

EFFETS DE LA CULTURE ATTELEE SUR L'EROSION ET LA CONSERVATION DES SOLS AU NORD BENIN

H. A. AZONTONDE
CENAP - BP 988 - Cotonou - BENIN

RESUME

La préparation physique des sols et l'obtention d'un degré d'ameublissement favorable est une opération à réaliser chaque année avant les semis. Le sarclage à la houe, trop superficiel, ne permet pas d'atteindre cet objectif. Le labour à la traction animale, par contre, grâce au réglage de la profondeur de labour, crée dans le sol les conditions nécessaires à une bonne utilisation des eaux de pluie, en réduisant le ruissellement et la baisse de fertilité.

Après avoir brièvement exposé les caractéristiques physiques et morphologiques des sols du versant et défini le site d'essai, le matériel d'expérimentation est précisé, ainsi que les objectifs du travail du sol et les effets bénéfiques qui proviennent de la traction animale, à travers la réduction de l'érosion et de la baisse de fertilité, l'ameublissement du sol et le gain en rendement.

INTRODUCTION

La culture attelée a été introduite au Bénin, et principalement au Nord dans la province du Borgou, vers les années 1935 et 1955. Cette pratique, timidement acceptée il y a 30 ans par une population composée à 90 % d'éleveurs, est actuellement en plein essor.

La préparation du sol avant le labour exige un important essouchement, et met donc à nu d'importantes superficies de terre.

Dans cette étude, nos investigations, qui se sont déroulées pendant 10 ans (1979-1988), se limitent à l'utilisation de la culture attelée sur des parcelles d'érosion, avec des mesures de pertes en terre, du ruissellement et de la résistance du sol au pénétromètre.

Après un rappel sommaire des généralités sur les sols par une étude toposéquentielle, nous analyserons les effets de ce mode de préparation physique des sols sur leurs propriétés, aussi bien physiques que chimiques.

I - QUELQUES GENERALITES SUR LES SOLS

1.1. Etude sommaire d'une toposéquence

Avant d'aborder l'étude de l'impact de la culture attelée sur l'érosion et la conservation des sols, il a paru intéressant de mener une étude rapide de la distribution des sols le long des versants portant les parcelles d'essais.

1.2. Caractères généraux de la toposéquence

La toposéquence, longue de 630 m, présente une dénivellation totale d'environ 20 m, pour une pente moyenne de 2,7 %. Cette pente décroît grossièrement du sommet de l'interfluve vers l'axe de drainage, lui donnant une forme légèrement concave. Les pentes passent donc de 3 % au tiers amont du versant, à 3,2 % sur le tiers médiant et à 2 % sur le tiers aval.

La végétation est une savane arborée claire à *Isobertinia doka*, *Burkea africana*, *Daniellia oliveri* et *Detarium spp.* en sommet de versant. Elle est remplacée par une savane arbustive basse à *Terminalia macroptera* et *Myrtragina inermis*, avec des *Cyperus* vers le bas de versant.

1.2.1. Distribution des sols

Quatre fosses pédologiques, numérotées de 1 à 4, ont été ouvertes à partir du sommet de l'interfluve. Elles ont permis d'identifier et de différencier les sols le long de la toposéquence. Cette différenciation semble suivre certaines règles ; ainsi, sur le sommet, nous observons des sols présentant trois niveaux :

- un niveau superficiel peu épais et peu concrétionné,
- un niveau intermédiaire très concrétionné,
- un niveau en bas du profil peu concrétionné, mais bariolé.

Culture attelée et conservation des sols au Bénin

Vers le bas du versant, le 3e niveau devient non seulement plus concrétionné et moins profond, mais il se prend également en masse et se transforme en carapace de plus en plus dure, alors que les deux premiers niveaux deviennent de moins en moins concrétionnés.

1.2.2. Classification des sols de la toposéquence

Les sols ont été classés en référence à la classification française (C.P.C.S., 1967), la légende de la carte mondiale des sols (F.A.O., 1988) et la Soil Taxonomy (1975) ; (tableau 1).

Profil n° 1 :

- 0 - 20 cm : Frais, 10YR 3/4 (brun rougeâtre foncé) ; sablo-limoneux gravillonnaire (30 % de graviers de quartz, concrétions et nodules à sesquioxydes), structure polyédrique subangulaire, grumeleuse par endroits, morceaux de charbon, nombreuses racines.
- 20 - 35 cm : Frais, 7,5YR 4/6 (brun vif) ; limono-argilo-sableux très gravillonnaire (60 % de graviers de quartz, concrétions et nodules à sesquioxydes), structure polyédrique subangulaire moyenne, assez nombreuses racines horizontales, galeries de termites.
- 35 - 100 cm : Frais, 5YR 4/6 (rouge jaunâtre), nombreux niveaux rouges très fermes, limono-argileux gravillonnaire (30 % de graviers de quartz et fragments de cuirasse), paillettes de micas, peu de racines, galeries de termites. Structure identique à celle du précédent horizon (20 - 35 cm).
- 100 - 150 cm : Frais, bariolé, 2,5YR 4/6 (rouge), 7,5YR 5/6 (brun vif, et 10YR 6/6 (jaune

brunâtre) ; argileux, nombreux niveaux rouges fermes limoneux, structure massive, débit polyédrique, angulaire moyen, paillettes de micas.

Profil n° 2 :

- 0 - 20 cm : Frais, 10YR 4/3 (brun foncé), sablo-limoneux, peu gravillonnaire (10 % de graviers de quartz et nodules de sesquioxides), structure polyédrique subangulaire fine à tendance grumeleuse, très poreux, très nombreuses racines, nids de fourmis.
- 20 - 40 cm : Frais, 5YR 4/6 (rouge jaunâtre), limono-sableux gravillonnaire (25-35 % de graviers de quartz et nodules de sesquioxides), structure polyédrique subangulaire moyenne bien développée, très poreux, assez nombreuses racines, galeries de termites.
- 40 - 65 cm : Frais, 5YR 5/6 (rouge jaunâtre), limono-sableux, très gravillonnaire (60 % de graviers de quartz, concrétions et nodules de fer et de manganèse), structure faiblement développée polyédrique subangulaire, modelée par les éléments grossiers, très poreux, peu de racines, galeries de termites.
- 65 - 110 cm : Frais, bariolé, 2,5YR 4/5 (rouge), 5YR 5/6 (rouge jaunâtre) 7,5YR 5/8 (brun vif), horizon cimenté en carapace, structure massive, galeries de termites.
- 110 - 160 cm : Frais, 5YR 5/6 (rouge jaunâtre), limono-argileux à argileux, structure faiblement développée polyédrique angulaire moyenne, peu poreux, ferme, galeries de termites.

Culture attelée et conservation des sols au Bénin

Profil n° 3 :

- 0 - 15 cm : Frais, 7,5YR 3/2 (brun foncé), limono-sableux, structure polyédrique subangulaire à tendance grumeleuse moyenne, très poreux, nombreuses racines, galeries de termites.
- 15 - 30 cm : Frais, 5YR 4/4 (brun rougeâtre, taches discrètes 7,5YR 4/4 (brunes), limono-sableux, structure polyédrique nette, poreux nombreuses racines, poches.
- 30 - 55 cm : Frais, 7,5 YR 5/6 (brun vif), taches 5YR 5/8 (rouge jaunâtre limono-sableux, structure bien développée polyédrique subangulaire moyenne, poreux, nombreuses racines horizontales, poches.
- 50 - 150 cm : Frais, horizon induré en cuirasse.

Profil n° 4 :

- 0 - 15 cm : Humide, 5YR 2,5/1 (noir), limono-sableux, structure subangulaire, grumeleuse par endroits associée au chevelu racinaire, très poreux, très nombreuses racines, cavités de termites, terricules de vers de terre.
- 15 - 40 cm : Humide, 7,5YR 3/2 (brun foncé), taches 7,5YR 4/4 (brunes) limono-sableux, structure polyédrique subangulaire moyen, poreux, très nombreuses racines, cavités de termites.

La nappe phréatique est à 35 cm de la surface du sol.

Tableau 1 : Classification des sols de la toposéquence

Sols	Classification C.P.C.S.	Légende F.A.O. 1988	Soil Taxonomy
1	Sols ferrugineux tropicaux appauvris modaux à faciès concrétionné	Acrisol sque - lettiferrique	Typic Haplustult
2	Sols ferrugineux tropicaux appauvris modaux à faciès induré	Acrisol sque - lettiferrique	Typic Haplustult
3	Sols ferrugineux tropicaux appauvris hydromorphes sur matériau induré	Acrisol ferri - que phase proferrique	Petroferric Haplustalf
4	Sols hydromorphes peu humifères à gley et à battement de nappe de forte amplitude	Gleysols eutriques	Aquic Chromustert

Il ressort de ce tableau que, de l'amont à l'aval de la toposéquence, on passe des sols ferrugineux tropicaux appauvris concrétionnés sur le plateau, aux sols hydromorphes en bas de pente en passant par les sols ferrugineux tropicaux appauvris indurés sur les versants.

Les parcelles d'érosion qui ont servi de cadre aux essais sur la culture attelée sont situées sur le tiers médian du versant, et par conséquent sur les sols ferrugineux tropicaux appauvris modaux à faciès induré.

1.3. Etat de surface

Le taux de gravillons, qui était de 10 % dans les 10 cm supérieurs avant le démarrage des essais dans toutes les

Culture attelée et conservation des sols au Bénin

parcelles, est passé à 12 %, 20 % et 60 % suivant le travail du sol.

Les parcelles sont entièrement dessouchées et l'on n'enregistre comme adventice dominante que l'*Andropogon gayanus*, qui s'installe et envahit toutes les parcelles après la récolte. Son action nettoyante par le contrôle des autres mauvaises herbes est spectaculaire.

L'humidité du sol avant le labour est de 1 à 2 % en surface.

II - LE TRAVAIL DU SOL

Le travail du sol consiste à le traiter mécaniquement avec des instruments adaptés, de façon à lui donner des propriétés physiques satisfaisantes avant les semis.

2.1. Objectifs

Le travail du sol vise la suppression des mauvaises herbes, l'ameublissement du sol, l'établissement d'un bon lit de semence et l'aération du sol.

2.2. Matériel de travail du sol

Dans le cadre de l'opération de développement de la culture attelée au Bénin, il a été fait appel à un multicultureur (type ARARA) qui constitue l'élément fondamental de la chaîne de culture. Composé d'un âge sur lequel s'adaptent les mancherons et le support de la roue, cet élément de base peut recevoir quatre équipements adaptables (CANARD, 1976) :

- un corps de charrue,
- un butteur à ailes mobiles,
- un canadien 3 ou 5 dents,
- une souleuse d'arachide.

2.2.1. La charrue

Elle est de type retourneur asymétrique ou à versoir ; l'axe de traction ne passe pas par la pointe du soc, mais se trouve légèrement déporté vers le labour.

Au bâti de base sont fixés le régulateur de traction et le corps de charrue. Le soc, le contre-sep et le talon, en contact avec la terre, s'usent plus ou moins rapidement et doivent être remplacés périodiquement, environ tous les 10 ou 30 hectares suivant la nature des sols travaillés.

2.2.2. Champs de labour ou parcelle d'essai

Le champ de labour est constitué ici de 5 parcelles d'érosion de forme rectangulaire, délimitées par des tôles de fer 10/10 non ondulées, larges de 30 cm, enfoncées dans le sol sur une profondeur de 10 cm. L'aval des parcelles se termine par une gouttière de recueil reliée à un système de réception par un canal d'amenée.

Le système récepteur est composé de deux cuves métalliques reliées. La capacité de chaque cuve est équivalente à un ruissellement de 50 mm sur la parcelle.

Les 5 parcelles sont situées les unes à côté des autres sur une pente de 3,2 %, au même niveau du tiers médian du versant.

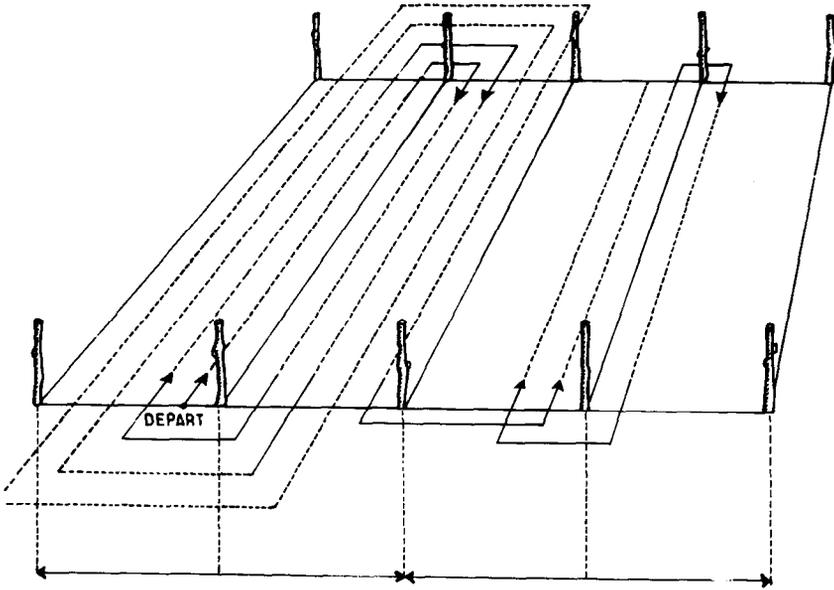
Elles ont les dimensions suivantes :

- longueur : 22,13 m
- largeur : 4,52 m
- surface : 100 m²

2.3. Méthode de réalisation du labour

Avant le labour, deux opérations importantes doivent être réalisées ; il s'agit du piquetage de la parcelle et de l'enlèvement des tôles de délimitation. On laboure ensuite à partir du centre vers l'extérieur, la terre étant rejetée vers l'intérieur ; la charrue coupe la terre et la déverse toujours du même côté par rapport à la direction d'avancement. Le travail

PLANCHE 1 PIQUETAGE D'UN CHAMP DE LABOUR



PROFIL DU LABOUR

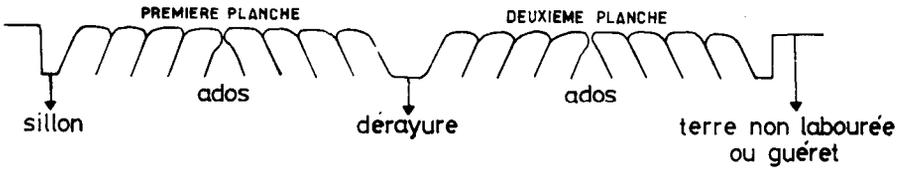


Tableau 2 : Pertes de terre et ruissellement à Alufiarou Parakou

Années	Pluviosité (mm)	P1 (témoin nu)		P2		P3		P4		P5	
		Pertes de terre t/ha	Coef de ruissel %	Pertes de terre t/ha	Coef de ruissel %	Pertes de terre t/ha	Coef de ruissel %	Pertes de terre t/ha	Coef de ruissel	Pertes de terre t/ha	Coef de ruissel
1977 coton	1.000	15	9,7	h// 18	5,7	h// 17	5,7	h//paillage 4,1	2,3	h//paillage 1,3	1,4
1978 niébé	1.346	35	18	h // 15	4,9	h// 11	3,9	h//paillage 1,5	1,6	h//paillage 0,54	0,75
1979 maïs	1.214	16	16	h ↓ 1,5	5,0	ch // 1,6	3,7	h// 1,6	4,7	ch ↓ 0,25	1,0
1980 Andropogon	1.188	8,3	15	h ↓	0,16	ch//	0,63	h//	2,2	ch ↓ 0,18	0,38
1981 coton	1.018	6,7	30	ch// 0,65	8,2	h// 1,8	7,9	h ↓ 0,97	5,7	ch ↓ 0,20	2,1
1982 maïs	928	5,1	26	ch// 0,15	0,47	h// 0,29	0,45	h ↓ 0,14	0,36	ch ↓ 0,08	0,13
1983 coton	672	3,2	20	h// 0,72	5,8	ch// 0,38	0,01	h ↓ 0,39	0,04	ch ↓ 0,15	0,01
1984 maïs	1.237	12	7,8	h// 2,4	2,3	ch// 1,4	1,8	h ↓ 1,7	1,9	ch ↓ 0,76	0,78
1985 maïs	1.147	9,8	10	h ↓ 3,3	2,7	ch// 5,2	1,5	h// 5,7	4,8	ch ↓ 1,2	1,7
1986 maïs	941	5,8	4,4	ch// 3,2	1,1	h ↓ 0,96	0,40	h// 2,1	0,96	ch ↓ 0,18	ch 0,01
1987 arachide	852	17	2,8	ch// 1,8	0,38	h ↓ 0,72	0,18	h// 1,5	0,24	ch ↓ 0,05	0,01
1988 arachide	1.305	20	32	ch// 13	3,3	h ↓ 8,3	2,8	h// 12	2,4	ch ↓ 0,83	0,13

Légende : h// : billonnage à la houe dans le sens de la pente
h ↓ : billonnage isohypse fait à la houe
ch : charrue

ainsi réalisé est appelé labour en planches. Il comporte une dérayure centrale entre les deux planches (planche 1).

La même opération est reprise en sens contraire pour confectionner des billons.

2.4. Effets du travail du sol à la traction animale sur l'érosion et le ruissellement

Le billonnage isohypse réalisé à la traction animale sous une pluviosité annuelle de 1 200 mm réduit les pertes en terre de 16 t à 0,25 t/ha, soit 1,25 %, et le ruissellement à 5 % de sa valeur sur sol nu. Ce même mode de labour, fait à la houe sous la même pluviométrie, réduit les pertes en terre et le ruissellement respectivement à 10 % et 25 % de leur valeur sur sol nu (tableau 2). Sous une pluviométrie plus faible (672 mm), l'érosion est réduite de plus de 99 % sur un sol portant des billons isohypses réalisés à la traction animale. Cette même technique culturale, réalisée à la houe, réduit l'érosion de 90 % de sa valeur sur parcelle nue. Ces résultats montrent une bonne efficacité du billonnage fait à la traction animale dans le contrôle de l'érosion hydrique. Cette efficacité est due à la profondeur du labour (15 cm), à l'enfouissement des végétaux verts et des résidus de récolte réalisé par le versoir de la charrue.

D'autres mesures, telles que la pénétrométrie (résistance à la pénétration du pénétromètre), la disponibilité en éléments minéraux et le rendement, confirment l'efficacité du billonnage isohypse fait à la traction animale dans la conservation des sols et des eaux.

2.5. Effets du travail du sol à la traction animale sur son ameublissement

Il se forme sur les sols rouges ferrugineux tropicaux lessivés non protégés, exposés aux actions des gouttes de pluie, des pellicules de battance de 0,2 à 1 cm d'épaisseur constituées de dépôts successifs de terre fine (limon, argile) et très peu perméables. Ces "organisations pelliculaires superficielles" (O.P.S., VALENTIN, 1981) ralentissent fortement l'infiltration de l'eau dans le sol.

Contributions complémentaires

Le travail du sol, notamment le billonnage isohypse, non seulement réduit la formation de ces pellicules et crée des obstacles qui obligent l'eau à s'infiltrer, mais il diminue également la résistance des sols à la pénétration des outils agricoles. Cette baisse est encore plus grande quand le billonnage est réalisé avec la traction animale (tableau 3).

Des mesures faites à l'aide d'un pénétromètre (Soiltest CL - 700 Pocket Penetrometer) font ressortir que la résistance à la pénétration passe de 1,7 à 1,3 kg/cm². Ceci signifie que le billonnage isohypse, particulièrement celui fait à la traction animale, laisse à la disposition des plantes un sol plus meuble, donc plus facilement exploitable par les racines et plus perméable à l'eau.

Tableau 3 : *Effets du travail du sol à la traction animale sur la pénétrométrie*

Aménagement	Pénétrométrie kg/cm ²
Sol nu	1,70
Maïs ou coton à plat	1,51
Maïs ou coton avec billonnage réalisé à la houe	1,45 et 1,72
Maïs ou coton avec billonnage isohypse réalisé à la traction animale	1,30
L.S.D.	0,18
n = 350 CV (%)	16

2.6. Effets du travail du sol à la traction animale sur la disponibilité en éléments minéraux (tableau 4)

Des analyses chimiques faites sur la terre entraînée ont donné les résultats suivants :

- sur sol non protégé, la matière organique semble être entraînée préférentiellement ; sa teneur varie entre 2,5 et 5 % (tableau 4) alors que les horizons de surface de la terre en place dans ces parcelles contiennent de 1 à 3 % de matière organique,

Culture attelée et conservation des sols au Bénin

- la terre entraînée a sensiblement la même composition chimique que la terre en place (0,5 à 2 ‰ d'azote, 0,20 mé/100 g de potassium, 0,70 mé/100 g de magnésium et 0,05 ‰ de phosphore.

Donc, pour une quantité moyenne de 15 t/ha/an de terre entraînée sur sols ferrugineux tropicaux non protégés, les pertes en matière organique seraient de l'ordre de 450 kg/ha/an. Celles en bases échangeables de 150 kg de sulfate d'ammonium à 2 ‰/ha, 45 kg de phosphate bicalcique à 40 ‰ et 3 kg de chlorure de potassium à 60 ‰. Sur parcelles travaillées à la traction animale (billonnage isohypse sur P4 et P5) les pertes sont de l'ordre de :

- 3 kg de matière organique/ha/an,
- 2,5 kg de sulfate d'ammonium à 20‰/ha,
- 0,75 kg de phosphate bicalcique à 40 ‰/ha,
- 0,15 kg de chlorure de potassium à 60 ‰/ha.

Ces pertes enregistrées sur parcelles aménagées sont négligeables. Cela montre l'importance du travail du sol, et notamment de celui réalisé par la traction animale dans la conservation des éléments minéraux et organiques du sol.

Tableau 4 : *Qualité de la terre entraînée des parcelles : matière organique, granulométrie, bases échangeables*

N° par- celle	C	N	A	Lf	Lg	Sf	Sg	T	Mg	K	Na
	%	‰	%	%	%	%	%	mé	mé	mé	mé
1	1,50	1,22	7,1	3,8	1,6	13,0	71,0	4,22	0,68	0,25	0,03
2	1,15	1,05	4,2	3,0	2,2	19,9	68,0	2,04	0,58	0,25	0,06
3	0,98	0,85	4,0	2,8	1,8	20,4	69,8	3,60	0,39	0,15	0,08
4	0,80	0,77	3,5	3,5	2,2	21,6	66,9	3,42	1,00	0,36	0,12
5	0,76	0,67	3,1	3,2	2,5	26,2	64,9	3,30	0,50	0,30	0,13

2.7. Effets du travail du sol à la traction animale sur le rendement

De nombreux travaux effectués en station d'érosion ont permis de mettre en évidence la composante travail du sol à la traction animale dans l'élaboration du rendement d'une culture.

Tous les autres facteurs, notamment les sarclages fréquents, la fumure minérale vulgarisée et les traitements phytosanitaires sont optimisés de façon à ne pas devenir limitants.

A un témoin non travaillé sont comparés les travaux suivants :

- labour isohypse à la traction animale (profondeur 15 cm),
- labour suivant la pente à la traction animale,
- labour isohypse à la houe (5 à 8 cm).

L'analyse des résultats montre, par rapport au témoin, que :

- le labour suivant la pente à la traction animale donne des gains variant de 12 à 40 %,
- le labour isohypse à la houe donne des gains de 25 à 70 %,
- le labour isohypse à la traction animale donne des gains de 50 à 90 % (tableau 5).

Tableau 5 : Effet du travail du sol à la traction animale sur les rendements de quelques cultures (rendements en t/ha)

Cultures	Témoin non travaillé	Labour iso-hypse à la houe	Labour suivant la pente à la charrue	Labour iso-hypse à la charrue
Coton	0,8	1,0	0,9	1,4
Maïs	2,1	2,9	2,6	3,1
Arachide	1,0	1,7	1,4	

CONCLUSION

Il ressort de cette étude que la culture attelée pratiquée sur les sols ferrugineux tropicaux lessivés présente de nombreux avantages dans la conservation des sols.

Au nombre de ces effets bénéfiques il faut citer l'augmentation très sensible de la vitesse d'exécution du travail, qui permet aux paysans de doubler ou tripler les superficies emblavées. Il est possible également, à partir de ce mode de travail du sol, d'augmenter (15-20 cm) ou de réduire (15-8 cm) la profondeur de labour suivant la nature du sol. Des mesures effectuées en station d'érosion ont montré que le grattage en sec ou en humide ne concerne que la couche 0-8 cm.

Malgré les nombreux avantages que la population rurale du Borgou retire de la pratique de la culture attelée, de nombreux agriculteurs restent encore réticents à l'adoption de ce mode de labour. Des enquêtes menées au sein de cette couche de population font ressortir, au nombre des raisons évoquées, la difficulté d'abandonner les pratiques culturelles traditionnelles, mais aussi le temps nécessaire aux travaux préparatoires du labour (essouchement) des nouveaux périmètres. Ces travaux se font à la houe et peuvent prendre un temps considérable.

La particularité majeure de cette étude est l'utilisation de la traction animale sur des parcelles d'érosion de 22 m de long et 4,5 m de large, alors que l'âge et la chaîne de traction font 30 m de long.

Il est possible également, à partir de ce type de travail, de mieux cerner le rôle du billonnage isohypse dans la conservation de l'eau et de la fertilité des sols.

BIBLIOGRAPHIE

CANARD (P.), 1976 - Guide pratique de la culture attelée au Bénin.
PNUD/FAO

Contributions complémentaires

VALENTIN (C.), 1981 - Organisations pelliculaires superficielles de quelques sols de région subdésertique. (Agadez - Niger) Dynamique de formation et conséquences sur l'économie en eau. Thèse Doct. 3ème Cycle. Université Paris VII., 229 p.