiches techniques en gestion des ressources naturelles et de productions agro-sylvo-pastorales, Niamey, Niger, Programme d'Actions Communautaires (PAC). 270 p.
- **Programme d'Appui à la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (AGIRE), GIZ, 2019.** Catalogue des bonnes pratiques de collecte et de valorisation des eaux pluviales en ligne disponible à travers le lien : <http://agire-maroc.org/DocBiblio/Catalogue-GIZ-BP-CEP.pdf>

1.11. Banquette sylvo-agricole

La banquette sylvo-agricole (BSA) est un long fossé bordé à l'aval par un bourrelet en terre, en pierres ou mixte, en forme de diguette antiérosive réalisé le long des courbes de niveau. Le fossé est muni de deux ailes dont l'espace entre les deux ailes est cultivé et le long des bordures du fossé est planté d'arbres.

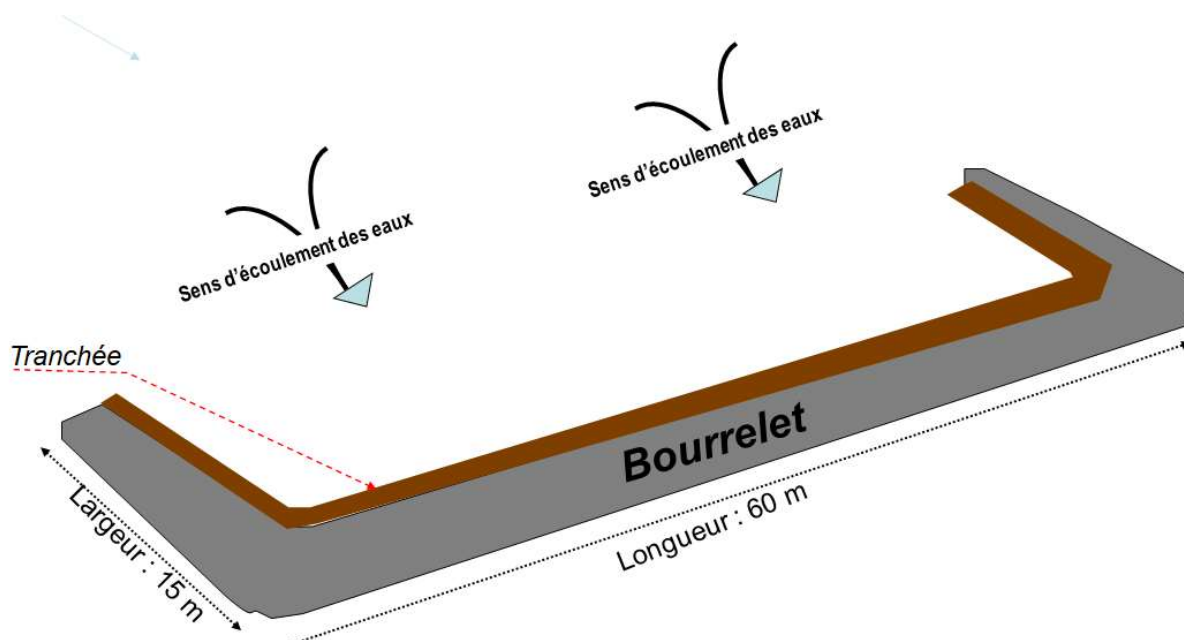


Schéma d'une banquette sylvo-agricole (Illustration Dr Sani M.A.G.)

1. Objectifs

Les objectifs visés par la banquette sylvo-agricole sont :

- Lutter contre l'érosion hydrique et favoriser la sédimentation ;
- Créer un système de collecte des eaux de pluie ;
- Augmenter la disponibilité des terres pour la production agricole et sylvicole sur les plateaux et sur les glacis dégradés.

2. Contexte/Conditions du milieu

Les banquettes sylvo-agricoles sont des techniques utilisables sur glacis et plateau érodés.

Elles sont implantées sur des terres dégradées à pente < 5% des plateaux et glacis à sol limoneux ou limono-sableux, induré et encroûté. Elles sont proscrites sur des glacis ensablés, des terrains argileux en pente ou sur des sols dont la profondeur est moins de 50 cm.

3. Etapes de mise en œuvre

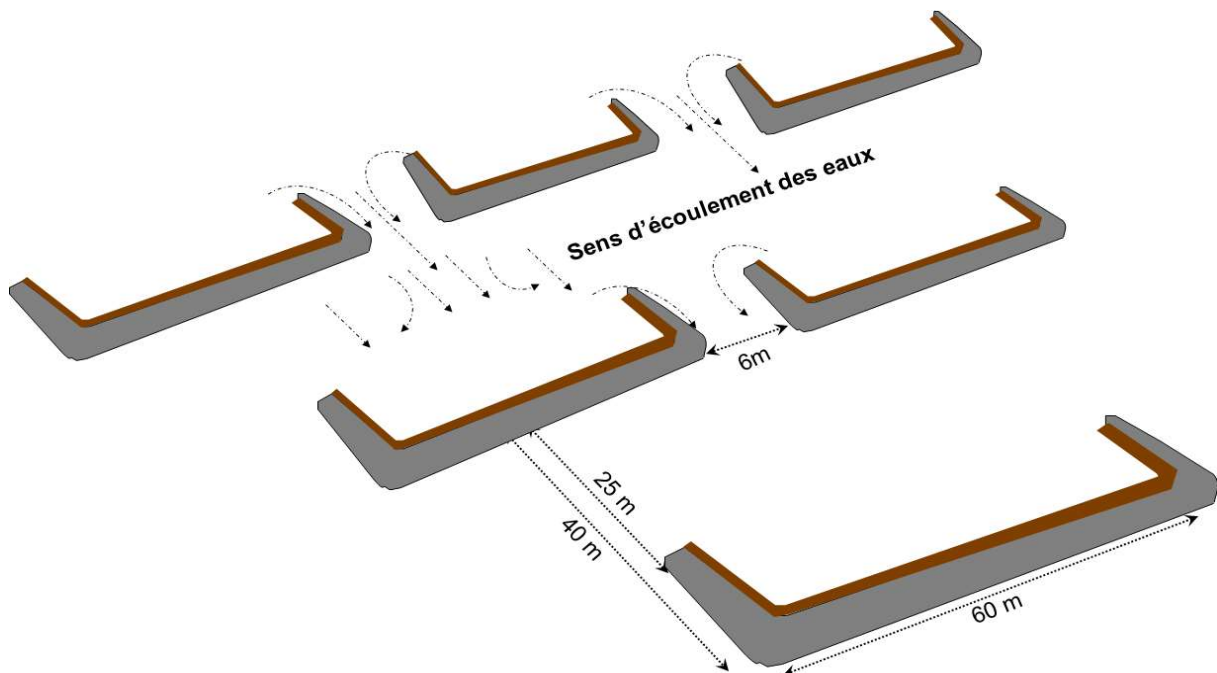
- Filage de courbe de niveau ;
- Traçage de la base de la banquette ;
- Ouverture du fossé de la banquette ;
- Construction avec la terre sortie du fossé de la diguette ou bourrelet en aval du fossé ;
- Compactage manuel et revêtement de toute la diguette ;

- Sous-solage mécanique d'une bande de 15 m de largeur correspondant à la bande cultivée entre les deux ailes ;
- Trouaison pour plantation ;
- Période de réalisation : décembre à avril.

➤ **Caractéristiques techniques**

Les normes techniques de la BSA :

- Longueur de la base : 60 m ;
- Longueur de l'aile : 15 m ;
- Largeur de la base du bourrelet : 2,5 m ;
- Hauteur du bourrelet : 0,60 m ;
- Largeur du sommet du bourrelet : 1 à 1,5 m ;
- Largeur du fossé : 2 m ;
- Profondeur du fossé : 0,20 à 0,50 m ;
- Écartement sur la ligne de niveau : 6 m soit 1,51 BSA/100 m ;
- Écartement entre les lignes de banquettes (fonction de la pente et de la nature du sol) : 40 m soit 2,5 lignes de BSA/100 m ;
- Densité : 4 BSA/ha : avec l'écartement de 40 m entre les lignes, le nombre de BSA/ha est de $1,51 \times 2,5 = 3,77 \approx 4$;
- Disposition des BSA : en quinconce
- Norme d'exécution : 1 banquette pour 8 H/j.



Disposition en quinconce des banquettes sylvo-agricoles (gauche) ((Sani M AG)

➤ **Formation des communautés et organisation du chantier**

Les communautés villageoises travaillant sur le chantier doivent être formées sur le respect des normes techniques des BSA.

L'organisation du chantier comprend un chef chantier, un contrôleur ou pointeur, des équipes de traceurs et autres participants organisés en équipe de 10 à 22 personnes. Chaque équipe est dirigée par un chef d'équipe. Le contrôleur ou pointeur supervise 5 équipes et vérifie le respect des normes techniques des ouvrages confectionnés.

➤ **Matériel technique**

Le matériel nécessaire : niveau à eau ou à bulle, dame, pelle, pioche, Equipement de Protection Individuelle (EPI) : Bottes et gants, Unité Mécanisée (tracteur avec charrue)

➤ **Mise en valeur des ouvrages**

En deuxième année, l'espace entre les deux ailes doit être labouré en billons parallèles à la base de la banquette.

Les banquettes sylvo-agricoles sont mises en valeur avec la culture et des plants d'au moins 30 cm de hauteur.

Surface cultivée par banquette : (Longueur de l'aile – largeur du fossé) x (longueur de la banquette – 2 x largeur du fossé) = (15 m – 2 m) x (60 m – 2 x 2 m) = 728 m² ;

Les spéculations agricoles sont semées dans la partie labourée (Densité : 0,80 m sur 0,80m soit 1138 poquets). Le rendement en grains : >1000 kg/ha de mil.

Les plants sont plantés dans la partie entre le fossé et le bourrelet. Il est recommandé de planter à 30 cm en aval du fossé. L'écartement entre les plants est de 5 m soit 18 plants par banquette.



Vue d'une banquette sylvo-agricole cultivée en mil (DRRT/DE/ME/LCD)

4. Mesures de gestion, d'appropriation et de pérennisation

- Assurer des suivis et des entretiens réguliers
- Entretiens culturaux : apport de 500 kg/banquette de Matière organique soit 2 t/ha, sarclage, démariage ;
- Laisser sur place une partie des résidus après la récolte
- Mettre en place un comité de gestion (COGES) du site ;
- Elaborer un cahier de charge avec les propriétaires terriens

5. Avantages et inconvénients/contraintes

Avantages	Inconvénients/contraintes
<ul style="list-style-type: none"> - Augmentation des superficies agro-sylvicoles ; - Augmentation des productions agro-sylvicoles ; - Recharge de la nappe phréatique ; - Lutte contre l'érosion hydrique ; - Conservation des sols sur les terrains en pente ; - Réduction du risque d'inondation à l'aval ; - Séquestration du carbone. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exigence d'un entretien régulier ; - Exigence d'une forte main d'œuvre. - Exigence d'un travail mécanique

6. Coûts de la technique

Coût de la technique des banquettes sylvo-agricoles à l'hectare (cas d'une ligne de plantation/banquette)

Rubriques	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Montant (FCFA)
Main d'œuvre planification et traçage	H/j	4	2000	8000
Main d'œuvre confection des ouvrages	H/J	48	2000	96000
Main d'œuvre trouaison	Unité	96	50	4800
Location engin pour sous-solage	Forfait	forfait	forfait	7500
Plants forestiers	Plants	96	100	9600
Transport et plantation	Plants	96	100	9600
Kit petit materiel (daba, pioche, pelle, compas, niveau d'implantation, corde...etc.)	FF ^{1*}	1	3 500	3 500
Equipement de Protection Individuelle (EPI) Gants, bottes, masques,	FF ^{2*}	1	300	300
Regarnis en 2 ^{ème} année : achat, transport et plantation	Plants	32	200	6400
Gardiennage (sur 3 ans)	H/an	3	20000	60000
Encadrement	H/j	1	7000	7000
Total investissement				212700

NB : les coûts peuvent varier selon les contextes

- 1* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un kit matériel (pelles, pioche, daba, corde niveau à eau, etc.) coûtant 350000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an ;
- 2* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un EPI (gants, bottes, masques, etc.) coûtant 30000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an

7. Durée de vie

La durée de vie fonctionnelle d'une banquette sylvo-agricole n'excède pas les 5 ans.

Références bibliographiques

- **Ministère du Développement Agricole (MDA), 2006.** Recueil des fiches techniques en gestion des ressources naturelles et de productions agro-sylvo-pastorales, Niamey, Niger, Programme d'Actions Communautaires (PAC). 270 p.
- **Programme d'Appui à la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (AGIRE), GIZ, 2019.** Catalogue des bonnes pratiques de collecte et de valorisation des eaux pluviales, 240 p ; en ligne disponible à travers le lien : <http://agire-maroc.org/DocBiblio/Catalogue-GIZ-BP-CEP.pdf>

1.12. Banquette sylvopastorale

La banquette sylvopastorale (BSP) est une longue excavation disposée sur la courbe de niveau et munie d'ailes orientées vers l'amont du versant. Elle se compose d'un bourrelet à l'aval et d'un fossé à l'amont muni de deux ailes dont l'espace entre les ailes est ensemencé d'herbacées et le long des bordures duquel sont plantés des arbres fourragers.



Banquette sylvopastorale scarifiée et ensemencée

1. Objectifs

Les objectifs visés par la banquette sylvopastorale sont :

- Lutter contre l'érosion hydrique et favoriser la sédimentation ;
- Réduire l'érosion hydrique et créer un système de collecte des eaux de pluie ;
- Assurer la disponibilité en eau des plantes et augmenter la production fourragère ;
- Augmenter la disponibilité des terres pour la production fourragère et sylvicole sur les plateaux dégradés ;
- Favoriser la recharge de la nappe phréatique.

2. Contexte/Conditions du milieu

Les banquettes sylvopastorales sont des technologies utilisées pour récupérer les terres des plateaux, dépourvues de végétation, encroutées et indurées sous l'effet d'une forte érosion hydrique et éolienne.

Les banquettes sylvopastorales sont conçues pour la production fourragère.

3. Etapes de mise en œuvre

- Filage de courbe de niveau ;
- Traçage de la base de la banquette ;
- Traçage et ouverture du fossé de la banquette ;
- Construction, avec la terre sortie du fossé, de la diguette ou bourrelet en aval ;
- Compactage manuel et revêtement de toute la diguette ;
- Scarifiage de l'espace entre les ailes ;
- Trouaison pour plantation ;
- Période de réalisation : décembre à mai.

➤ **Caractéristiques techniques**

- Longueur de la base : 60 m ;
- Longueur de l'aile : 15 m ;
- Largeur de la base du bourrelet : 2,5 m ;
- Hauteur du bourrelet : 0,60 m ;
- Largeur du sommet du bourrelet : 1 à 1,5 m ;
- Largeur du fossé : 2 m ;
- Profondeur du fossé : 0,20 à 0,50 m ;
- Écartement entre les ouvrages sur la ligne de niveau : 6 m soit 1,51 BSP/100 m ;
- Écartement entre les lignes de banquettes (fonction de la pente et de la nature du sol) : 40 m soit 2,5 BSP/100 m ;
- Densité : 4 BSP/ha : avec l'écartement de 40 m, le nombre de BSP/ha est de $1,51 \times 2,5 = 3,77 \approx 4$;
- Disposition des BSP : en quinconce
- Norme d'exécution : 1 banquette pour 8 H/j

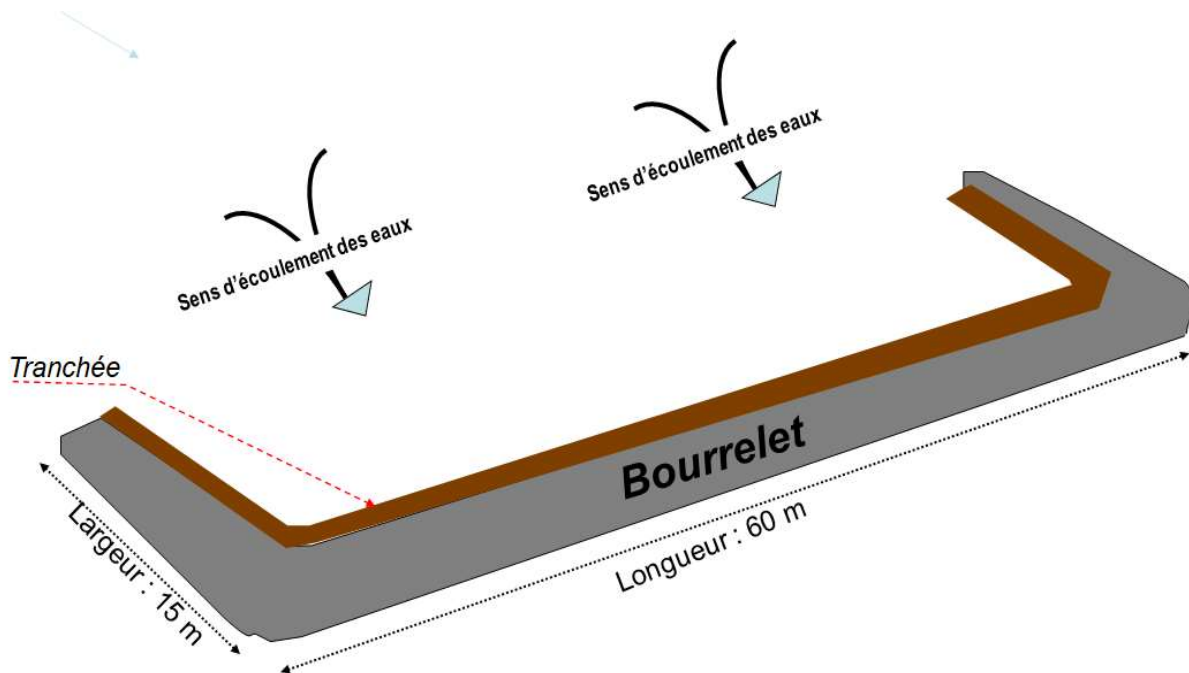


Schéma d'une banquette sylvo-pastorale (Illustration Dr Sani M.A.G.)

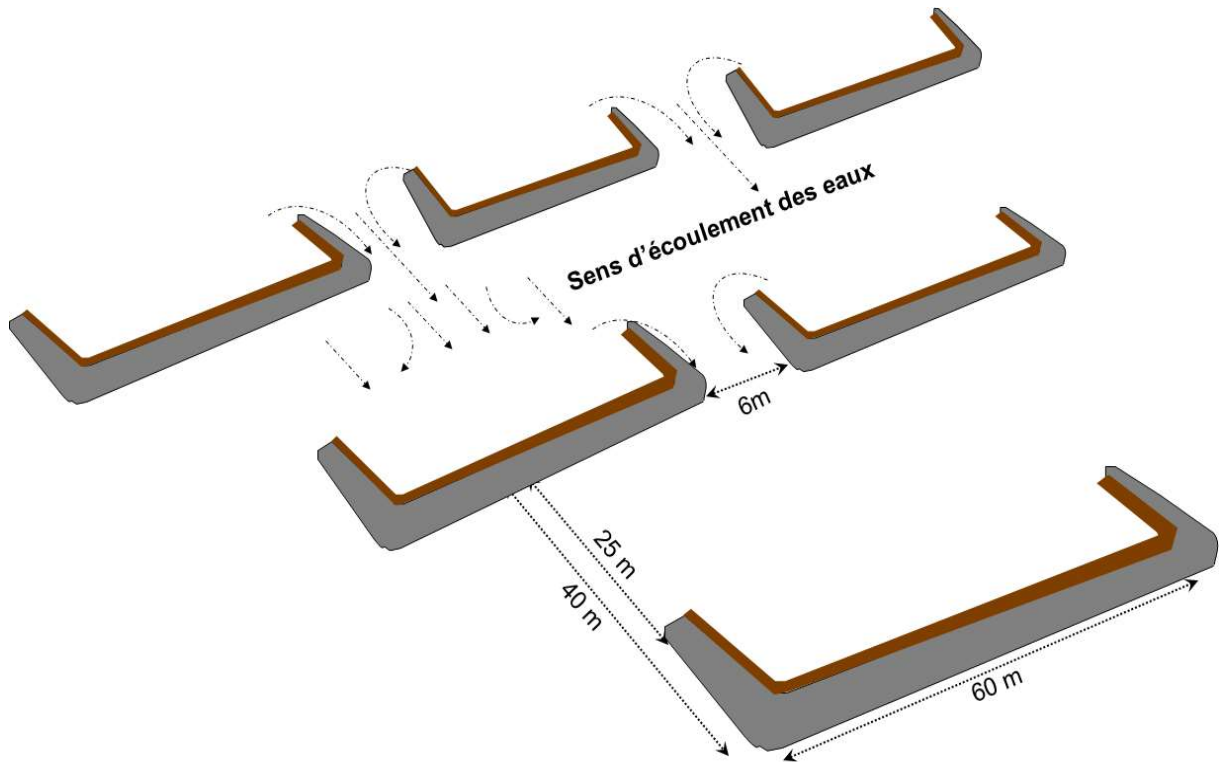


Schéma de la disposition en quincoce des banquettes et dimensions (Illustration Dr Sani M.A.G.)

Les espèces herbacées et ligneuses fourragères utilisées pour l'ensemencement sont entre autres : *Senna tora*, *Eragrostis tremula*, *Brachiaria ramosa*, *Alysicarpus ovalifolius*, *Andropogon gayanus*, *Dactyloctenium aegyptium*, *Schoenfeldia gracilis*, *Ctenium elegans*, *Cymbopogon giganteus*, *Cymbopogon schoenanthus*, *Aristida adscensionis*, *Pennisetumpedicellatum*, *Laptadenia hastata*.

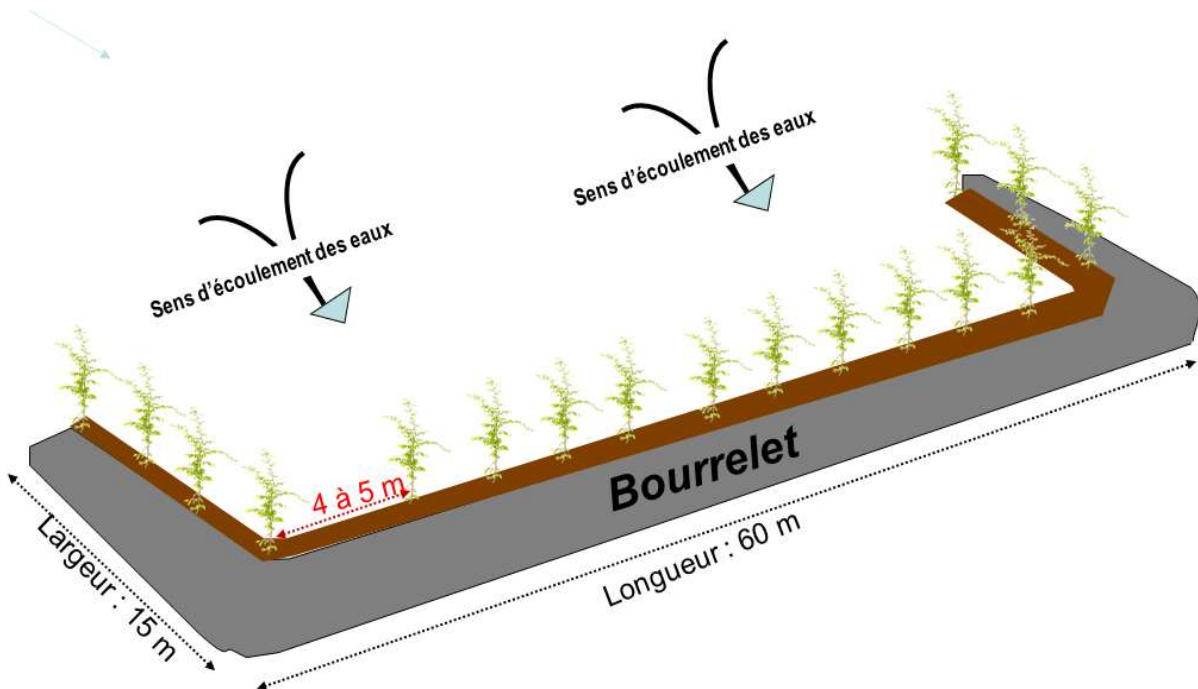


Schéma d'une banquette avec distance entre les plantations (Illustration Dr Sani M.A.G.)

➤ **Formation des communautés et organisation du chantier**

Les communautés villageoises travaillant sur le chantier doivent être formées sur le respect des normes techniques des BSP.

Le modèle d'organisation le plus rencontré comprend un chef chantier, un contrôleur ou pointeur, des équipes de traceurs et autres participants organisés en équipe de 10 à 22 personnes. Chaque équipe est dirigée par un chef d'équipe. Le contrôleur ou pointeur supervise 5 équipes et vérifie le respect des normes techniques des ouvrages confectionnés.

➤ **Matériel technique**

Le matériel nécessaire : niveau à eau ou à bulle, dame, pelle, pioche, Equipement de Protection Individuelle (EPI) : Bottes, gants et masques.

➤ **Mise en valeur des ouvrages**

Les banquettes sylvopastorales sont mises en valeur avec des semences herbacées et des plants d'au moins 30 cm de hauteur. L'ensemencement des herbacés est réalisé entre les deux ailes de l'ouvrage après scarifiage (par épandage des semences-pailles de préférence pour attirer les termites qui favoriseront l'infiltration et l'incorporation au sol de la matière organique) et les plants fourragers sont plantés dans la partie amont ou aval du fossé avec une préférence sur la partie aval. Il est recommandé de planter à 30 cm en amont ou en aval du fossé pour éviter l'asphyxie des plants. Mais, il est préférable de planter entre le fossé et le bourrelet. L'écartement entre les plants varie en fonction des espèces, il est en général de 4 à 5 m.



*Développement de la biomasse herbacée dans une banquette sylvopastorale
(Photo Ambouta J.M.K)*

4. Mesures de gestion, d'appropriation et de pérennisation

- Examiner les banquettes après chaque forte pluie ;
- Réparer immédiatement les éventuels dommages constatés notamment les zones de fuite ;
- Reconstruire les crêtes à leur hauteur d'origine après chaque saison ou quand son niveau est atteint par le dépôt alluvial ;
- Renforcer le revêtement en moellons si possible ;
- Mettre en place un comité de gestion (COGES) du site ;
- Elaborer un plan d'aménagement et de gestion du site restauré (PAGSR) ;
- Signer une convention locale entre la population bénéficiaire (groupe d'exploitant) et les collectivités territoriales.
- Mettre en place un système de gardiennage ;
- Commencer l'exploitation du fourrage herbacé et des semences-pailles à partir de la 2^{ème} année.

5. Avantages et inconvénients/contraintes

Avantages	Inconvénients/contraintes
<ul style="list-style-type: none"> - Augmentation des superficies pastorales et sylvicoles ; - Augmentation des productions fourragères ; - Recharge de la nappe phréatique ; - Lutte contre l'érosion hydrique ; - Conservation des sols sur les terrains en pente ; - Réduction du risque d'inondation à l'aval ; - Séquestration du carbone. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exigence d'un entretien régulier. - Exigence d'une forte main d'œuvre ; - Exigence d'un travail mécanique.

6. Coûts de la technique

Coût de la technique à l'hectare

Rubriques	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Montant (FCFA)
Main d'œuvre planification et traçage	H/j	4	2000	8000
Main d'œuvre confection des ouvrages	H/J	48	2000	96000
Main d'œuvre Trouaison	Unité	96	50	4800
Scarifiage profond	Unité	04	1000	4000
Plants forestiers	Plants	96	100	9600
Transport et plantation	Plants	96	100	9600
Kit petit matériel (daba, pioche, pelle, niveau d'implantation, corde...etc.)	FF ^{1*}	1	3 500	3 500
Equipement de Protection Individuelle (EPI) Gants, bottes, masque,	FF ^{2*}	1	300	300
Regarnis en 2 ^{ème} année : achat, transport et plantation	Plants	80	200	16000
Gardiennage (sur 3 ans)	H/an	3	20 000	60000
Semence herbacée	Kg	5	5000	25000
Epanchage	H/j	1	2000	2000
Encadrement	H/j	1	7000	7000
Total investissement				245800

NB : les coûts peuvent varier selon les contextes

- 1* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un kit matériel (pelles, pioche, daba, corde niveau à eau etc.) coûtant 350000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an ;
- 2* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un EPI (gants, bottes, masques, etc.) coûtant 30000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an

7. Durée de vie

La durée de vie fonctionnelle d'une banquette sylvopastorale est de 10 ans au moins si elle bénéficie d'un entretien régulier. En situation de comblement, l'ouvrage peut être surcreusé.

Références bibliographiques

- **Ministère du Développement Agricole (MDA), 2006.** *Recueil des fiches techniques en gestion des ressources naturelles et de productions agro-sylvo-pastorales, Niamey, Niger, Programme d'Actions Communautaires (PAC).* 270 p.
- **Programme d'Appui à la Gestion Intégrée des Ressources en Eau (AGIRE), GIZ, 2019.** *Catalogue des bonnes pratiques de collecte et de valorisation des eaux pluviales* 240 p ; en ligne disponible à travers le lien : <http://agire-maroc.org/DocBiblio/Catalogue-GIZ-BP-CEP.pdf>

1.13. Tranchée Nardi

Une tranchée Valarani ou Vallerani ou simplement Tranchée Nardi (TN) est un micro-bassin creusé perpendiculairement à la pente et suivant les courbes de niveau à l'aide d'une charrue spécifique appelée charrue Delphino réversible remorquée par un tracteur.



Tranchées Valarani Nardi nouvellement réalisée à Simiri (Ouallam) (Photo : PASP/GTZ).

1. Objectifs

- Collecter les eaux de ruissellement ;
- Favoriser l'infiltration et la rétention des eaux pour la plantation des ligneux ;
- Améliorer la production sylvopastorale ;
- Reboiser de grandes zones dégradées
- Recharger la nappe phréatique.

2. Contexte/Conditions du milieu

Les tranchées Nardi sont indiquées dans les zones aride et semi-aride à pluviométrie comprise entre 200 à 600 mm. Les tranchées Nardi sont conçues pour restaurer des sols dégradés des plateaux dont la pente est de préférence $< 5\%$. Le sol doit avoir au moins une épaisseur de 50 cm.

3. Etapes de mise en œuvre

- Implantation et matérialisation des courbes de niveau ;
- Réglage du labour de la charrue en fonction de la pente du terrain et de l'espacement ;

- Creusage des tranchées en procédant au labour du terrain avec la charrue Delphino ;
- Période de réalisation : Mars à juin ; pour des sols très durs il est préférable d'attendre les premières pluies pour faciliter le travail.

➤ **Caractéristiques techniques**

- Longueur de l'ouvrage : 4 m ;
- Largeur : 0,50 m ;
- Profondeur : 0,40 m ;
- Ecartement sur la ligne de niveau : 1 m soit 20 TN/100 m ;
- Ecartement entre les lignes de tranchées sur pente faible : 4 m soit 25 lignes de tranchées/100 m,
- Densité de TN : $25 \times 20 = 500$ TN/ha.
- Densité moyenne sur pentes plus fortes : jusqu'à 666 TN/ha ;
- Disposition des TN : en quinconce ;
- Norme d'exécution : 40 mn/ha

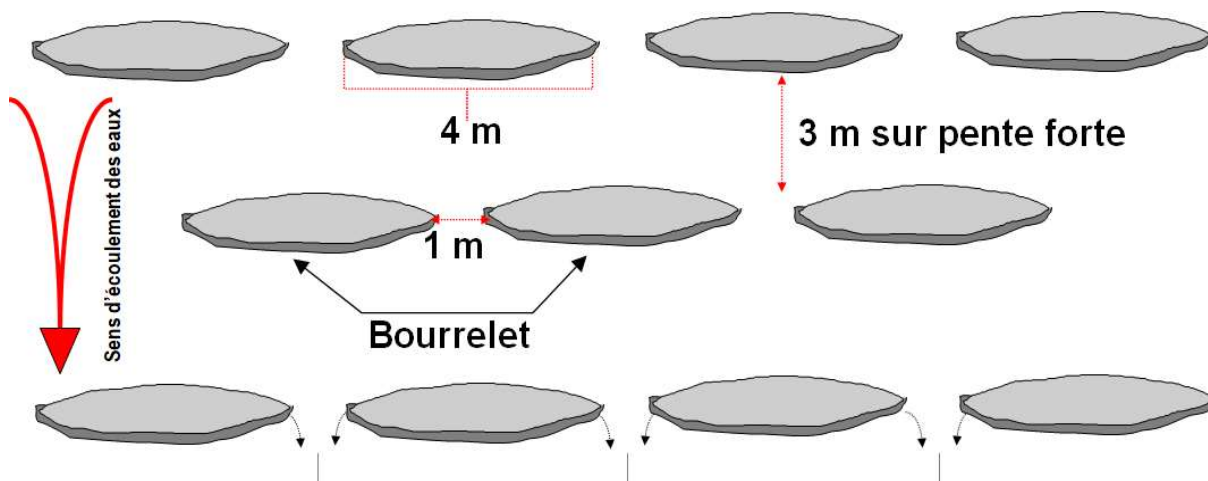


Illustration de la disposition en quinconce des Tranchées Valarani Nardi (Dr Sani M A G)

➤ **Organisation du chantier**

Les tranchées Nardi sont creusées par le tractoriste qui conduit le tracteur auquel est attelée la charrue Delphino. La communauté est sollicitée pour la mise en valeur par l'ensemencement et la plantation. Il faut veiller à ce que les bourrelets soient toujours en aval.

➤ **Matériel technique**

Le matériel nécessaire : charrue Valarani, tracteur, niveau à eau ou à bulle, chaux (pour le traçage des repères), pelle, pioche, Equipement de Protection Individuelle (EPI) : Bottes, gants et masques.

➤ **Mise en valeur des ouvrages**

Les tranchées Nardi sont mises en valeur avec des plants d'au moins 30 cm de hauteur. Chaque tranchée reçoit deux plants qui sont plantés à l'extrémité de la tranchée. La densité de la plantation ou en semis direct est de 500 à 800 plants/ha.

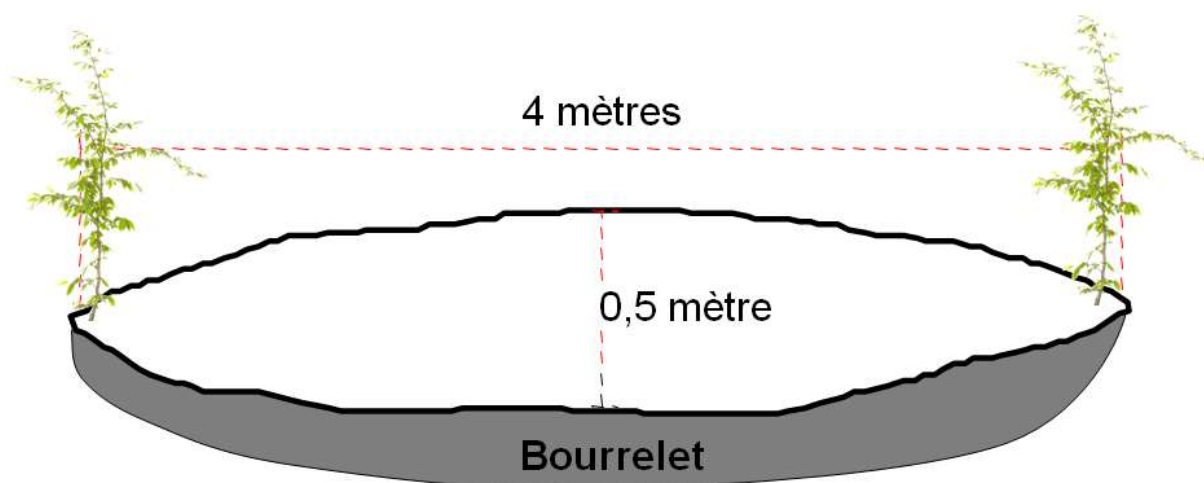


Illustration des dimensions de la Tranchées Valarani Nardi (Dr Sani M A G)



Développement des herbacées sur tranchée Nardi trois ans après réalisation à Boukanda (Photo : PASP/GTZ)

4. Mesures de gestion, d'appropriation et de pérennisation

- Réparer immédiatement les éventuels dommages constatés ;
- Réaliser le regarni en plants ligneux ;
- Mettre en défens le site traité pendant au moins 3 ans ; le ratio recommandé est d'un gardien pour 15 ha ;
- Mettre en place un comité de gestion (COGES) du site ;
- Elaborer un plan d'aménagement et de gestion du site restauré (PAGSR) ;
- Signer une convention locale entre la population bénéficiaire (groupe d'exploitant) et les collectivités territoriales.

5. Avantages et inconvénients/contraintes

Avantages	Inconvénients/contraintes
<ul style="list-style-type: none"> - Réduction de l'érosion ; - Amélioration de la qualité du sol par les sédiments accumulés ; - Revégétalisation des espaces dégradés ; - Rapidité de récupération des terres ; - Séquestration du carbone après la mise en valeur ; - Recharge de la nappe phréatique. - Piégeage des semences d'herbacées et des ligneux. 	<ul style="list-style-type: none"> - Matériel onéreux et pas facile d'accès ; - Réalisation coûteuse ; - Nécessité de savoir-faire technique.

6. Coûts de la technique

Coût de la technique à l'hectare

Rubriques	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Montant (FCFA)
Main d'œuvre trouaison de plantation	Unité	800	50	40000
Travaux mécaniques (coût de la prestation)	Forfait	Forfait	Forfait	12300
Achat plants forestiers	Plants	800	100	80000
Transport et plantation	Plants	800	100	80000
Regarnis en 2 ^{ème} année : achat, transport et plantation	Plants	267	200	53400
Kit petit materiel (pioche, pelle, niveau d'implatation, corde...etc.)	FF ^{1*}	1	3 500	3 500
Equipement de Protection Individuelle (EPI) Gants, bottes, masques,	FF ^{2*}	1	300	300
Gardiennage (sur 3 ans)	H/an	3	20 000	60000
Encadrement	H/j	1	7000	7000
Total investissement				336500

NB : les coûts peuvent varier selon les contextes

- 1* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un kit matériel (pelles pioche, daba corde niveau à eau, etc.) coûtant 350000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an ;
- 2* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un EPI (gants, bottes, masques, etc.) coûtant 30000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an

7. Durée de vie

La durée de vie des tranchées est au moins de 5 ans si les bourrelets ont été rapidement stabilisés par piégeage de semences d'herbacées amenées par le vent.

Références bibliographiques

- **Ministère du Développement Agricole (MDA), 2006.** Recueil des fiches techniques en gestion des ressources naturelles et de productions agro-sylvo-pastorales, Niamey, Niger, Programme d'Actions Communautaires (PAC). 270 p.
- **Projet Protection Intégrée des Ressources Agro-sylvo-pastorales dans le département de Tillabéry-Nord (PASP), 2003.** Référentiel des mesures techniques de récupération, de protection et d'exploitation durable des terres, GIZ, 51 p.

1.14 Tranchée de reboisement

La Tranchée de Reboisement (TR) est un ouvrage sylvicole constitué d'une excavation à deux compartiments séparés par un gradin central destiné à recevoir un plant.

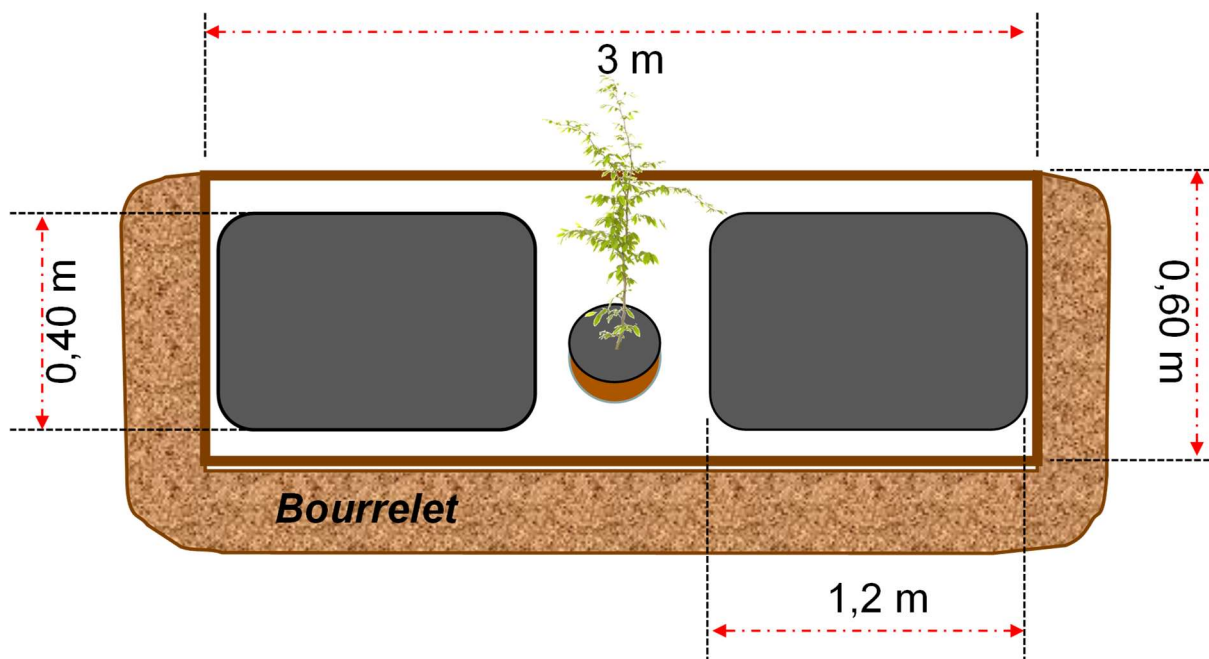


Illustration d'une tranchée de reboisement (Dr Sani MAG.)

1. Objectifs

- Capturer les eaux de ruissellement ;
- Favoriser leur infiltration et la recharge de la nappe phréatique ;
- Augmenter la quantité d'eau disponible pour le plant ;
- Favoriser la régénération ;
- Limiter le ruissellement et l'érosion sur les terres en aval.

2. Contexte/Conditions du milieu

Les tranchées de reboisement sont indiquées dans des zones à pluviométrie comprise entre 200 à 600 mm. Les tranchées sont implantées sur versants de colline dégradés à sol graveleux épais et de pente forte (30 à 60%).

Les tranchées de reboisement sont destinées à la production sylvicole voire sylvopastorale (ligneux fourragers).

3. Etapes de mise en œuvre

- Implantation et matérialisation de courbes de niveau ;
- Traçage de l'ouvrage ;
- Excavation de toute la tranchée jusqu'à 20 cm de profondeur ;
- Creusage des deux compartiments de part et du gradin central de plantation ;
- Mise de la terre sortie des excavations en bourrelet à l'aval de la tranchée ;
- Trouaison du gradin de plantation à une profondeur de 30 cm ;
- Période de réalisation : décembre à mai.

➤ **Caractéristiques techniques**

- Longueur de l'ouvrage : 3 m ;
- Largeur de l'ouvrage : 0,60 m ;
- Profondeur de l'ouvrage : 0,60 m ;
- Longueur du gradin central : 0,6 m ;
- Largeur du gradin central : 0,4m ;
- Hauteur du gradin central : 0,4m ;
- Ecartement entre ouvrages sur la ligne de niveau : 1 m soit 25 TR/100 m ;
- Ecartement entre les lignes de tranchées : 3 m soit 33 TR/100 m ;
- Densité : 833 TR/ha ;
- Disposition des TR : en quinconce ;
- Norme d'exécution : 2 tranchées/H.j.

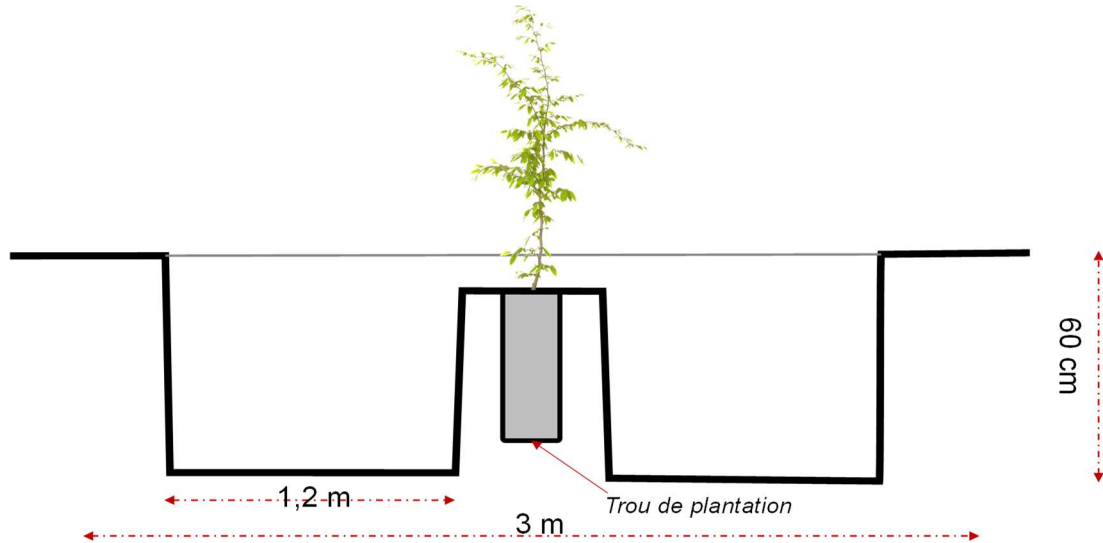


Illustration d'une coupe longitudinale et transversale d'une tranchée de reboisement (Dr Sani MAG.)

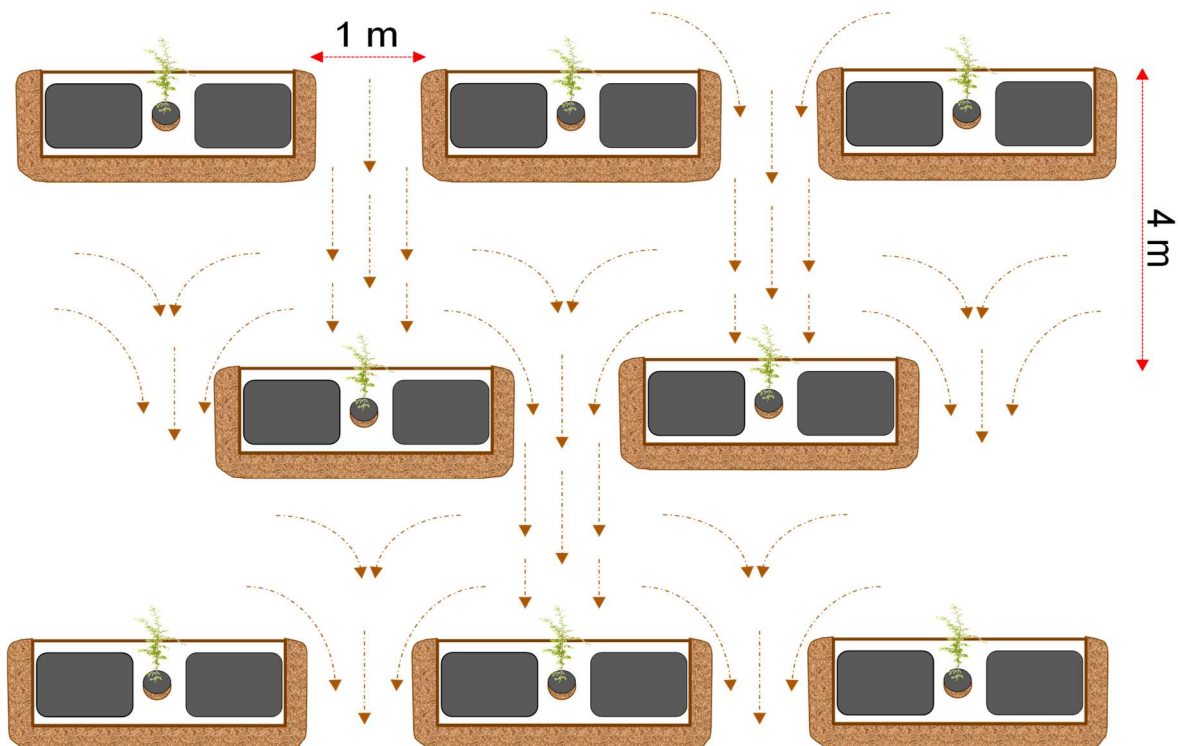


Illustration de la disposition des tranchées de reboisement (Dr Sani MAG.)



Pente forte (versant) traitée par des tranchées de reboisement à Kabey (Photo : PASP/GTZ)

➤ **Formation des communautés et organisation du chantier**

Les communautés villageoises travaillant sur le chantier doivent être formées au respect des normes techniques des TR. Le modèle d'organisation le plus rencontré comprend un chef chantier, un contrôleur ou pointeur, une équipe de traceurs (le plus souvent au nombre de 8) et autres participants organisés en équipe de 10 à 22 personnes. Chaque équipe est dirigée par un chef d'équipe. Le contrôleur ou pointeur supervise 5 équipes et vérifie le respect des normes techniques des ouvrages confectionnés.

➤ **Matériel technique**

Le matériel nécessaire : compas avec niveau à maçon, niveau à bulle, pelle, pioche, corde, Equipement de Protection Individuelle (EPI) : Bottes, gants et masques.

➤ **Mise en valeur des ouvrages**

Les tranchées de reboisement sont mises en valeur avec des plants d'au moins 30 cm de hauteur. Chaque tranchée reçoit un plant qui est implanté dans le gradin central de plantation. La densité des plants est de 833 plants/ha

4. Mesures de gestion, d'appropriation et de pérennisation

- Garder le site traité durant 3 ans ; le ratio est d'un gardien pour 25 ha ;
- Mettre en place un comité de gestion (COGES) du site ;
- Elaborer un plan d'aménagement et de gestion du site restauré (PAGSR) ;
- Signer une convention locale entre le ministère en charge de l'environnement d'une part et l'exploitant ou le groupe d'exploitants du site.

5. Avantages et inconvénients/contraintes

Avantages	Inconvénients/contraintes
<ul style="list-style-type: none"> - Lutte contre l'érosion hydrique ; - Conservation des sols sur les terrains en pente ; - Régénération rapide des sites traités ; - Réduction du risque d'inondation à l'aval ; - Séquestration du carbone après la mise en valeur ; - Exigence de peu d'entretien. 	<ul style="list-style-type: none"> - Travail pénible ; - Coût relativement élevé ; - Risque d'asphyxie des jeunes plants en cas de forte pluviosité.

6. Coûts de la technique

Coût de la technique à l'hectare

Rubriques	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Montant (FCFA)
Main d'œuvre planification et traçage	H/j	4	2000	8000
Main d'œuvre confection des ouvrages	H/J	313	2000	626000
Main d'œuvre trouaison	Unité	625	50	31250
Plants forestiers	Plants	625	100	62500
Transport et plantation	Plants	625	200	62500
Kit petit matériel (pioche, pelle, compas, niveau d'implantation, corde...etc.)	FF ^{1*}	1	3 500	3 500
Equipement de Protection Individuelle (EPI) Gants, bottes, masques,	FF ^{2*}	1	300	300
Regarnis en 2 ^{ème} année : achat, transport et plantation	Plants	208	200	41600
Gardiennage (sur 3 ans)	H/an	3	20000	60000
Encadrement	H/j	1	7000	7000
Total investissement				902650

NB : les coûts peuvent varier selon les contextes

- 1* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un kit matériel (pelles, pioche, corde niveau à eau etc.) coûtant 350000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an ;
- 2* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un EPI (gants, bottes, masques, etc.) coûtant 30000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an.

7. Durée de vie

La durée de vie fonctionnelle d'une tranchée de reboisement est de 10 ans au moins. S'il arrive que la tranchée soit comblée, on peut la surcreuser.

Références bibliographiques

- **Ministère du Développement Agricole (MDA), 2006.** Recueil des fiches techniques en gestion des ressources naturelles et de productions agro-sylvo-pastorales, Niamey, Niger, Programme d'Actions Communautaires (PAC). 270 p.
- **Projet Protection Intégrée des Ressources Agro-sylvo-pastorales dans le département de Tillabéry-Nord (PASP), 2003.** Référentiel des mesures techniques de récupération, de protection et d'exploitation durable des terres, GIZ, 51 p.

1.15. Cordon pierreux

Les cordons pierreux sont des barrières mécaniques de freinage des eaux de ruissellement placées sur les courbes de niveau, pour réduire le ruissellement, l'érosion et augmenter l'humidité du sol.



Image de lignes de cordon pierreux (Gauche à Youri dans la région de Tillabéri et droite dans la région de Tahoua)

1. Objectifs

- Réduire la vitesse du ruissellement par étalement de la nappe d'eau sur toute la surface de la parcelle ;
- Améliorer l'infiltration des eaux sur toute la surface de la parcelle (surtout à l'amont du cordon) ;
- Diminuer la pente et provoquer la formation progressive de micro-terrasses ;
- Provoquer la sédimentation des particules et débris à l'amont du cordon ;
- Améliorer la fertilité des sols ;
- Restaurer les sols dénudés.

2. Contexte/Conditions du milieu

Les cordons pierreux sont utilisés en zones sahéliennes, sahélo-soudaniennes et soudaniennes (400 à 1100 mm de pluie). Les cordons pierreux sont indiqués pour la récupération des terrains à faible pente (0,2 à 3 %), à sol limono-sableux ou limono-argileux, à surface encroûtée et compactée.

3. Etapes de mise en œuvre

- Déterminer les courbes de niveau à l'aide d'un niveau à eau ou à bulle ou par un levé topographique ;
- Tracer les courbes de niveaux ;
- Ouvrir les tranchées d'ancrage suivant les courbes de niveau selon les dimensions à l'aide de la pioche et la pelle ;
- Éviter la terre de l'intérieur de la tranchée sur une profondeur de 5 à 10 cm ;
- Déposer la terre de déblai du côté aval de la tranchée ;

- Constituer des rangées jointives (2 ou 3) de pierres, de 20 à 40 cm de hauteur, 20 à 50 cm de base, implantées dans la tranchée d'ancrage sur les courbes de niveau ;
- Ramener la terre et damer pour consolider l'assise du cordon pierreux ;
- Procéder à la trouaison pour la plantation.



Cordon pierreux dans la région de Tahoua

➤ **Caractéristiques techniques**

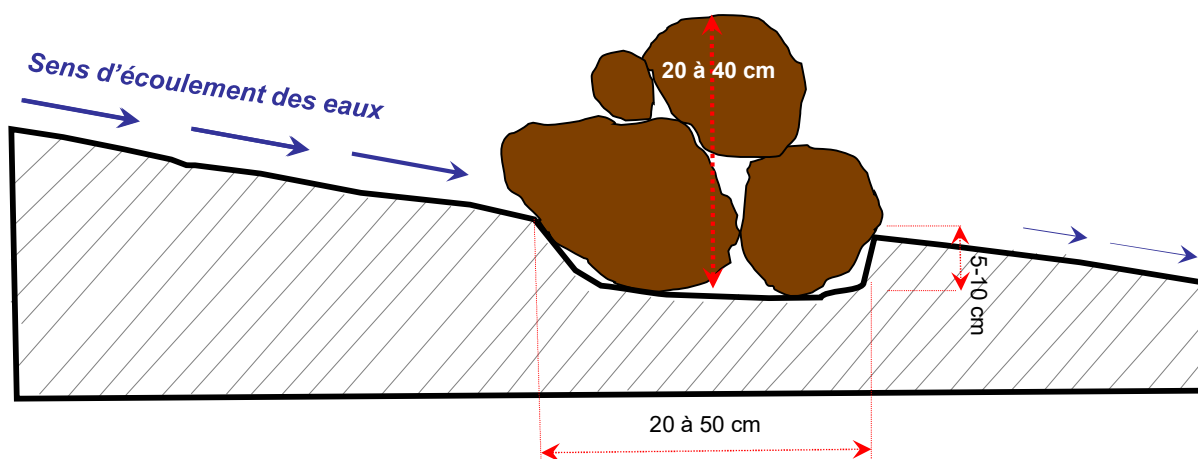
- Largeur du cordon à la base : 20 à 50 cm ;
- Profondeur de la tranchée d'ancrage : 5 à 10 cm ;

Le cordon de pierres :

- Hauteur : 20 à 40 cm ;
- Longueur du cordon : 50 m ;
- Écartement entre cordons sur la ligne : 5 m
- Écartement entre lignes de cordons varie de : 25 à 50 m selon la pente ;

Longueur de cordons/ha :

- Si écartement entre lignes de cordon est de 25 m : Densité : 400 ml/ha ;
- Si écartement entre lignes de cordon est de 50 m : Densité : 200 ml/ha ;
- Disposition des lignes de cordons : en quinconce
- Rendement : 20ml/Hj.



Vue longitudinale de la pose d'une ligne de cordon de pierres (Illustration : Dr Sani M. A.)

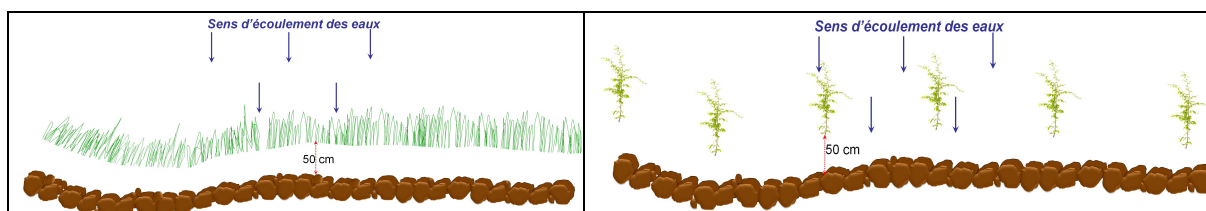


Illustration de cordons pierreux avec ensemencement (gauche) et avec plantation (droite) (Dr Sani M. A.)

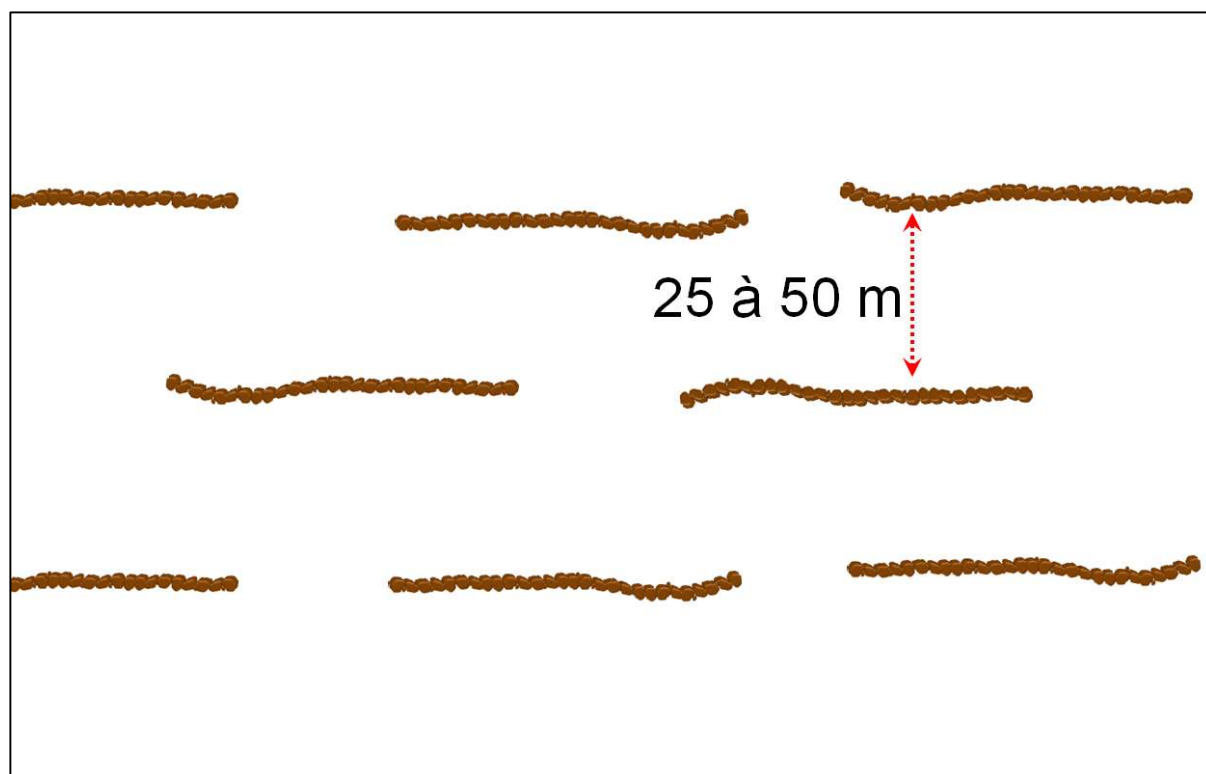


Illustration de la disposition en quinconce des lignes de cordons pierreux (Dr Sani M. A.)

➤ **Formation des communautés et organisation du chantier**

Les communautés bénéficiaires seront formées sur le respect des normes techniques de confection des cordons pierreux

Le modèle d'organisation recommandé comprend : un chef chantier, un contrôleur ou pointeur, des équipes de traceurs et autres participants organisés en équipe de 10 à 20 personnes par hectare. Chaque équipe est dirigée par un chef d'équipe. Le contrôleur ou pointeur supervise les équipes et vérifie le respect des normes technique des ouvrages confectionnés.

➤ **Matériel technique**

Niveau à eau, piquets, marteaux, pioches, pelles, barres à mine, Equipement de protection individuelle (EPI) : Bottes et gants, pics, daba, brouettes, charrettes ou camions, tracteurs, etc.

➤ **Mise en valeur des ouvrages**

Les cordons pierreux sont mis en valeur avec des plants d'au moins 30 cm de hauteur et/ou sont ensemencés des espèces comme *Andropogon gayanus*. Les plants sont généralement plantés dans la partie amont de l'ouvrage à 50 cm de la diguette à raison de 10 à 13 plants par ouvrage selon un écartement de 4 à 5 m entre plants. La densité de plants à l'hectare varie de 40 à 80 (avec 5 m entre les plants) pour un espacement entre cordons de 50 à 25 m et respectivement de 50 à 100 (avec 4 m entre les plants). Les cordons peuvent être combinés avec des aux Zaïs ou au paillage. Ainsi, entre les lignes des cordons on peut faire le paillage ou confectionner des Zaïs pour la culture.



Cordon pierreux végétalisé (Photo : GIZ)

4. Mesures de gestion, d'appropriation et de pérennisation

- Replacer les pierres emportées ou déplacées par le bétail ou les motocyclistes ;
- Rehausser le cordon à tous les endroits d'atterrissements importants ;
- Traiter les débuts de ravines ;
- Revégétaliser les ouvrages au moyen de regarnis en saison des pluies dès que le cumul pluviométrique atteint 100 mm ;
- Mettre en place un comité de gestion (COGES) du site ;
- Elaborer un cahier de charge



Lignes de cordon de pierres dans les champs agricoles (Photo : Dr Sani MG)

5. Avantages et inconvénients/contraintes

Avantages	Inconvénients/contraintes
<ul style="list-style-type: none"> - Dissipation des eaux de ruissellement ; - Augmentation de la fertilité du sol et amélioration de la structure surtout si les cordons sont combinés avec le paillage ou le zai ; - Reconstitution d'une végétation le long des ouvrages ; - Renforcement de la biodiversité de la flore et de la petite faune ; - Protection des terres fertiles de vallées en aval et des bas-fonds contre l'ensablement et le ravinement. - Remontée de la nappe phréatique ; - Réduction de l'érosion hydrique ; - Récupération des sols dénudés ; - Amélioration de la productivité des sols par le captage et la rétention des particules organiques transportées par l'eau ; - Technique maîtrisable par les populations. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exigence d'une disponibilité en moellons

6. Coûts de la technique

Coût de la technique à l'hectare

Rubriques	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Montant (FCFA)
Main d'œuvre filage des courbes de niveau	H/J	4	2000	8000
Nivellement	H/J	1	5000	5000
Collecte des pierres et chargement du camion	H/J	10	1500	15000
Kit petit materiel (daba, pioche, pelle, niveau d'implantation, corde...etc.)	FF ^{1*}	1	3 500	3 500
Equipement de protection individuelle (EPI) : Bottes et gants et masques	FF ^{2*}	1	300	300
Location camion (20 km par voyage)	Voyage	3	15000	45000
Main d'œuvre réalisation de l'ouvrage	H/J	12	15000	180000
Trouaison	Unité	100	50	5000
Achat de plants forestiers	Plants	100	100	10000
Transport et plantation	Plants	100	100	10000
Regarnis en 2 ^{ème} année : Achat, transport et plantation	Plants	33	200	6600
Gardiennage (sur 3 ans)	H/an	3	20000	60000
Encadrement	H/j	1	7000	7000
Total investissement				355400

NB : les coûts peuvent varier selon les contextes

- 1* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un kit matériel (pelles pioche, daba corde, niveau à eau etc) coûtant 350000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an ;
- 2* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un EPI (gants, bottes, masque, etc.) coûtant 30000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an.

7. Durée de vie

La durée de vie des cordons pierreux est inférieure à 5 ans sur terrain très producteur de sédiments, mais peut dépasser 20 ans sur un terrain graveleux. Ces durées de vie respectives sont fortement accrues par la plantation et ou l'ensemencement en amont.

Références bibliographiques

- **MURILLO Alexander, WEISMAN Nathalie, ABDOURAHMAN Idyle, et ZERBO Vincent, 2015.** Recensement et évaluation des solutions à faible émissions de carbone et résilientes vis-à-vis du climat en Afrique de l'ouest dans le secteur AFOLU. Comité Permanent Inter-Etats de Lutte contre la Sécheresse dans le Sahel (CILSS). 143 p.
- **Secrétariat Permanent des Organisations Non Gouvernementales (SPONG), 2012.** Fiches techniques des bonnes pratiques en matière de gestion durable des terres, d'adaptation aux changements climatiques et de conservation de la diversité biologique dans les régions du plateau central, du centre nord, du nord et du sahel. Ougadoudou Burkina Faso. 113 p.
- **Ministère du Développement Agricole (MDA), 2006.** Recueil des fiches techniques en gestion des ressources naturelles et de productions agro-sylvo-pastorales, Niamey, Niger, Programme d'Actions Communautaires (PAC). 270 p.

1.16. Muret en pierres

Le muret en pierres est un ouvrage antiérosif qui consiste en un entassement de pierres suivant les courbes de niveau sur des pentes fortes là où les cordons pierreux et diguettes sont inefficaces pour lutter mécaniquement contre l'érosion.



*Murets en pierres dans la région de Tillabéri
(Photo : A. K. SABRA)*



*Muret en pierres dans le terroir de Tounga Akaye
(Tahoua) (photo Mahamadou M. H)*

1. Objectifs

- Ralentir l'eau de ruissellement et protéger les terres de vallées en aval contre l'érosion ;
- Favoriser l'infiltration de l'eau ;
- Servir d'appui à la création de terrasses ;
- Améliorer la fertilité des sols ;
- Restaurer les sols dénudés, encroûtés et compactés ;
- Recharger les nappes phréatiques.

2. Contexte/Conditions du milieu

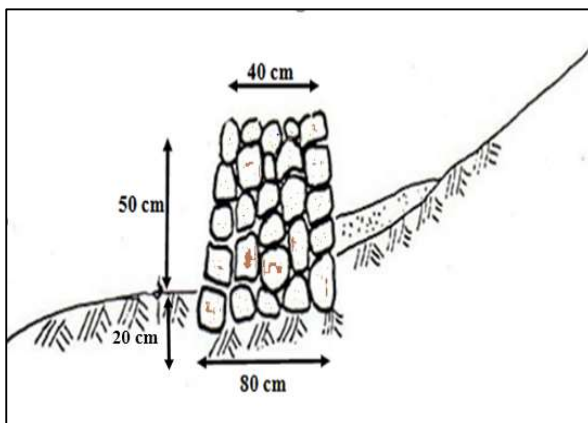
Les murets en pierre sont des ouvrages antiérosifs constitués de pierres alignées suivant les courbes de niveau. Ils sont généralement réalisés sur les versants de plateaux, flancs de collines et flancs de buttes résiduelles à pente forte (> 3%).

3. Etapes de mise en œuvre

- Déterminer les courbes de niveau à l'aide d'un niveau à eau ou par un levé topographique et à commencer par déterminer le point le plus haut de la zone à aménager ;
- Tracer les courbes de niveaux ;
- Ouvrir les tranchées d'ancrage suivant les courbes de niveau selon les dimensions à l'aide de la pioche et la pelle ;
- Éviter la terre de l'intérieur des tranchées sur une profondeur de 20 cm afin de permettre de bien fixer le muret dans le sol ;
- Déposer la terre du côté aval de la tranchée ;
- Constituer le muret par superposition dans la tranchée de rangées de pierres avec les grosses pierres pour le bas étage, les moyennes pour le moyen étage et les petites pour le sommet de l'étage ;
- Ramener la terre et damer pour consolider l'assise du muret ; Faire la trouaison pour la plantation ;
- Faire la trouaison pour la plantation.

➤ **Caractéristiques techniques**

- La tranchée d'ancrage suivant la courbe de niveau :
 - Largeur base du muret : 80 cm ;
 - Profondeur : 20 cm
- Le muret :
 - Hauteur du muret : 50 cm ;
 - Longueur du muret : 50 m ;
 - Largeur de la base : 80 cm ;
 - Largeur du sommet du muret : 40 cm ;
 - Ecartement entre muret sur la ligne : 5 m.
 - Ecartement entre lignes de murets varie de : 10 à 20 m selon la pente.
- La longueur de murets à l'hectare :
 - Si l'écartement entre lignes de murets est de 10 m : Densité = 900 ml/ha ;
 - Si l'écartement entre lignes de muret est de 20 m : Densité = 450 ml/ha.
 - Disposition des murets sur le versant : linéaire.
 - Rendement : 2ml/Hj.



Caractéristiques techniques d'un muret en pierres
(Ambouta J.M.K)



Réalisation de muret en pierres dans la
région de Tahoua

➤ **Formation des communautés et organisation du chantier**

Les communautés bénéficiaires seront formées sur le respect des normes techniques de confection des murets.

Le modèle d'organisation recommandé comprend : un chef chantier, un contrôleur ou pointeur, des équipes de traceurs) et autres participants organisés en équipe de 10 à 20 personnes par hectare. Chaque équipe est dirigée par un chef d'équipe. Le contrôleur ou pointeur supervise les équipes et vérifie le respect des normes technique des ouvrages confectionnés.

➤ **Matériel technique**

Compas et niveau à maçon, piquets, marteaux, pioches, pelles, barre à mine, pics, daba, Equipement de Protection Individuelle (EPI) ; Bottes et gants ; Brouettes, charrettes ou camions, tracteurs, etc.

➤ **Mise en valeur des ouvrages**

Les murets sont mis en valeur par ensemencement des herbacées et/ou par plantation avec des ligneux d'au moins 30 cm de hauteur. Les plants sont généralement plantés dans la partie amont de l'ouvrage à 50 cm de la ligne du muret à raison de 10 à 13 plants par ouvrage selon un écartement de 4 à 5 m entre

les plants. La densité de plants à l'hectare varie de 180 à 225 plants/ha sur pente forte et de 90 à 113 plants sur pente faible.

Les espèces les utilisées sont *Acacia seyal*, *Acacia senegal*, *Acacia laeta*, *Acacia nilotica var astreingens*, *Salvadora persica*.



Muret à Toudoun Adaraoua, décembre 2017 (Site ProDAF)

4. Mesures de gestion, d'appropriation et de pérennisation

- Remettre les pierres emportées ou déplacées par le bétail ;
- Traiter les débuts de ravines ;
- Revégétaliser les ouvrages au moyen du regarnis en saison des pluies dès que le cumul pluviométrique atteint 100 mm.

S'il s'agit d'un site communautaire, les mesures de gestion sont :

- Gardiennage du site traité durant 3 ans. La norme recommandée est d'un gardien pour 15 ha ;
- Mettre en place un comité de gestion (COGES) du site ;
- Elaborer un plan d'aménagement et de gestion du site restauré (PAGSR) ;
- Signer une convention locale entre le ministère en charge de l'environnement d'une part et l'exploitant ou le groupe d'exploitants du site.

5. Avantages et inconvénients/contraintes

Avantages	Inconvénients/contraintes
<ul style="list-style-type: none"> - Dissipation des eaux de ruissellement ; - Augmentation de la fertilité du sol et amélioration de la structure ; - Etablissement d'une végétation le long des ouvrages ; - Renforcement de la biodiversité ; - Protection des terres fertiles de vallées en aval et des bas-fonds contre l'ensablement et le ravinement ; - Infiltration des eaux de pluie ; - Réduction de l'érosion hydrique ; - Récupération des terres dégradées ; - Amélioration de la productivité des sols par le captage et la rétention des particules organiques transportées par l'eau ; - Colmatage des rigoles en amont des murets ; - Remontée de la nappe phréatique ; - Séquestration du carbone. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessité de disposer d'une main d'œuvre importante ; - Nécessité de disposer de carrières de pierres à proximité du site à aménager ; - Exigence de respect scrupuleux des courbes de niveau et des normes techniques pour optimiser les effets des cordons.

6. Coûts de la technique

Coût de la technique à l'hectare

Rubriques	Unité	Quantité	Prix unitaire (FCFA)	Montant (FCFA)
Main d'œuvre filage des courbes de niveau	H/J	4	2000	8000
Nivellement	H/J	1	5000	5000
Collecte des pierres et chargement du camion	H/J	20	1500	30000
Kit petit matériel (daba, pioche, pelle, niveau d'implantation, barre à mine, corde...etc.)	FF ^{1*}	1	3 500	3 500
Equipement de protection individuelle (EPI) : Bottes, gants et masques	FF ^{2*}	1	300	300
Location camion (20 km par voyage)	Voyage	5	15000	75000
Main d'œuvre réalisation de l'ouvrage	H/J	12	25000	300000
Trouaison	Unité	225	50	11250
Plants forestiers	Plants	225	100	22500
Transport et plantation	Plants	225	100	22500
Regarnis en 2 ^{ème} année, achat, transport et plantation	Plants	75	200	15000
Gardiennage (sur 3 ans)	H/an	3	20000	60000
Encadrement	H/j	1	7000	7000
Total investissement				560050

NB : les coûts peuvent varier selon les contextes

- 1* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un kit matériel (pelles, pioche, barre à mine, daba corde niveau à eau, etc.) coûtant 350000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an ;
- 2* : Ce coût est calculé sur la base qu'une équipe de 60 personnes utilise un EPI (gants, bottes, masques, etc.) coûtant 30000 FCFA et amorti sur 100 ha en un an.

7. Durée de vie

La durée de vie du muret en pierres est de plus de 10 ans.

Références bibliographiques

- **Ministère du Développement Agricole (Niger), 2003.** *Référentiel des mesures techniques de récupération, de protection et d'exploitation durable des terres, 2ième édition, projet protection intégrée, des ressources agro-sylvo-pastorales dans le département de Tillabéry-nord, FEVRIER 2003. 51 p.*
- **Ministère de l'agriculture des ressources naturelles et du développement rural (Haïti), 1999.** *Manuel pratique de conservation des sols d'Haïti. 132 p.*