

Introduction et évaluation de la traction monobovine avec le jouguet IRAD-BF à l'Ouest du Burkina Faso

S. Evariste Tapsoba, Eric Vall, Michel Havard

▶ **To cite this version:**

S. Evariste Tapsoba, Eric Vall, Michel Havard. Introduction et évaluation de la traction monobovine avec le jouguet IRAD-BF à l'Ouest du Burkina Faso. Mécanique des matériaux [physics.class-ph]. 2013. hal-00911548

HAL Id: hal-00911548
https://auf.hal.science/hal-00911548

Submitted on 29 Nov 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

BURKINA FASO

=-=-=-=-=-=

Unité - Progrès - Justice

=-=-=-=-=-=

MINISTERE DE L'AGRICULTURE ET DE LA SECURITE ALIMENTAIRE

=-=-=-=-=-=-=

SECRETARIAT GENERAL

=-=-=-=-=-=-=

CENTRE AGRICOLE POLYVALENT DE MATOURKOU

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du

DIPLOME D'INGENIEUR D'AGRICULTURE

Thème :
Introduction et évaluation technique de la traction monobovine avec le jouguet IRAD-BF à l'Ouest du Burkina Faso


Cliché S.E. Tapsoba, 2013


Cliché S.E. Tapsoba, 2013


Cliché S.E. Tapsoba, 2013

Présenté et soutenu par :
TAPSOBA Sidpayété Evariste

Jury
President :
Pr. Georges Anicet OUEDRAOGO (UPB)
Membres:
M. Laurent OUEDRAOGO (DMMA)
M. Michel HAVARD (CIRDES/CIRAD)
M. Amadou DAO (CAP/M)

Directeur de Mémoire :
Dr Vinsoun MILLOGO

Maîtres de Stage :
Dr Eric VALL
M. Michel HAVARD

Octobre 2013

DEDICACE

A tous ceux qui me sont chers,

En particulier à mes parents et à ma famille,

Je dédie ce mémoire

REMERCIEMENTS

Le présent mémoire est le résultat de six mois de stage en milieu paysan de l'Ouest du Burkina Faso, particulièrement dans la province du Tuy. Ce travail n'aurait pu être réalisé sans la contribution de plusieurs personnes auxquelles nous témoignons ici toute notre reconnaissance. Nos remerciements vont particulièrement à l'endroit de:

- Docteur Eric VALL Chercheur du CIRAD au CIRDES pour sa disponibilité et qui n'a ménagé aucun effort pour assurer notre encadrement et le suivi rapproché de nos travaux et créer de bonnes conditions multiformes pour notre travail.
- M. Michel Havard Chercheur du CIRAD au CIRDES pour sa disponibilité lors de l'analyse et la rédaction du mémoire ;
- Docteur Vinsoun MILLOGO, coordonnateur du cycle des Ingénieurs d'agriculture et par ailleurs notre Directeur de mémoire d'ingénieur pour son abnégation à assurer notre formation et son implication personnelle à l'aboutissement de notre travail de recherche ;
- Docteur Valentine C. YAPI-GNAORE Directrice générale du CIRDES pour nous avoir acceptés au sein de son centre ;
- Docteur Augustin KANWE, chef d'Unité de Recherche en Production Animale (URPAN) au Centre International de Recherche-Développement sur l'élevage en zone subhumide (CIRDES) pour nous avoir acceptés au sein de son Unité ;
- Docteur Zacharie SEGDA, Directeur Général du Centre Agricole Polyvalent de Matourkou
- Docteur Bienvenu ZONOU, Directeur de la formation du CAP/M pour tous les sacrifices consentis et pour les défis relevés pour assurer une formation de qualité ;
- A toute la Direction du CAP/M et l'ensemble du corps professoral pour leur disponibilité et la qualité de l'enseignement dispensé ;
- A tout le personnel du CIRDES pour leur franche collaboration ;
- A toute l'équipe du terrain, pour les moments forts passés ensemble.
- A tous mes co-stagiaires du CIRDES, pour leur collaboration et leur soutien amical ;
- Aux partenaires locaux de Koumbia, Gombélédougou, Founzan et Sara qui ont contribué activement et facilité la conduite de nos activités de recherche sur le terrain ;
- A tous les collègues étudiants du CAP/Matourkou pour la riche expérience de collaboration vécue durant ces trois années ;

A tous ceux qui ont contribué d'une manière ou d'une autre à la réalisation de ce mémoire et dont les noms n'ont pas été cités. Qu'ils trouvent ici l'expression de notre profonde gratitude

SIGLES ET ABREVIATIONS

APICOMA : Ateliers Pilotes de Construction de Matériels Agricoles

ARCOMA : Ateliers Régionaux de Construction de Matériels Agricoles

BB_{PP} : Bibovin parfaitement préparés

CCV : Cadre de concertation Villageois

CFA : Communauté Franco-africaine

CAP/M : Centre Agricole Polyvalent de Matourkou

CFD : Caisse Française de Développement

CFDT: Compagnie Française pour le Développement des Textiles

CIPEA : Centre International Pour l'Elevage en Afrique, Ethiopie

CIRAD : Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement.

CIRDES : Centre International de Recherche - Développement sur l'Elevage en Zone Subhumide.

CMDT : Compagnie Malienne pour le Développement des Textiles

CNCA : Caisse Nationale de Crédit Agricole.

CNEA : Centre National d'Equipement Agricole

CNPAR : Centre National de Promotion des Artisans Ruraux

COREMA : Centres Opérationnels Régionaux pour la Mécanisation Agricole

CPI : Conseil Présidentiel de l'Investissement

CRPA : Centres Régionaux de Promotion Agro-pastorale

DGPER : Direction Générale de la Promotion de l'Economie Rurale

DPASA : Direction Provinciale de l'Agriculture et de la Sécurité Alimentaire

DPASAT: Direction Provinciale de l'Agriculture et de la Sécurité Alimentaire du Tuy.

DPSAA : Direction de la Prospective et des Statistiques Agricoles et Alimentaires

DSA : Direction des Statistiques Animales

DRA: Direction Régionale de l'Agriculture

FAO : Food and Agriculture Organization

GPC : Groupement de Producteurs de Coton

INERA: Institut de l'Environnement et des Recherches Agricoles

IRAD-BF : Institut de Recherche Agronomique et Développement/ Bois-Fer

Km/h : Kilomètre/heure

MAD : Matières Azotées Digestibles

MAE : Ministère des Affaires Etrangères

MAE : Ministère de l'Agriculture et de l'Elevage

MAH : Ministère de l'Agriculture et de l'Hydraulique

MAHRH : Ministère de l'Agriculture, de l'Hydraulique et des Ressources Halieutiques

MB_{PNP} : Monobovin avec préparation non parfaite

MCD : Ministère de la coopération et du développement

MEF : Ministère de l'Economie et des Finances

MRA : Ministère des Ressources Animales.

N : Newton

ORD : Office Régionaux de Développement

P_{BB} : Puissance bibovine

P_{MB} : Puissance monobovine

PV: Poids Vif

RF: République Française

RGA : Recensement Général de l'Agriculture

SATEC : Société d'Aide Technique et de Coopération

SMH : Sols moyennement humides

SOFITEX : Société burkinabé des Fibres Textiles

SPSS : Statistical Package for the Social Science.

SS : Sols plus ou moins secs

STH : Sol très humides

T : Tonne

UNPCB : Union Nationale des Producteurs de Coton du Burkina Faso

UP : Unité de Production

URPAN : Unité de Recherche sur les Productions Animales

$\geq$: Supérieur ou égal

$\leq$: Inférieur ou égal

TABLE DES MATIERES

LISTE DES TABLEAUX viii
LISTE DES FIGURES vi
LISTE DES PHOTOS ix
RESUME x
ABSTRACT xi
INTRODUCTION 1
PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE 5
CHAPITRE I : NOTION DE TRACTION ANIMALE 6
1.1. DEFINITIONS 6
1.1.1. Mécanisation agricole *6*
1.1.2. Mécanisation manuelle *6*
1.1.3. Mécanisation animale *6*
1.1.4. Mécanisation motorisée *7*
1.1.5. Intégration agriculture élevage *7*
1.2. LA TRACTION ANIMALE 8
1.2.1. Choix de l'animal de trait *8*
1.2.2. Conduite et dressage des animaux de trait *8*
1.2.3. Capacité de travail des bœufs de trait *8*
1.2.3.1. Quelques notions de mécanique 9
1.2.3.2. Particularité des animaux de trait 9
1.2.3.3. Bilan des forces 9
1.2.3.4. Capacité maximale d'un attelage 9
1.2.3.5. Facteurs influant sur la capacité des attelages 11
1.2.4. Alimentation des animaux de trait *12*
1.2.5. Harnachements *14*
1.2.5.1. Joug 14
1.2.5.2. Collier et palonnier 15
1.2.5.3. Règles fondamentales sur l'attelage et le harnachement 16
1.2.6. Equipements de la culture attelée *17*
1.2.7. Equipements de transport attelé *17*
1.3. LA TRACTION ANIMALE AU BURKINA FASO 18
1.3.1. Historique de la traction animale au Burkina Faso *18*
1.3.1.1. Au niveau national 18
1.3.1.2. Au niveau de la région Ouest 19
1.3.2. Situation du matériel et des animaux de trait au niveau national *20*
1.3.3. Place de la traction animale dans la province du Tuy 21
CHAPITRE II. NOTION DE TRACTION MONOBOVINE ET DE TRAVAIL DU SOL 22
2.1. NOTION DE TRACTION MONOBOVINE 22
2.1.1. Caractéristique de la traction par un seul bovin *22*
2.1.2. Jouguet IRAD-BF *22*
2.1.2.1. Description 22
2.1.2.2. Sanglage et palonnier 23
2.1.2.3. Principes d'utilisation du jouguet 23
2.1.3. Le transport monobovin *24*
2.2. QUELQUES NOTIONS DE TRAVAIL DU SOL 24
2.2.1. Les pseudo labours *25*

2.2.2. Les labours *25*
2.2.3. Les façons superficielles *25*
2.2.4. Limites du travail du sol *26*
DEUXIEME PARTIE: ETUDE EXPERIMENTALE **27**
CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODE **28**
1.1. CADRE DE L'ETUDE 28
1.2. ENQUETE 1 : ETAT DES LIEUX 30
1.2.1. Population d'étude et échantillonnage *30*
1.2.2. Questionnaire *30*
1.2.3. Collecte de l'information *30*
1.3. SEANCES DE DEMONSTRATION ET ESSAIS INDIVIDUELS 31
1.4. ETUDE COMPAREE DE LA PRATIQUE LOCALE DE TRACTION BIBOVINE AVEC LA TECHNIQUE DE LA TRACTION MONOBOVINE ''AMELIOREE''. 31
1.4.1. Matériels *31*
1.4.2. Méthode & Dispositif expérimental *32*
1.5. ENQUETE 2 : EVALUATION PARTICIPATIVE DE LA TECHNOLOGIE 34
1.5.1. Outils *34*
1.5.2. Collecte de l'information *34*
1.6. TRAITEMENT DES DONNEES 34
1.6.1. Traitement des données d'enquête *34*
1.6.2. Traitement des données expérimentales *35*
CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION **36**
2.1. ETAT DES LIEUX ET ANALYSE DE LA DEMANDE EN TRACTION MONO ET BIBOVINE 36
2.1.1. Age, nombre d'actifs et de superficies des principales spéculations *36*
2.1.2. Possession en matériels de traction animale *36*
2.1.3. Elevage en animaux de traits *37*
2.1.4. Utilisation du monobœuf et de la paire de bœufs *38*
2.2. ETUDE COMPARATIVE ENTRE LA TRACTION MONO ET BIBOVINE. 40
2.2.1. Labour *40*
2.2.1.1. Conditions de réalisation des tests par site et par village. 40
2.2.1.2. Variables indépendantes 40
2.2.1.3. Paramètres mesurés 41
2.2.1.4. Variabilité des paramètres avec l'humidité du sol. 42
2.2.1.5. Variation des paramètres avec la maitrise de l'attelage. 44
2.2.1.6. Paramètres de base de l'étude 45
2.2.2. Sarclage et buttage *48*
2.2.2.1. Sarclage. 48
2.2.2.2. Buttage 50
2.3. EVALUATION OU ACCEPTABILITE A COURT TERME DE LA TRACTION MONOBOVINE. 51
2.3.1. Dimension et stabilité du harnachement. *51*
2.3.2. Commodité ou maniabilité au travail, prix du jouguet et nutrition des animaux. *52*
2.3.3. Aspect sur les outils connexes et intérêt accordés au monobœuf *54*
CONCLUSION ET PERSPECTIVES **57**
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES **60**
ANNEXES ..... Erreur ! Signet non défini.

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1. Table de performances de l'ane, du cheval et du zebu (plage optimale en rouge) 10
Tableau 2. Utilisation et performance du bovin, l'ane et le cheval en matiere de traction. 10
Tableau 3. Effort de traction et condition de travail selon la largeur du soc, la profondeur de travail . 11
Tableau 4. Besoins energetiques moyens des bovins, en fonction du poids des animaux et du 12
Tableau 5. Avantages et inconvenients de quelques harnachements. 17
Tableau 6. Repartition de l'echantillon par groupe et par village 30
Tableau 7. Codage des donnees d'enquete. 35
Tableau 8. Quelques caracteristiques des exploitants et exploitations enquetes. 36
Tableau 9. Effectifs des materiels agricoles de traction animale par exploitation agricole 37
Tableau 10. Les effectifs d'animaux de traits par exploitation 37
Tableau 11. Caracteristiques du travail a la charrue par site et par village 40
Tableau 12. Parametres mesures entre les travaux de labour du monobœuf et du bibovin 41
Tableau 13. Tendances centrales des parametres mesures 42
Tableau 14. Variation des parametres de labour en fonction de l'humidite du sol 42
Tableau 15. Variation des parametres de labour en fonction de la preparation des bœufs. 44
Tableau 16. Le ratio p_{bb}/p_{mb} selon la preparation des animaux et de l'humidite du sol. 45
Tableau 17. Rapport de puissances pour un labour de 750 m entre le monobœuf et la paire. 47
Tableau 18. Conditions de mesure 48
Tableau 19. Parametres mesures lors du sarclage. 49
Tableau 20. Parametre mesurees lors du buttage 50
Tableau 21. Avantages et inconvenients entre le monobœuf et la paire de bœuf dans les 55

LISTE DES FIGURES

Figure 1. Diagramme des forces en traction animale. 9
Figure 2. Schémas de différents types d'harnachements pour bovins (modèles rare au Burkina 14
Figure 3. Harnais type collier mise au point en Suisse et Jouguet de garrot pour bovin..... 16
Figure 4. Taux de ménage mécanisé et contribution des régions aux taux de possession de charrues. 20
Figure 5. Taux de possession en matériels aratoire et animaux de trait en 1996 et 2006..... 21
Figure 6. Attelage avec le jouguet IRAD-BF. Source : Vall, 2002 23
Figure 7. Attelage monobovin avec le jouget IRAD-BF et une charrette plateau adaptée..... 24
Figure 8. Pluviométrie (en mm) de la province du Tuy des quinze dernières années. 29
Figure 9. Carte de la province du Tuy avec les villages étudiés. 29
Figure 10. Représentation spatiale des dispositifs expérimentaux dans les villages 33
Figure 11. Taux d'utilisation de la traction monobovine (labour, sarclage, buttage)..... 38
Figure 12. Représentation schématique de la situation de la traction bibovine à l'Ouest du Burkina .. 39
Figure 13. Variation de la profondeur, la force, la vitesse et la puissance de traction au labour en fonction de l'humidité du sol..... 43
Figure 14. Variation de la vitesse, la force, le travail et la puissance de labour en fonction de la maitrise de l'attelage. 44
Figure 15. Ratios de puissances suivant les 20 répétions et le niveau d'humidité du sol. 46
Figure 16. Variation du taux P_{BM}/P_{BB} en fonction de l'humidité du sol et de la maîtrise de l'attelage .47
Figure 17. Shéma du tour au bout des lignes de culture entre le mono et la paire de bœufs..... 49
Figure 18. Nombre moyen de plants détruits à l'hectare lors du buttage entre le mono et le bibovin de façon générale (1) et de façon spécifique (2). 51
Figure 19. Appréciation des producteurs sur la commodité et la force au travail (1,2), le prix du jouguet (3) et la nutrition des animaux (4). 53
Figure 20. Accessibilité du jouguet par rapport au prix (1) et la ration du mono bœuf par rapport à la
Figure 21. Opérationnalisation de la traction monobovine 56

LISTE DES PHOTOS

Photo 1. Materiels de mensuration 32
Photo 2. Jouguets locaux 38
Photo 3. Operations culturales comparees de labour du mono. (1) et de la bibovine 40
Photo 4. Tour au bout des lignes de sarclage du mono. (1) et de la bibovine (2)..... 48
Photo 5. Operation de buttage avec un du mono bœuf et une paire de bœuf. 50
Photo 6. Commodite et efficacite au travail entre le monobovin et le bibovin en cas d'attelage bibovin deséquilibré 52

RESUME

La mécanisation agricole à traction bibovine est bien développée à l'ouest du Burkina Faso. Mais la traction monobovine y est quasi inexistante. Une étude sur l'introduction et l'évaluation de cette technique avec un joug simple (IRAD-BF) a été conduite dans quatre villages (Sara, Founzan, Koumbia et Gomgélédougou) de la province du Tuy. La méthode entreprise a été une enquête initiale sur l'état des lieux, la conduite d'une expérimentation, puis un bilan. En effet, 10% des paysans ont l'expérience du monobœuf et seulement 3% pratiquent cette technique dans leurs exploitations. L'engouement pour la paire est dû au fait que la technique est devenue locale et courante dans la zone, et la plupart des producteurs ne connaissent que cela. Le matériel vulgarisé dans la zone est conçu pour la traction bibovine et non adapté à l'usage d'un seul bœuf. L'analyse des essais révèle que la moyenne des ratios des puissances de traction entre le mono et la bibovine donne une constante moyenne de P_{BB}/P_{MB} = 1,64 ou P_{MB}/P_{BB} = 0,62, qui varie en fonction de la force de résistance appliquée sur la charrue. Pour optimiser le travail au champ, le producteur gagne ainsi en travaillant avec un seul bœuf pour les travaux demandant moins d'effort de traction (semis, sarclage, scarifiage, labour et buttage légers). Ainsi, 95% des producteurs ont jugé la traction monobovine commode et facile à exécuter. 66% des producteurs ont trouvé que l'effort fournit par le monobœuf est adapté lorsque l'animal a un grand gabarit (PV $\geq$ 300kg) et bien dressé. 100% des producteurs consentent la nécessité et la complémentarité de la traction monobovine avec le jouguet (IRAD-BF ou local). On retiendra que pour une adoption durable de la traction monobovine dans l'Ouest du Burkina Faso, il est important de tenir compte des capacités financières des bénéficiaires, d'assurer la disponibilité et l'accessibilité des jouguets, et de mener d'autres études complémentaires sur des sujets spécifiques tels que le transport et le semis monobovin avec le jouguet etc. Il est également nécessaire de mener des campagnes de promotion à travers des canaux appropriés et accessibles aux communautés rurales.

Mots clés: bovin, harnachement, culture attelée, Ouest du Burkina Faso.

ABSTRACT

Agricultural mechanization to two oxen-plow animal traction is well developed in western Burkina Faso. However, the single ox-plow is almost non-existent. A survey on the introduction and the evaluation of this technique with a small yoke (IRAD-BF) was carried out in four villages (Sara, Founzan, Koumbia and Gomgélédougou) of the Tuy province. Undertaken method was an initial investigation into the inventory of fixture, on the state of the place, the control of experimentation and then an assessment. Indeed, 10% of the peasants have had experience of the one ox-plow technic, only 3% used it in their exploitation. The exclusive enthusiasm for the pair of ox can be explained through the fact that technique I has strongly been recommended to farmers by the SOFITEX and Government interventions, becoming a reference in this area, thus most producers only know the use of a pair of ox. The material widespread in the area is only adapted to a two ox-plow. The short term tests have resulted in an average ratio of the traction powers between the one ox and the two oxen of a constant of P_{BB}/P_{MB} = 1,64 or P_{MB}/P_{BB} = 0,62, which varies according to the applied resistance strength on the plow. To optimize work in the field, the use of the single ox-plow reduces the effort needed to do the usual agricultural (seedling, weeding, scarifying, ploughing and light earthing up). Thus, 95% of the producers had a good experience of the technique, easy to manipulate and accommodating. 66% of the producers considered that there was a real and satisficing reduction in the effort required with a single ox-plow under condition that the ox is well in shape (≥300kg) and correctly prepared. 100% of the producers approved the necessity and the complementarity of the single ox-plow with the small yoke (IRAD-BF or local). One will keep that, to achieve the viability of the adoption of the single ox-plow in western Burkina Faso, it is essential to take into account the financial capacities of the producers, to ensure the availability and accessibility of the small yoke and to pursue complementary researches focusing on specific topics such as: the ox-plow seedling and transportation with the simple yoke etc. Promoting campaigns must also be lead using suitable and accessible channels for farming communities.

Key words: Bovine, harnessing, harnessed culture, Western Burkina Faso.

INTRODUCTION

L'une des préoccupations majeures de la plupart des pays en voie de développement est de combattre la famine, le chômage, les maladies etc. Ceci ne peut se faire que par un développement harmonieux du milieu rural dont le secteur agricole qui constitue un pilier fondamental du développement rural. Au Burkina Faso ce secteur joue un rôle important dans le domaine socio-économique par la création d'emplois et la sécurité alimentaire. Il constitue l'activité principale de plus de 80% de la population active et contribue pour 35% au produit intérieur brut (CPI, 2012). Malgré cette place prépondérante, l'agriculture burkinabé peine à nourrir une population en pleine expansion du fait de plusieurs facteurs (changements climatiques, édaphiques, techniques, économiques, etc.).

Il est certes avéré que l'augmentation de la production agricole est un précurseur essentiel permettant le passage d'une agriculture de subsistance à celle commerciale, synonyme d'amélioration des revenus des agriculteurs et de leur niveau de vie. L'amélioration de la production agricole ne peut être garantie que par la maitrise des aléas, l'adoption conséquente des facteurs de production dont la mécanisation. En effet, il est très difficile d'imaginer actuellement un secteur agricole développé sans équipements (Houmy, 2008). La mécanisation permet à l'agriculteur non seulement de mener plus vite les opérations de travail du sol, afin d'étendre les superficies cultivées, mais aussi de respecter les dates d'interventions.

Les politiques de développement agricole de l'Etat Burkinabé ont pour but, la mise en œuvre de mesures visant à accroître la production agricole. La mécanisation fait partie de ces mesures, et l'importance donnée aux programmes de mécanisation dépend des choix économiques et politiques du moment (Bonou et Coulibaly, 1997). Ainsi, le développement de la culture attelée dans le cadre de l'intégration agriculture-élevage a été promu depuis 1950. En Afrique Francophone, d'importants programmes d'équipement alimentés par l'importation, puis par les fabrications industrielles locales, ont été financés par les cultures d'arachide et de coton (Havard et Le Thiec, 1996). On peut citer dans le cas du Burkina Faso, les opérations 30 000, 7 000 charrues (Bonou et Coulibaly, 1997), l'opération 100 000 charrues, lancée en 2011 (MAH, 2012) et les opérations de fabrication et d'acquisition de matériels agricoles financés par la Caisse Nationale de Crédit agricole (CNCA) et la CFD (Ouedraogo, 1997). Mais le niveau d'équipement des producteurs n'est toujours pas suffisant. Il demeure faible et présente de grandes disparités au niveau régional. Selon le MAHRH (2006), la traction animale est la forme de mécanisation la plus répandue. Les résultats du

RGA 2006 donnent alors 39% des ménages agricoles possédant un équipement agricole, essentiellement des matériels de traction animale (charrues, houes, corps butteurs, charrette), et très peu de matériels motorisés (tracteurs, motoculteurs), et 41% possèdent au moins un animal de trait. En facilitant le travail du sol et les transports, les animaux de trait permettent de réduire la pénibilité du travail humain. La traction animale améliore la productivité du travail agricole et contribue à la durabilité des systèmes mixtes alliant l'agriculture et l'élevage dans les petites exploitations familiales (Lhoste *et al.,* 2010). Plusieurs espèces animales sont utilisées dans la traction animale à travers les différents agrosystèmes du pays : les ânes, les équins, les camelins, les mulets et les bovins.

La mécanisation agricole au Burkina Faso reste à améliorer, pour accroître sa contribution à la modernisation et à la productivité agricole. Ainsi, la traction animale n'est toujours pas accessible à la totalité des exploitations du pays (Sonnet, 2012) à causes de plusieurs facteurs d'ordre politique, économique et sociologique.

L'introduction de la traction monobovine dans les opérations culturales et le transport peut s'avérer bénéfique et accessible à de nombreux paysans. Des études indiquent que dans la relation entre le nombre d'animaux associés à la perte d'efficacité, on admet généralement le coefficient 1,85 pour deux (2) animaux par rapport à la force de traction d'un (1) seul animal. De même, un taureau burkinabé de 300 kg peut travailler une superficie moyenne de 0,75 ha durant 4 heures par jour (Le Thiec, 1996). Avec la pression foncière, les superficies moyennes des exploitations familiales sont comprises entre 3 et 6 ha (MAHRH 2006), susceptibles d'être travaillées par un seul bœuf. Aussi, l'entretien d'un tel animal est facile et coûterait moins cher pour les familles. Des essais au Cameroun avec le jouguet IRAD-BF (Vall, 2001) ont montré que la complémentarité suscitée par cette technique a permis des facilités suivantes :

- en cas d'absence subite d'un animal (perte, vol ...), le paysan peut continuer à travailler ;
- elle peut contribuer à donner plus de flexibilité dans l'organisation des travaux en dédoublant les ateliers de travail ;
- elle permet de rendre certaines manœuvres plus commodes (semis, buttage, tournage ...);
- elle permet de réduire les dégâts liés aux passages des attelages lorsque les cultures sont à un stade avancé.
- elle permet de réaliser des travaux minimum du sol (travaux légers), susceptibles de protéger le sol pour une production durable.
- elle permet de résoudre le problème des paysans qui n'ont pas des moyens financiers pour se procurer d'une paire de bœuf.

Malheureusement à l'Ouest du Burkina Faso, les outils ont souvent été conçus et dimensionné pour une paire de bœufs (charrue CH9, joug). Même s'il est vrai que certains sols exigent des efforts de traction très élevés (argiles…), l'importance de la complémentarité avec le monobœuf est sans équivoque. Nous supposons alors que la technique du monobœuf n'est pas pratiquée à l'Ouest du pays du fait de son ignorance et du manque d'harnais adaptés. Notre travail consiste donc à expérimenter en situation réelle cette technique pour convaincre les producteurs de son intérêt. D'où la pertinence de cette étude intitulée : "**Introduction et évaluation technique de la traction monobovine avec le Jouguet IRAD-BF à l'Ouest du Burkina Faso**".

Cela nous amène à nous poser la question suivante : la traction monobovine pourrait-elle être adaptée à l'ouest du pays et dans quelles conditions ?

Objets de l'étude

Cette étude est l'une des activités de recherche sur les systèmes d'élevages de l'Unité de Recherche en Production Animale (URPAN) du Centre International de Recherche Développement sur l'Elevage en Zone Subhumide (CIRDES) et sous l'appui technique et financier du Centre de Coopération International en Recherche Agronomique pour le Développement (CIRAD).

Elle a pour finalité de contribuer à l'augmentation de la production agricole par le biais de la mécanisation agricole à traction animale à l'Ouest du Burkina Faso.

Les objectifs spécifiques qui guideront ce travail sont :

- ✓ Diagnostiquer les types de traction animale à l'ouest du Burkina Faso, particulièrement dans la province du Tuy et analyser les causes de l'introduction de la traction bibovine puis identifier les limites de cette technologie ;
- ✓ Introduire et évaluer la technique de la traction monobovine dans les villages de Koumbia, Gombélédougou, Sara et Founzan par des séances de démonstration et d'essais individuels, des comparaisons de techniques (traction monobovine # traction bibovine) et de recueillir les impressions et jugements des producteurs ;
- ✓ Définir les conditions à remplir pour l'introduction durable de la traction monobovine.

Ces objectifs nous permettent alors, pour la conduite des travaux, d'émettre des hypothèses.

Hypothèses de recherche

Notre démarche sera fondée autour des hypothèses suivantes:

- ✓ les travaux agricoles, principalement les travaux du sol (labour, buttage), et les caractéristiques des sols de l'ouest rendraient nécessaires l'utilisation d'une importante force de traction, d'où le choix de privilégier la traction avec la paire de bœufs.
- ✓ Le travail avec le monobœuf est parfaitement adapté pour des opérations culturales demandant des efforts de traction faibles. Parce que le ratio P_{BB}/P_{BM} des puissances de traction bibovine et monobovine est ou égale à 1,85 ou à l'inverse 0,55 (Thiec, 1996).
- ✓ la traction monobovine dans l'ouest du Burkina Faso est envisageable pour les opérations demandant des efforts de traction compatibles avec la force d'un seul bovin, de préférence.

Le présent mémoire comprend deux parties : une synthèse bibliographique et une étude expérimentale suivie d'une conclusion.

PREMIERE PARTIE : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

CHAPITRE I : NOTION DE TRACTION ANIMALE

1.1. DEFINITIONS

1.1.1. Mécanisation agricole

Selon la FAO, ‘’La mécanisation agricole englobe tout le matériel agricole utilisant les différentes formes d’énergie humaine, animale et motorisée et peut être définie comme tout le matériel agricole employé à des fins agricoles à savoir, tous les travaux d’aménagement et de production à partir des travaux du sol jusqu’à la récolte puis toute la technologie pour la production animale et les opérations de transformation primaire des produits agricoles. Elle comprend les forces de traction humaine, animale et mécanique.’’ (Hotkamp, 1991 ; Gifford, 1993). Elle comprend la fabrication, la distribution et les réparations des machines agricoles. Sont aussi pris en compte, tous les acteurs et éléments de la filière qui concourent à un développement durable de celle-ci à savoir la recherche agronomique, l'enseignement, la formation, la fabrication et la distribution des équipements agricoles, la maintenance et les modalités de financement (Binswanger et *al.,* 1988**)**.En considérant les sources d’énergie on peut distinguer trois formes de mécanisation.

1.1.2. Mécanisation manuelle

Elle correspond à l’utilisation de la force musculaire de l’homme moyennant des outils très simples (Gifford, 1993). Actuellement elle constitue le niveau de mécanisation le plus répandu dans les petites exploitations des pays en voie de développement. L’énergie et les outils disponibles limitent souvent l’utilisateur à l’agriculture de subsistance. Elle comprend toute une panoplie d’outils tels que les machettes et des houes conçues de manière simple et fabriquées localement. Ces outils sont faciles à réparer, à entretenir, à fabriquer et à utiliser. Ils offrent également l’avantage qu’ils soient acceptés socialement et restent très bon marché. Cependant ils nécessitent une utilisation importante de la main d’œuvre, ils posent un problème de pénibilité et enfin ils ne permettent pas d’emblaver de grandes superficies.

1.1.3. Mécanisation animale

Objet de notre étude, elle correspond à l’emploi de l’énergie animale dans les travaux agricoles à la place de la force humaine (Gifford, 1993). Le type et la race d’animaux de trait, pouvant être utilisés, dépendent des conditions propres à la région : bœufs, buffles, chevaux, ânes, mulets et chameaux. Les premiers outils étaient plus destinés aux travaux du sol, mais l’évolution technologique a permis de concevoir d’autres matériels tels que les semoirs à traction animale, la faucheuse etc. Ceci a permis par rapport aux outils manuels de gagner au

niveau des temps de travaux et du confort, d'employer moins de main d'œuvre et d'avoir la possibilité de cultiver des superficies plus grandes. Le travail effectué par la traction animale peut être de 5 à 20 fois plus élevée qu'avec l'outillage manuel, surtout pour les labours. L'utilisation des animaux de trait procure des gains économiques bien au-delà de l'exploitation. Le transport par les charrettes à traction animale facilite la commercialisation des produits et stimule le commerce local. Les animaux peuvent également constituer un moyen de transport local important entre les exploitations et les routes, complétant ainsi les systèmes de transport motorisés par la route.

1.1.4. Mécanisation motorisée

Elle représente le niveau de mécanisation le plus élevé. Elle implique de fortes dépenses aussi bien au niveau de l'acquisition qu'au niveau du fonctionnement. Il s'agit de machines dont les principales sources d'énergie sont des moteurs à combustion thermique, électrique et parfois d'autres sources d'énergie telles que les énergies renouvelables (Gifford, 1993). Que ce soit avec des moteurs stationnaires ou moteurs mobiles, cette étape a connu le développement d'un matériel assez sophistiqué permettant à l'agriculteur de cultiver plus de superficies, d'employer moins de main d'œuvre et de travailler dans des conditions très confortables. Avec le développement technologique qu'ont connu les autres secteurs, la mécanisation a pris de nouvelles formes encore plus sophistiquées telles que la robotisation, l'agriculture de précision.

1.1.5. Intégration agriculture élevage

La traction bovine a souvent été présentée comme un élément moteur de l'intégration agriculture-élevage (Lhoste, 2004). Elle participe en effet à la durabilité des systèmes mixtes associant agriculture et élevage dont les trois « piliers biotechniques » sont classiquement :

- la fourniture d'énergie, à travers la culture attelée et le transport ;
- l'entretien de la fertilité des sols grâce à la fumure animale ;
- l'alimentation des animaux à partir du système de culture.

L'énergie développée par les animaux de trait favorise la réalisation des itinéraires techniques agricoles. Cela constitue un progrès réel en termes de productivité. Cette forme d'énergie, bien utilisée est plus respectueuse des environnements fragiles que ne le serait la motorisation. Les aliments destinés aux animaux de trait et aux autres animaux de l'exploitation proviennent en grande partie du système de culture. Les animaux de trait, par leur travail, améliorent cette production agricole, source de fourrages, à travers les résidus de culture. Enfin, les éléments fertilisants produits par ou avec la contribution des animaux (déjections, fumier, compost), à

travers le recyclage des nutriments, participent à l'entretien de la fertilité des champs. L''introduction de la culture attelée pour des exploitations d'agriculteurs qui ne les connaissaient pas bien auparavant, a souvent joué un rôle de formation à l'élevage pour l'avenir (Lhoste et *al.*, 2010).

1.2. MODALITES SUR LA TRACTION ANIMALE

1.2.1. Choix de l'animal de trait

Les bovins utilisés pour le travail au Burkina Faso (Lhoste et *al.*, 2010) sont principalement les zébus, *Bos indicus*, et dans une moindre mesure les taurins *Bos taurus* (bovin nain N'dama sans boss), qui sont des races locales aptes pour le travail. Avec des poids variant de 250 à 400 kg de poids vif et peuvent présenter une grande variabilité génétique. On privilégie, pour le travail, des critères tels que rusticité, caractère docile, robustesse et adaptation au milieu. Le sexe et l'âge induisent de nouveaux éléments de diversité dans le choix des animaux de trait. Il faut choisir un type d'animal adapté aux conditions locales de l'élevage, aux moyens et aux objectifs de l'utilisateur.

1.2.2. Conduite et dressage des animaux de trait

Le dressage est un ensemble de techniques successives fondées sur la répétition d'ordres et de contraintes imposées à un ou plusieurs animaux qui visent à obtenir un comportement « docile et volontaire à la fois » pour exécuter des travaux (Lhoste et *al.*, 2010). Un dressage de bonne qualité est indispensable pour les animaux de trait : il permet d'obtenir un travail de meilleure qualité, plus rapide, moins fatiguant pour les animaux et le conducteur de l'attelage. Il réduit également les risques d'accident. C'est un investissement pour toute la carrière ultérieure des animaux. Si l'animal doit être castré, le dressage est souvent associé à la castration, qui a lieu quelque temps avant. Pour la plupart des espèces, il est recommandé d'attendre que l'animal ait atteint au moins deux tiers (2/3) de son poids adulte.

1.2.3. Capacité de travail des bœufs de trait

L'outil agricole, oppose une résistance lors de son déplacement. L'attelage doit développer une force motrice supérieure à cette résistance pour provoquer le déplacement recherché. Il est donc indispensable de prendre en compte les différents facteurs qui influent sur cette force de traction (Lhoste et *al.*, 2010).

1.2.3.1. Quelques notions de mécanique

Le travail, W, correspond à l'énergie nécessaire pour déplacer un objet avec une force F, sur une distance donnée L. La puissance P, est le travail effectué par unité de temps t, soit : P = W/t = F x V avec la vitesse V = L/t. Il y a donc deux façons d'exploiter une même puissance d'attelage : développer un effort important à vitesse réduite ou fournir un effort limité à vitesse rapide.

1.2.3.2. Particularité des animaux de trait

L'accroissement de la vitesse se traduit par une réduction de l'effort de traction ou de la durée du travail. Lorsque l'effort résistant augmente, la vitesse ne diminue pas proportionnellement, car les animaux ont un rythme de déplacement qui leur est propre et qui varie peu au travail.
Il faut tenir compte de cette caractéristique des attelages pour gérer leur travail.

1.2.3.3. Bilan des forces

Le schéma de la Figure 1 montre un exemple simple du diagramme des forces qui s'exercent sur l'attelage. La force motrice Fm s'oppose donc à la force de résistance Fr, déterminant la ligne de traction. Avec un outil bien réglé, la direction de la résistance à la traction passe par le point d'attelage de la chaîne de traction sur l'outil (Le Thiec, 1996).

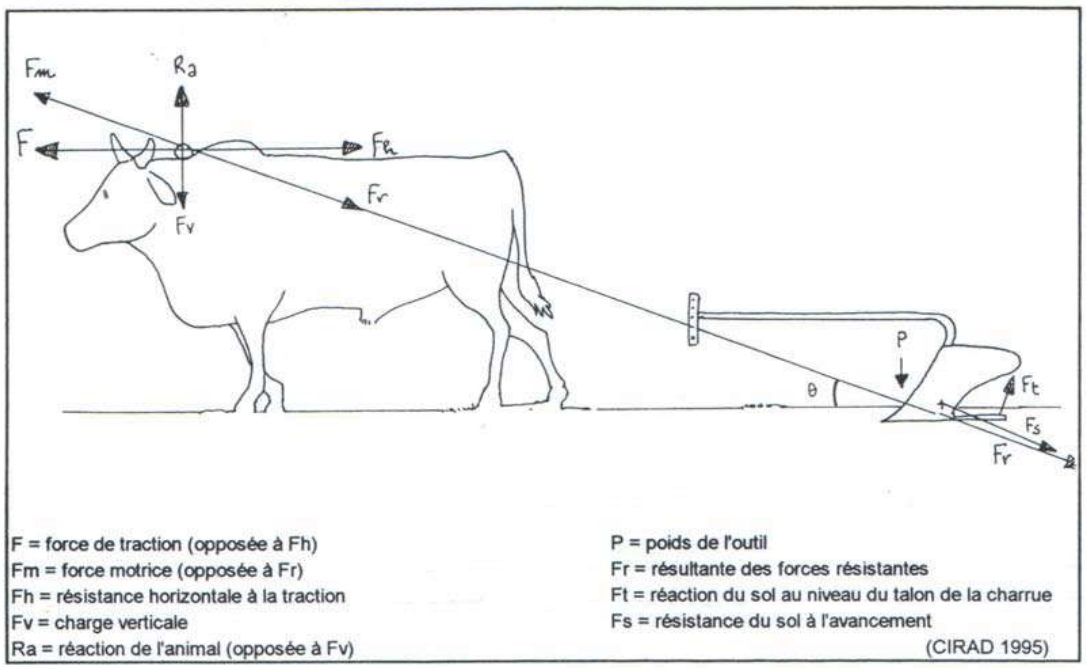


Figure 1. Diagramme des forces en traction animale.
Source : Le Thiec, 1996.

1.2.3.4. Capacité maximale d'un attelage

Pour un attelage donné, à une quantité d'énergie disponible maximale correspond un effort de traction optimal. C'est alors que l'animal valorise le mieux les aliments qu'il ingère. Cet

effort doit être déterminé pour évaluer la capacité maximale d'un attelage (Vall, 1996). Le Tableau 1 montre les plages optimales des capacités de traction de l'âne, du cheval et du zébu. Arbitrairement, la plage d'efficacité optimale de l'attelage est celle pour laquelle le travail produit est supérieur à 95 % de W_{max}. Pour le cheval et l'âne, la plage d'efficacité maximale de traction est de 10-16 % du poids vif, le zébu, 9-15 % du poids vif à une vitesse de 2,5 à 4 km/h (Goe et McDoell , 1980 ; Vall, 1996).

Tableau 1. Table de performances de l'âne, du cheval et du zébu (plage optimale en rouge)

Espèces	PV (kg)		F (daN) 10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Ane	100	d	5:46	3:43	2:09	1:04															
		v	3,20	2,73	2,40	2,22															
		UFC	1,8	1,7	1,5	1,4															
	150	d	6:00	5:46	4:21	3:08	2:09	1:23													
		v	3,60	3,20	2,87	2,60	2,40	2,26													
		UFC	2,4	2,4	2,3	2,2	2,1	2,0													
Cheval	200	d	07:00	07:00	06:54	05:43	04:38	03:37	02:43	01:53	01:09	00:30									
		v	3,31	3,35	3,36	3,33	3,27	3,17	3,04	2,87	2,67	2,44									
		UFC	3,0	3,2	3,5	3,5	3,4	3,2	3,0	2,7	2,5	2,3									
	250	d	07:00	07:00	07:00	06:54	05:57	05:03	04:13	03:26	02:43	02:02	01:26								
		v	3,28	3,33	3,36	3,36	3,34	3,30	3,24	3,15	3,04	2,91	2,76								
		UFC	3,4	3,7	3,9	4,2	4,2	4,1	3,9	3,8	3,5	3,3	3,1								
	300	d	07:00	07:00	07:00	07:00	06:54	06:06	05:21	04:38	03:57	03:19	02:43	02:09	01:38	01:09					
		v	3,26	3,31	3,34	3,36	3,36	3,35	3,32	3,27	3,21	3,13	3,04	2,93	2,81	2,67					
		UFC	3,8	4,0	4,3	4,6	4,9	4,9	4,8	4,7	4,5	4,3	4,1	3,8	3,6	3,4					
Zébu	300	d	07:00	07:00	07:00	06:46	06:24	05:56	05:20	04:38	03:48	02:52	01:48	00:38							
		v	3,50	3,31	3,13	2,96	2,81	2,68	2,56	2,45	2,36	2,28	2,22	2,17							
		UFL	6,0	6,2	6,4	6,5	6,4	6,3	6,2	5,9	5,5	5,1	4,6	3,9							
	400	d	07:00	07:00	07:00	07:00	06:54	06:41	06:24	06:03	05:39	05:10	04:38	04:01	03:21	02:37	01:48	00:56			
		v	3,60	3,45	3,31	3,17	3,04	2,93	2,81	2,71	2,62	2,53	2,45	2,38	2,32	2,26	2,22	2,18			
		UFL	7,4	7,6	7,8	8,0	8,1	8,2	8,1	8,1	7,9	7,7	7,4	7,1	6,7	6,2	5,7	5,0			
	500	d	07:00	07:00	07:00	07:00	07:00	06:58	06:49	06:38	06:24	06:08	05:49	05:28	05:04	04:38	04:09	03:37	03:04	02:27	01:48
		v	3,66	3,54	3,42	3,31	3,20	3,09	3,00	2,90	2,81	2,73	2,65	2,58	2,51	2,45	2,39	2,34	2,30	2,25	2,22
		UFL	8,7	9,0	9,2	9,4	9,6	9,8	9,8	9,8	9,8	9,7	9,6	9,4	9,2	8,9	8,6	8,2	7,7	7,2	6,7

Légende :
d : durée du travail (h:mn)
v : vitesse moyenne (km/h)
UFL : besoins du zébu en énergie (unité fourragère lait)
UFC : besoins du cheval/âne en énergie (unité fourragère cheval)

Source : Vall 1998.

Le travail fourni dure entre 2 à 8 heures par jour. Les animaux les moins lourds ont une force de traction inférieure à celle des animaux les plus lourds ; néanmoins, leur efficacité énergétique brute est relativement plus élevée. Autrement dit, l'énergie globale requise pour accomplir une tache donnée est d'autant plus importante que l'animal est lourd (CIPA, 1981). Ces différences entre l'efficacité énergétique des animaux de grande taille diminue à mesure que le volume du travail effectué augmente (Tableau 2).

Tableau 2. Utilisation et performance du bovin, l'âne et le cheval en matière de traction.

Espèces	Poids moy. (kg)	Effort libérable/ poids (%)	Effort moy. (N)	Vitesse moy. (km/h)	Durée moy. de travail (h)
Zébu	300	10-14	300-400	2,4	4-6
Taurin	250	10-14	210-290	2,4	4-6
Cheval	300	12	360	2,7	4,6
âne	125	20	250	2	3-3,5

Moy.= moyenne ; N = Newton ; km = kilomètre ; h = heure
Source : Goe et McDwell, 1980.

NB : L'effort soutenu est l'effort maximal qu'un animal est capable de développer pendant une journée de travail (5 à 6 heures) sans fatigue excessive. Quant à l'effort maximal instantané, il est l'effort soumis à un équipement en traction bloqué brutalement par un obstacle. Il vaut environ 1,5 à 2 fois le poids de l'animal (Le Thiec, 1996). En outre, la faiblesse du poids des animaux limite en retour le poids et la taille du matériel aratoire (Tableau 3) utilisable, surtout lorsque les caractéristiques du sol exigent une plus grande force de traction.

Tableau 3. Effort de traction et condition de travail selon la largeur du soc, la profondeur de travail

travail	profondeur	type de sol	effort nécessaire (daN)
Labour : charrue 7''	5-10 cm	sol sableux	20
Labour : charrue 9''	10-15 cm	sol sableux	50
Labour : charrue 7''	5-10 cm	sol argileux	30
Labour : charrue 9''	10-15 cm	sol argileux	70-80
Semis	-	-	15-20
Sarclage bovin/équin	-	-	40-50
Buttage bovin/équin	-	-	50-60
Charrette bovine	-	-	20-40

Source : Vall., 1998

Les capacités de performance du bœuf, l'âne et le cheval peut être représenté à travers une table de caractérisation (Tableau 1), étudiées de façon qualitative (effort léger, optimum, lourd) et quantitative (durée et vitesse de travail) en fonction de deux facteurs relativement faciles à déterminer à savoir, le poids vif de l'attelage (PV) et la force de traction moyenne (F). Cela permet d'organiser le travail à l'avance en prenant en compte les capacités de l'animal et de calculer sa ration alimentaire (Vall, 1998).

1.2.3.5. Facteurs influant sur la capacité des attelages

Divers types de facteurs influent sur la capacité des attelages et il est aisé de les présenter en distinguant les facteurs maîtrisables de ceux qui ne le sont pas.

✓ Facteurs non maîtrisables mais contournables :

- Climat : On peut tenir compte du climat pour en atténuer les effets, par exemple en faisant travailler les animaux uniquement en début et en fin de journée, lorsque la chaleur est supportable ;
- Sol : Si l'on ne peut changer la nature du sol, on peut intervenir en l'améliorant, par un nettoyage ou un essouchement de la parcelle notamment, de façon à faciliter le travail.

✓ Facteurs partiellement maîtrisables

Le choix et l'utilisation des animaux, en particulier le choix de l'espèce et du nombre d'animaux qui composeront l'attelage, ne sont que partiellement maîtrisables. Le choix de l'attelage, si on dispose déjà d'un attelage d'un certain type ; il faut déterminer pour quel type de travail cet attelage développera une efficacité maximale. Ainsi, on évite de le surexploiter ou de le sous-exploiter. Il faut déterminer le type d'attelage le plus apte à fournir la force de traction requise pour le travail à effectuer. L'association de deux ou plusieurs animaux dans un même attelage se traduit par une perte relative d'efficacité de chacun d'eux. Leurs forces de traction ne s'ajoutent pas. Pour une force de traction d'un animal équivalant à 1, elle est de 1,85 pour deux animaux, de 3,10 pour quatre, de 3,80 pour six animaux (Le Thiec, 1996). Par ailleurs, l'effort pour tracter certains outils dans certaines conditions (travaux lourds) de travail montre qu'il faut associer les animaux pour la réalisation des travaux.

1.2.4. Alimentation des animaux de trait

Une alimentation contrôlée et de bonne qualité est capitale pour les animaux de trait car ils fournissent un effort important en période de travaux. L'efficacité et la qualité du travail fourni et, à plus long terme, la longévité des animaux de trait sont largement tributaires d'une bonne alimentation. Leur alimentation, contrairement à celle du reste du troupeau, peut donc être gérée et contrôlée individuellement en fonction de leurs poids et les types de travaux réalisés (Tableau 4).

Tableau 4. Besoins énergétiques moyens des bovins, en fonction du poids des animaux et du travail à réaliser.

	Poids vif bovins		
Poids	200 kg	300 kg	400 kg
Entretien*	2,2 UFL/j	3,0 UFL/j	3,7 UFL/j
Effort de traction léger	3,0 UFL/j	4,2 UFL/j	5,3 UFL/j
Effort de traction moyen	3,2 UFL/j	4,5 UFL/j	5,8 UFL/j
Effort de traction fort	3,4 UFL/j	4,8 UFL/j	6,2 UFL/j

*on essaie de caractériser l'intensité du travail en trois classes qualitatives : travail léger (moins de 4 heures/jour), moyen (4 à 6 h/j) et fort (plus de 6 h/j). UFC : On utilise une unité propre au cheval : l'UFC (Unité Fourragère Cheval). Pour un bœuf de 250 kg de poids vif, soit 1 UBT (unité bétail tropical) exerçant un travail moyen : besoin quotidien d'entretien, environ 2,5 UFL (unités fourragères lait) par jour ; besoin quotidien de travail, environ 3,5 UFL par jour de travail.
Source : Lhoste et *al.,* 2010

Les bovins au travail ont peu de besoins supplémentaires en matières azotées digestibles, (MAD), par rapport aux besoins d'entretien (Tableau 5). Les céréales fournies pour couvrir les besoins énergétiques supplémentaires apportent en même temps les matières azotées supplémentaires nécessaires. Quant aux minéraux, ce sont principalement les besoins en

calcium (Ca), potassium (P) et sodium (Na) qui augmentent. P et Na sont toujours présents en faible quantité dans les fourrages.

L'eau : Il est primordial d'apporter de l'eau en quantité suffisante et de façon régulière, à tout animal qui travaille. Les quantités d'eau nécessaires sont variables en fonction du climat et en particulier de la température ; de la nature de la ration, qui peut apporter plus ou moins d'eau, des fourrages verts pouvant contenir 20 % seulement de matière sèche et donc 80 % d'eau ; de la production, de l'intensité du travail.

Le bien-être de l'animal de trait : Les principes à respecter en termes de bien-être animal ont un caractère générique et ils peuvent s'exprimer par 5 règles admises par nombre d'institutions (Lhoste et *al.,* 2010): 1) éviter la douleur au cours de l'élevage et de la réforme ; 2) limiter, contrôler et soigner les pathologies, plaies, lésions ; 3) éviter ou limiter les stress climatique, physique, ou autre, ainsi que la peur ; 4) éviter les souffrances de faim, de soif ou de malnutrition et 5) permettre aux animaux d'exprimer des comportements normaux, propres à chaque espèce.

Ces principes peuvent et doivent être appliqués prioritairement aux animaux de trait, compte tenu de leur rôle essentiel auprès des petits agriculteurs. Cela peut donc se traduire par quelques règles plus spécifiques et adaptées aux animaux de trait :

- ✓ Au cours du dressage : limiter le stress, opérer avec fermeté mais sans brutalité, assurer une bonne alimentation et un abreuvement régulier, ménager des temps de repos… ;
- ✓ Au cours du travail : adapter l'équipement et l'effort à la capacité de l'attelage, respecter les temps de travail, limiter les efforts au cours des heures chaudes de la journée, ménager des pauses sous ombrage et assurer un abreuvement plus fréquent
- ✓ Le logement est un élément important du bien-être des animaux de trait : il faut assurer des conditions de logement de nuit, en particulier, qui permettent à l'animal de se reposer correctement, et, si possible de s'alimenter et de s'abreuver à l'étable ou au parc de nuit. Le logement doit être sain, ce qui limite les risques sanitaires.
- ✓ En termes d'alimentation et d'abreuvement : la saison des travaux au champ (labours notamment) arrivant après la saison sèche, les animaux de trait sont souvent en mauvais état corporel, s'ils n'ont pas été complémentés en fin de saison sèche.
- ✓ Effectuer un suivi sanitaire régulier et strict tout au long de l'année : prendre en compte la saisonnalité des pathologies.
- ✓ Apporter un soin particulier à la finition des harnachements et aux matériaux entrant dans leur fabrication : éviter les matériaux synthétiques, les pneumatiques et les chambres à air.

- ✓ Éviter l'utilisation prolongée d'équipements provoquant des vibrations qui sont inconfortables pour les animaux, comme les outils de travail à la dent en sec.

1.2.5. Harnachements

Le harnachement selon Lhoste et *al.,* (2010) est constitué d'un ensemble d'éléments : harnais, dispositifs de conduite (guides, brides), systèmes d'attelage à un ou plusieurs animaux. Le harnais, élément principal du harnachement, permet de valoriser le potentiel énergétique d'un animal pour développer un effort. Le harnais désigne un ensemble d'éléments assurant la liaison animal-outil et permettant d'utiliser l'énergie développée par un attelage pour effectuer un travail, généralement un déplacement (Le Thiec, 1990). Les harnais se distinguent par les points d'appui sur l'animal, en avant du poitrail (bricole ou sangle de poitrail), en avant du garrot (joug de garrot), sur la nuque ou en arrière des cornes (joug de tête), et en avant des épaules (Figure 2). Les types de harnachements utilisés varient selon les animaux de trait, mais en ce qui concerne les bœuf de traits, nous avons : joug de garrot, joug de tête, collier monobovin (rare au Burkina), jouguet monobovin (rare au Burkina).

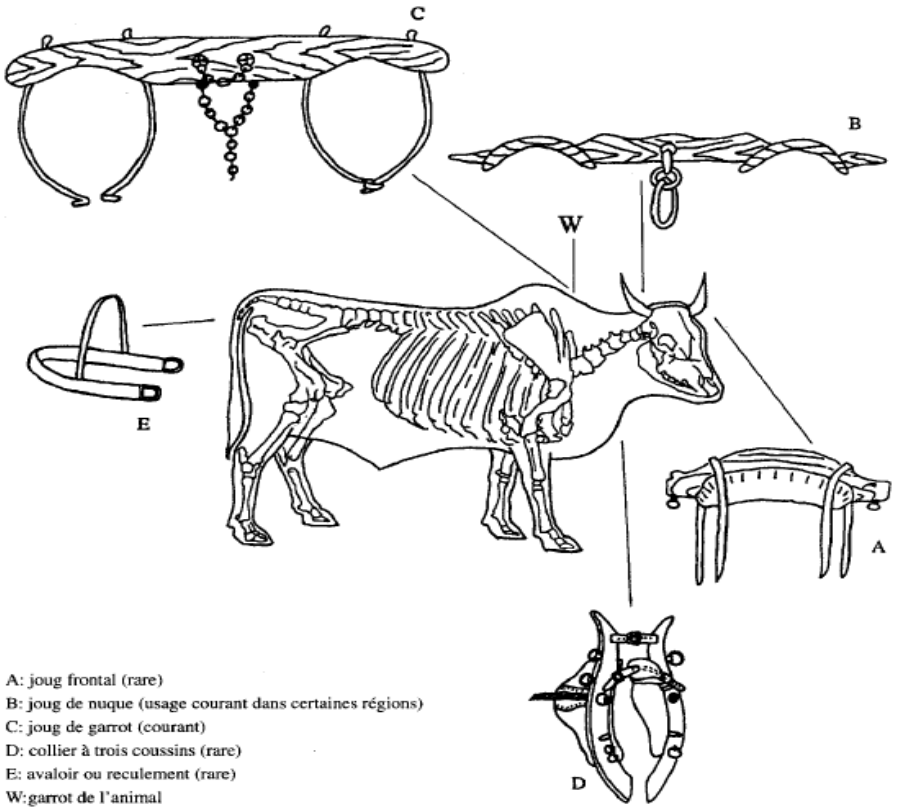


Figure 2. Schémas de différents types d'harnachements pour bovins (modèles rare au Burkina Faso). Source : Starkey, 1994

1.2.5.1. Joug

Les jougs sont classés suivant des critères appropriés. Par rapport aux jougs traditionnels des paysans, des gains d'énergie de 15 % à 25 % peuvent être obtenus avec des jougs améliorés.

✓ Selon leur position sur l'animal, on a deux grands types de joug :

- les jougs de tête, qui, eux - mêmes, se subdivisent en jougs frontaux (rares) placés sur le front et les jougs de nuque, appelés aussi jougs de cornes, fixés derrière les cornes.
- dans le langage courant, on emploie fréquemment les trois appellations pour désigner le même joug (de tête, de nuque, de cornes), mais la référence à la "nuque" apporte plus de précision.
- les jougs de garrot, qui comportent une grande variété.

✓ Selon le nombre de bêtes couplées, les deux types de joug précédents peuvent être :

- simples, portés par un seul animal, ils sont appelés jouguets.
- doubles pour l'emploi d'une paire d'animaux, ce sont les plus répandus, car ils permettent de disposer d'une grande force de traction ;
- triples, utilisés parfois en début de dressage, le jeune à dresser occupant naturellement la place centrale, entre deux anciens.

✓ Selon leur utilisation (préétablie) on trouve :

- les jougs et jouguets de transport, qui sont généralement assez légers, et fixés à demeure sur le timon de la charrette.
- les jougs de labour, plus lourds et plus résistants à cause des gros travaux. L'entre axe mesure habituellement de 65 à 80 cm, selon les attelages et le cornage des animaux.
- les jougs de sarclage, ont des dimensions de l'entre axe adaptées à l'interligne des cultures. Cette mesure, prise entre les deux garrots et qui définit la longueur du joug, est toujours égale au double de l'interligne de la culture. Par exemple l'interligne de culture d'arachide fait 60 cm et correspond avec un joug de 1,20 m entre garrots ; pour le maïs, l'interligne 80cm correspond avec un joug de 1,60 m.

1.2.5.2. Collier et palonnier

Le collier est un harnais, particulièrement bien adapté aux équidés (Figure 3). Il est constitué d'une armature pour son adaptation sur l'animal, d'un rembourrage pour le confort et la protection et d'un dispositif d'attelage pour l'outil. Prenant appui en plusieurs points de l'encolure, il s'adapte bien à la conformation de l'animal, et permet une meilleure répartition des efforts. Au Burkina les colliers n'ont pas connu le succès qu'ils méritent, bien qu'ils puissent être réalisés aisément par les artisans locaux avec des matériaux disponibles sur place. On préfère la bricole pour l'âne et les équidés, car encore plus simple à fabriquer. Ils représentent les meilleurs harnais mais n'ont pas connu le succès qu'ils méritaient. On

reconnait qu'ils sont relativement complexes à fabriquer, donc relativement chers, ce qui a définitivement nui à leur développement.

Le palonnier quant à lui est un matériel en fer ou en bois qui permet de relier les traits à la charrue, tout en respectant l'interligne et la largeur corporelle de l'animal tractant surtout seul.

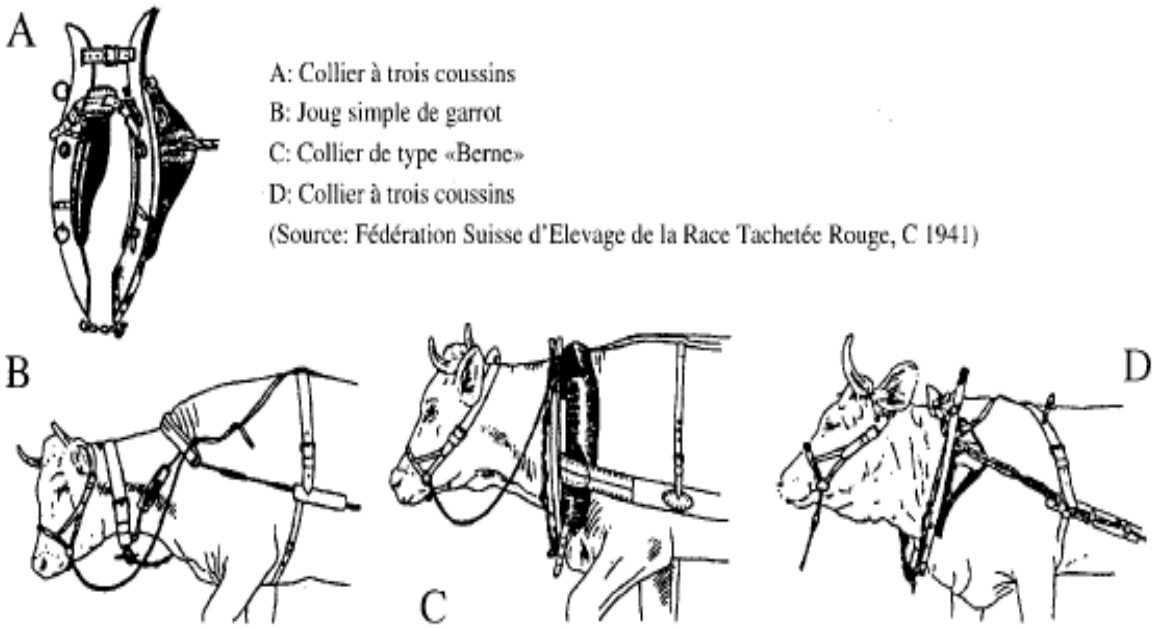


Figure 3. Harnais type collier mise au point en Suisse et Jouguet de garrot pour bovin
Source : Starkey, 1994.

1.2.5.3. Règles fondamentales sur l'attelage et le harnachement

Pour obtenir le maximum de rendement et assurer un bon état physique permanent, garant d'une longévité satisfaisante des animaux, il faut que les efforts demandés soient compatibles avec l'attelage (10 % du poids en moyenne, pour les bovins) et l'état des animaux (Le Thiec, 1990). Les animaux, attelés par paire, doivent être appareillés en taille et en force pour obtenir une parfaite coordination des efforts individuels. Les harnais, et tous les dispositifs de transmission de l'effort, ne doivent pas gêner l'action des animaux ni les blesser, ni entraver le contrôle de l'angle de traction. Ils doivent permettre l'optimisation de la transmission de l'énergie développée par les animaux. De ce fait, Ils doivent donc laisser une liberté suffisante de mouvement tels que le balancement de la tête, la mobilité des articulations et ne doivent entraver ni la respiration, ni la circulation du sang. Les types d'harnais présentent des avantages et des inconvénients (Tableau 5). Il convient aux paysans d'opérer des choix judicieux et appropriés pour un meilleur rendement de travail. A ce effet, la mise au point du jouguet IRAD-BF par la recherche, qui a fait ses preuves au Cameroun, pourrait aussi élargir les options de choix au Burkina Faso.

Tableau 5. Avantages et inconvénients de quelques harnachements.

	Avantages	Inconvénients
Joug de garrot	- laissent une grande liberté de mouvement aux animaux ; - les animaux se fatiguent moins vite ; - prend appui sur une partie du corps relativement moins sensible que la tête ; - tolèrent une fabrication sommaire ; - réalisable par les paysans à un coût quasi- nul.	- impossible de reculer avec les charrettes, sauf s'ils sont dotés d'un dispositif spécial ; - si les animaux sont rétifs ou mal dressés, la trop grande liberté de mouvement leur laisse une possibilité de s'esquiver, dévier, ou se mettre en travers devant l'effort.
Joug de tête	- les animaux sont rendus plus solidaires et leurs efforts sont coordonnés ; - mode de fixation rigide, très serré sur la nuque des animaux permettant un dressage plus facile ; - l'angle de traction réduit, assure une meilleure efficacité dans la transmission de l'effort ; - poussée en recul, possible et utile avec les matériels de transport.	- animaux se fatiguant vite dû au manque de mouvement. - cordelettes en nylon pouvant provoquer un cisaillement de la base des cornes - jougs mal conçus ou inappropriées susceptibles de provoquer des blessures
collier	- représentent les meilleurs harnais ; - liberté de l'animal assurée ; - pas de blessures à cause des coussins ; - effort de traction bien transmis ;	- relativement complexes à fabriquer, donc relativement cher, ce qui a définitivement nui à leur développement ;

1.2.6. Equipements de la culture attelée

Avant d'envisager le recours à la culture attelée, les parcelles doivent être dessouchées et nettoyées de l'excès de végétation, des pierres gênantes, etc. Quand l'état des parcelles cultivées permet l'emploi des équipements de culture attelée, les choix des itinéraires techniques (succession des opérations culturales) déterminent les opérations qui pourront ou non être mécanisées et les équipements utilisables. Ainsi, le type de travail du sol, et le choix du mode de semis ont une incidence directe sur la possibilité d'utiliser ou non les différents types d'équipements. Les principaux équipements de culture attelée rencontrés au Burkina Faso sont les charrues bovines et asines CH6 et CH9, les houes Sines, houes Manga, IR12, semoirs etc.

1.2.7. Equipements de transport attelés

Le transport des personnes et de divers produits est une activité très importante dans toute exploitation agricole. Elle s'exerce sous des formes diverses, en particulier l'acheminement quotidien de produits pour les usages domestiques, tels que l'eau, le bois ; le transport du matériel agricole, du fumier, des engrais, des semences ; convoyage des récoltes vers les greniers familiaux, les marchés, les centres de collecte ; déplacements à caractère social.

Certains de ces travaux sont saisonniers, d'autres s'étalent sur toute l'année ; parmi ces derniers, le transport est d'une utilité permanente et il peut être rentabilisé en tant que service, dans les villes par exemple. Il peut donc constituer une source de revenus réguliers tout en permettant de garder les animaux à proximité des habitations et d'entretenir leur dressage. Les moyens de transport utilisés avec les animaux peuvent se classer en quatre catégories : la monte, avec transport d'un cavalier ; le portage, à l'aide de bâts ou de paniers; le transport par charrette à roues. La charrette à deux roues constitue le matériel de base de la mécanisation pour le transport attelé en zone rurale. Le plus répandu au Burkina Faso sont les tombereaux et les plateaux (confère annexes).

1.3. LA TRACTION ANIMALE AU BURKINA FASO

1.3.1. Historique de la traction animale au Burkina Faso

1.3.1.1. Au niveau national

Selon Pingali et *al.,* (1987), en Asie et en Europe, les animaux de trait sont utilisés depuis des millénaires mais en Afrique subsaharienne (sauf l'Ethiopie) ils ne sont utilisés que depuis les années1920 et 1930. Au Burkina Faso, l'introduction des premiers équipements dans les exploitations familiales, œuvre de missionnaires blancs, date des années 1930 (Son et Coulibaly, 1997). Elle a été faite de façon sporadique et peu significative par rapport au nombre des exploitations existantes. Les premières tentatives d'application assez importante de la traction animale remontent aux années 1950 avec la mise en place des fermes pilotes dans la zone ouest. A l'époque, la mécanisation de l'agriculture ne constituait pas en tant que telle une préoccupation. En effet, jusqu'à la sécheresse des années 1958-1960, la faible densité de la population, la disponibilité de produits de cueillette et la productivité des terres sur de petites superficies procuraient des conditions de sécurité alimentaire aux producteurs. A partir de 1962, la SATEC (Société d'Aide Technique et de Coopération) a procédé à la diffusion des équipements de traction animale. Ainsi de 1962 à 1965, le nombre de houe-manga diffusé est passé de 453 à 3364 (Bélem, 1985). De 1968 à 1983 le nombre d'équipements de traction animale est passé de 3634 à 59247 pour l'ensemble du pays, soit un taux d'accroissement d'environ 150% par an. De 1975à 1983 le nombre d'exploitations mécanisées est passé de 2,2% à 5% au plan national. Cette faible variation cache cependant une forte évolution à l'intérieur de la zone cotonnière ouest.

A partir de1974/1975, avec le concours de l'aide extérieure, le pays s'est doté d'un appareil de diffusion et d'entretien du matériel de traction animale : les ARCOMA (Ateliers Régionaux de Construction de Matériel Agricole) et COREMA (Centres Opérationnels Régionaux pour la Mécanisation Agricole). Leurs objectifs étaient : d'accélérer les progrès de la traction animale avec le concours des ex O.R.D (Organismes Régionaux de Développement), d'adapter le matériel agricole aux conditions régionales, de faciliter l'approvisionnement en pièces de rechange, de réduire les importations et satisfaire les besoins nationaux en matériel agricole. Ces ateliers ont permis d'équiper les producteurs en multiculteurs, houes et charrues. En 1983, les ARCOMA se scindent en deux pour donner le Centre National d'Equipement Agricole (CNEA) et l'Atelier Pilote de Construction de Matériel Agricole (APICOMA). L'APICOMA est associé au Centre National de Perfectionnement des Artisans Ruraux (CNPAR). Ce dernier assure la formation, le suivi, le soutien et la réinstallation des artisans dans leurs localités. En 1999, le CNEA et l'APICOMA, furent fusionnés et privatisés.

De nos jours, le ministère de l'agriculture et de la sécurité alimentaire a entrepris de vastes opérations de ventes à prix hautement subventionné de charrettes, charrues, animaux de traits sont entrepris. On a par exemple l'opération 100000 charrues qui se déroule présentement et permettra à un grand nombre de producteurs et surtout les femmes de s'en approprier.

1.3.1.2. Au niveau de la région Ouest

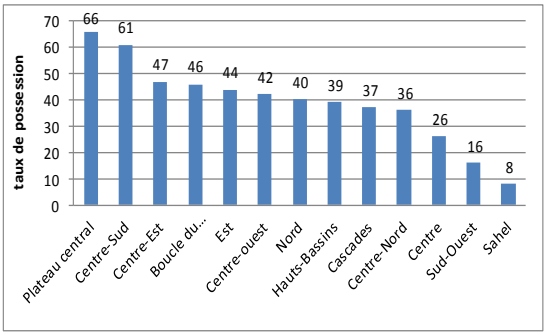
Introduite autour des années 1950 dans la zone Ouest, la traction animale a connu un développement depuis les années 1973 au début des activités du projet coton. Ainsi, de 1968 à 1 983, le nombre des équipements de traction animale est passé dans la zone de 1 776 à 50 047 (Bélem, 1985). Depuis 1975, on constate que les trois ORD de la zone cotonnière, sont nettement plus équipés en traction animale que l'ensemble des huit autres ORD du Burkina Faso. De 1975 à 1983, le taux des exploitations mécanisées est passé de 3,8 à 15% à l'intérieur de la zone cotonnière (Bélem, 1985). Schwartz (1991), cité par Faure, (1994), observe en 1989 que 33% des exploitations de la zone Ouest possèdent un attelage. Cependant, malgré la progression rapide du taux d'exploitations mécanisées, ce taux n'atteint pas celui de la zone cotonnière du Mali où il est d'environ 70% (Traoré, 1988). Compte tenu de ce succès et de la maîtrise des techniques en traction animale dans la zone cotonnière Ouest, la CFDT (Compagnie Française pour le Développement des Textiles) et les ORD ont conjointement lancé une opération de motorisation intermédiaire au cours de la campagne agricole 1977/1978 : petits tracteurs Bouyer de moins de 30 ch., pour faire passer des exploitations en culture à traction animale de 15 à 20 ha. Mais cette opération ne s'est pas développée. En

1996, à l'intérieur de la zone, environ 31% des exploitations étaient équipées en matériel de traction animale, mais de façon disparate (44% au Kénédougou et au Houet, 41% au mouhoun, 1% au Poni et dans la Comoé) et moins de 1% étaient des motorisés (Havard, 1996). La faible évolution du nombre d'exploitations motorisées est due entre autres aux contraintes d'utilisation (absence de pièces de rechange, maintenance, rentabilité…) des tracteurs qui ont conduit certains producteurs à retourner vers la traction animale.

1.3.2. Situation du matériel et des animaux de trait au niveau national

Au niveau national, le taux de possession des équipements agricoles de traction (charrues et tracteurs) par les ménages est de 39% et de même, 39% pour la zone Ouest du pays. Au niveau Régional (Figure 4.1), le Plateau Central (66%) vient en première position, suivi du centre Sud (61%), Est (47%) et la Boucle du Mouhoun (46%). La contribution des régions par rapport aux taux de possession des équipements agricoles au niveau national (Figure 4.2) permet de montrer que la zone Ouest contribue pour 28%(MEF, 2006).

(1) Taux de ménages agricoles mécanisés (charrues et tracteurs)



(2) Contribution des Régions par rapport aux taux de possession de charrues

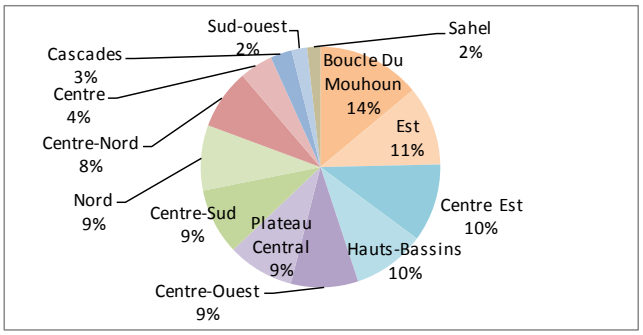


Figure 4. Taux de ménage mécanisé (1) et contribution des régions (2) par rapport aux taux de possession de charrues.
Source : MAHRH, 2006

Concernant les animaux de traits, seulement 41% des ménages agricoles possèdent des animaux de trait sur le plan national et 36% à l'Ouest (Plateau Central 65% ; Centre Sud 63% ; Boucle du Mouhoun et Centre Est 49%, Haut-Bassin 41% ; Cascades 38%, Sud-Ouest 16%). La contribution des régions au taux de possession montre que les régions à fort taux de ménages possédant des animaux de trait sont : la Boucle du Mouhoun avec 14,0%, le Centre Est avec 10,4% et l'Est avec 9,9% (DGPER/RGA, 2006). Les espèces animales utilisées pour la traction sont: l'âne utilisé par 29% des ménages agricoles, le bœuf par 26% des ménages, le cheval par 1% des ménages et le dromadaire par seulement 0,4% des ménages. Quant aux effectifs, on a 63% de bœufs de trait (1060913), 36% d'âne de trait, 1% de chevaux(10045) et de chameaux (6942). Par ailleurs, ces taux ont significativement variés de 1996 à 2006. Du

point de vu national, le taux de possession en animaux de trait en 10 ans a augmenté de 10% soit une progression de 1% l'an et en matériel de trait, 12% en 10 ans soit une progression de 1,2% l'an (Figure 5).

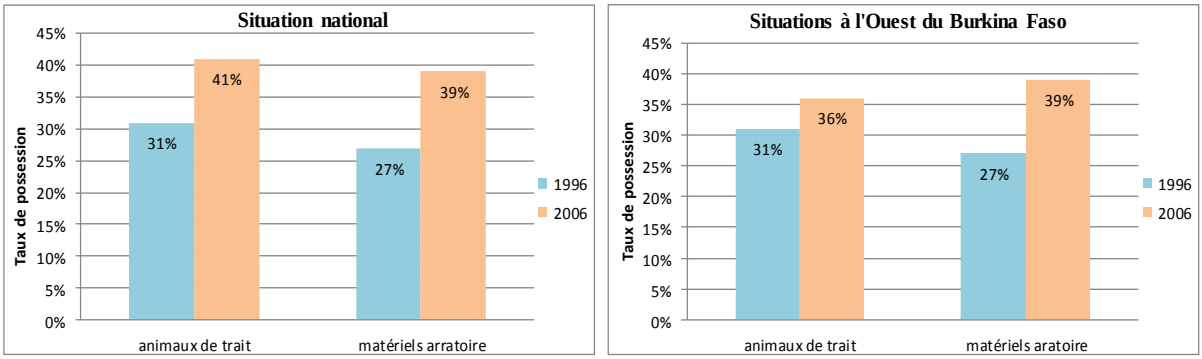


Figure 5. Taux de possession en matériels aratoire et animaux de trait en 1996 et 2006.
Source : MAHRH, 2006

1.3.3. Place de la traction animale dans la province du Tuy

Le secteur économique est principalement basé sur l'agriculture et l'élevage. Les principales spéculations sont le coton, le maïs, le sorgho, le sésame, l'arachide (MAHRH, 2006). En matière d'élevage, L'effectif du cheptel est aussi important dans le Tuy et varié. On a des bovins, des asins, des ovins, des caprins, des porcins etc. (MRA, 2009).

L'intégration entre ces deux domaines d'activité est perceptible à travers toute la province du Tuy. Ainsi, les ménages agricoles, bien équipés utilisent la traction animale dans les opérations de préparation du sol (labour, scarifiage, billonnage), d'entretien des cultures (sarclage, buttage) et de transport. Selon Vall, 2009, 78% des unités de production (UP) sont équipées en traction animale. Les exploitations sont le plus souvent bien équipées en charrues, en outils de sarclage et en outils de buttage. Par contre, elles ne possèdent pas de semoirs mécaniques. Dans le Tuy, cette opération est pratiquement toujours effectuée à la main.

Les travaux de Blanchard et *al.*, 2008 ont montré également que plus de la majorité des unités de production (UP) possèdent, au moins, un outil de travail du sol (62% à Founzan, 79% à Sara…) et au moins un âne ou un bœuf de trait (70% des UP à Founzan, 73% à Koumbia, 70% à Sara). Les ânes sont principalement utilisés pour le transport, mais les bœufs, sont utilisés pour toutes les activités ci-dessus citées. Le semis s'effectue majoritairement en ligne manuellement. Les producteurs ne possèdent et n'utilisent presque pas de semoir (3% à Koumbia). Le transport par la traction animale est réduit aux exploitations équipées d'au moins une charrette asine ou bovine (49 % des UP à Founzan).

CHAPITRE II. NOTION DE TRACTION MONOBOVINE ET DE TRAVAIL DU SOL

2.1. NOTION DE TRACTION MONOBOVINE

La traction monobovine est l'opération qui consiste à tracter un matériel aratoire, de semis, de transport etc. par un seul bœuf, à l'aide d'un harnachement monobovin (jouguet, collier, bricole).

2.1.1. Caractéristique de la traction par un seul bovin

L'utilisation d'un seul bovin est à conseiller pour les travaux légers qui ne nécessitent que peu d'effort, comme le transport moyen, le sarclage, le buttage 25 à 35 kg d'effort de traction compte tenu du poids vif des bovins de la région situé entre 300 et 400 kg. Pour les travaux de sarclage, la traction monobovine permet d'éviter les inconvénients d'un attelage constitué d'une paire de bovins attelée au joug court : piétinement des cultures, balayage oblique de la chaîne de traction et casse des plants, difficultés de manœuvre en bout de rang. De plus, elle améliore la précision des travaux d'entretien, permet de poursuivre le travail en cas de perte accidentelle d'un bœuf, et aussi d'alterner les deux animaux et d'effectuer le travail plus rapidement. Il est important de choisir un bon jouguet bien adapté. Quelques heures suffisent pour habituer un animal à travailler seul quand il a été dressé pour l'attelage à deux (Vall et al, 2002).

Avec un animal non-dressé, il s'agit de l'amener progressivement à travailler seul. Pour l'accoutumer au harnais, on commence par placer le jouguet sur la bosse à l'arrêt. Puis, petit à petit, on habitue l'animal à marcher avec le jouguet en lui faisant tracter une charge d'abord légère, puis progressivement de plus en plus « lourde. L'opération dure au minimum une semaine. Ensuite, en douceur, le travail peut être effectué en plein champ pour du sarclage, buttage etc. Après une saison de culture, le bovin est apte à travailler avec le jouguet. (Vall et al, 2002).

2.1.2. Jouguet IRAD-BF

2.1.2.1. Description

Le jouguet monobovin IRAD-BF (Figure 6) est un joug simple monobovin, conçu par le Docteur Vall en 1998 à l'IRAD au Cameroun, commandité par la société cotonnière camerounaise afin de faciliter certaines opérations de production cotonnière. Il comprend une pièce de bois taillée dans un madrier (7 à 8 cm x 20 cm de section). En forme de demi-cercle, cette pièce de bois épouse parfaitement la forme de la bosse. Elle est entaillée extérieurement

sur la tranche par une gorge de 2 cm où passe un fer à béton de 12 (d'où son nom, BF = bois fer). Le fer à béton (160 cm) comprend une partie en demi-cercle et deux bras de 30 cm environ qui se terminent par les crochets des traits. Le fer est plié à froid. Les auteurs ont ajouté une dossière de 75 cm (angle trait-dossière = 70°) afin d'améliorer la stabilité du jouguet. Elle se raccorde aux crochets des bras du jouguet. Les brins de la cravate sont plus courts (50 et 90 cm de long) et se fixent au niveau des bras. Le modèle léger est plus facile à réaliser. Toutefois, il requiert l'emploi d'une machine à bois (Vall, 2001).

2.1.2.2. Sanglage et palonnier

Les sanglages sont réalisés au moyen d'une sangle en Nylon de très haute résistance (250 kN). La longueur des traits est de 160 cm (Figure 6). La bande de Nylon peut éventuellement être remplacée par la sangle de Nylon que l'on trouve sur les marchés locaux. Les traits se raccordent à un palonnier (en fer ou bûche de 65 cm ; 6 cm de diamètre) par deux crochets de forme triangulaire (fer à béton de 10). Le crochet d'attelage est circulaire (fer à béton de 10).

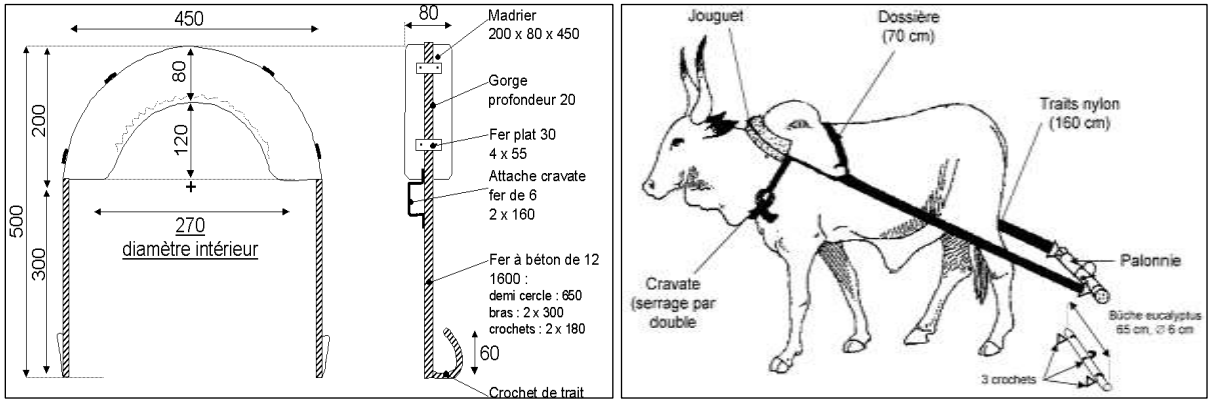


Figure 6. Attelage avec le jouguet IRAD-BF.
Source : Vall, 2002

2.1.2.3. Principes d'utilisation du jouguet

Le model IRAD-BF est un jouguet de garrot. Il est maintenu en position d'appui sur la bosse par une cravate qui passe sous le fanon du bovin. Au travail, le jouguet se place en position oblique suivant la ligne de traction. Cette position est stabilisée par les bras du jouguet faisant office de balancier. Les deux traits de 160 cm de long chacun se raccorde à l'avant aux bras du jouguet et à l'arrière au palonnier sur lequel s'accroche l'outil (Vall, 2001).

Installation du jouguet : L'installation du jouguet se déroule en trois étapes: 1), Poser le jouguet sur la bosse de l'animal; 2), Attacher la cravate au niveau du cou de l'animal sans trop la serrer et 3), Accrocher le palonnier à l'équipement agricole. Pour améliorer le réglage du

talonnage de l'outil (charrue), il est possible de rajouter une corde de quelques décimètres entre le crochet du palonnier et celui de l'outil.

Recommandations : 1), Eviter de trop serrer la cravate au risque d'entraver la respiration et la circulation du sang de l'animal. 2), Après le travail, il est préférable de suspendre le jouguet afin de le protéger des vermines, 3), Un bovin seul se fatigue plus rapidement qu'une paire, il y a donc lieu d'accorder des repos fréquents à l'animal durant le travail et d'éviter les labours trop profonds.

2.1.3. Le transport monobovin

Le transport monobovin est une technologie rare au Burkina Faso, mais plus pratique et commode, qu'il convient de valoriser (Figure 7). Le jouguet IRAD-BF est un harnais que l'on peut adapter pour ce dispositif d'attelage avec une charrette munie de brancard.

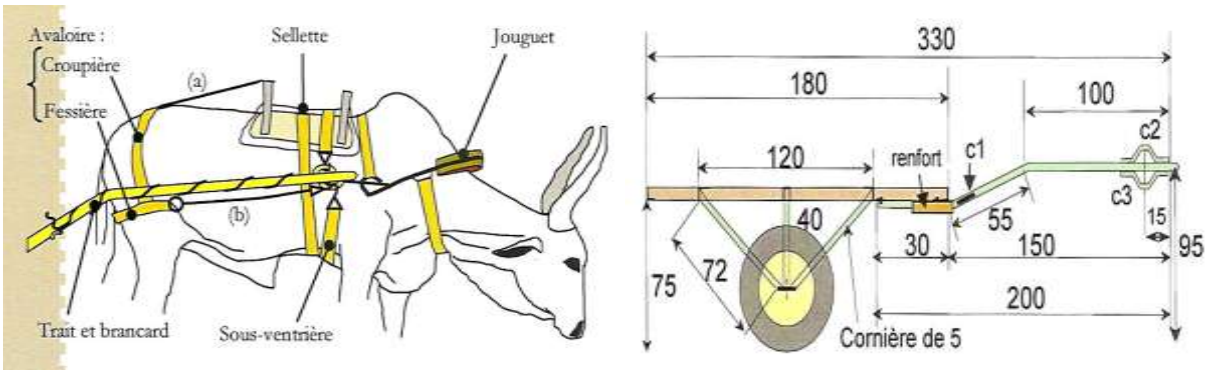


Figure 7. Attelage monobovin avec le jouguet IRAD-BF et une charrette plateau adaptée.
Source : Vall et al. 2002

2.2. QUELQUES NOTIONS DE TRAVAIL DU SOL

Le travail du sol selon Lhost in Mém, (2002), consiste en des interventions sur le sol. Il peut viser plusieurs objectifs :

- améliorer les propriétés physiques du sol, c'est-à-dire régénérer la structure et rétablir une porosité satisfaisante favorable à l'infiltration de l'eau et au ressuyage du sol ;
- préparer le lit de semence qui doit permettre un bon contact entre le sol et la graine (bouture) et une bonne germination et une bonne levée (pas d'obstacle) ;
- incorporer les engrais, les amendements et certains pesticides ;
- détruire les adventices avant et/ou après la mise en place de la culture.

2.2.1. Les pseudo labours

Le pseudo labour selon Le Thiec, (1996), consiste en un travail profond du sol sans retournement à l'aide d'outil à dents (IR 12 dans les zones cotonnière). Il vise à ameublir le sol et à favoriser l'infiltration de l'eau. Un exemple de pseudo labour est le sous solage qui vise à décompacter le sol sur une grande profondeur.

2.2.2. Les labours

Le labour consiste à retourner le sol sur une certaines profondeur en vue de l'ameublir, d'enfouir des intrants ou de détruire les adventices (le Thiec, 1996). Le labour profond est particulièrement recommandé pour les sols lourds riches en argile. Par contre il n'est pas conseillé pour les sols légers où il est mieux de laisser le sous-sol lourd retenir l'humidité.

Le labour est réalisé à l'aide de charrue à socs ou à disques à traction animale ou motorisée

Le labour consiste à couper une bande de terre, la soulever et la retourner à l'aide d'un instrument aratoire. Son but c'est d'ameublir le sol, enfouir les adventices, la fumure organique et les engrais (le Thiec, 1996). Les formes de labour sont : à plat, en planche, à la fellemberg et le billonnage (le Thiec, 1996).

Le labour à plat : c'est un labour pendant lequel la terre est retournée du même côté. Il est facilement réalisé avec la charrue réversible.

Le labour en planche est le résultat de l'application d'un labour en adossant ou en refendant.

Le labour en adossant : le labour commence par un ados central, la terre est retournée vers le centre de la parcelle, laissant en fin de labour une raie sur deux côtés du terrain labouré.

Le labour en refendant : il est exécuté sur deux extrémités du terrain labouré vers le centre. La terre est retournée vers l'extérieur et en fin de labour il est observé une dérayure centrale.

Le labour à la fellemberg : le labour est exécuté sur les quatre côtés du terrain à labourer et la terre est retournée vers l'extérieur. Il est encore appelé labour en tournant puisque fait l'objet de quart de tour à chaque coin de la parcelle.

Le billonnage : il consiste à faire des billons successifs à l'aide du butteur ou du soc de labour. Il permet de gagner deux fois plus de superficie que le labour simple pour des semis. Il est qualifié de buttage lorsqu'il s'agit de ramener la terre aux pieds des plants. Ce qui permet d'éviter la verse et d'enfouir l'engrais et les mauvaises herbes.

2.2.3. Les façons superficielles

Les façons superficielles consistent en un travail superficiel du sol (le Thiec, 1996). On distingue plusieurs types de travail superficiel du sol :

- le scarifiage qui consiste en un grattage superficiel avant la mise en place de la culture. Il vise à ameublir le sol et/ou à détruire les adventices ;
- le binage qui consiste à remuer la surface du sol dans le but de casser la croûte de battance afin de limiter l'évaporation et de favoriser l'infiltration ;
- le sarclage qui consiste en un grattage superficiel du sol en vue de détruire les adventices dans une parcelle en culture.

2.2.4. Limites du travail du sol

Le travail du sol peut avoir des actions défavorables sur la fertilité du sol surtout quand il est réalisé dans de mauvaises conditions. Les effets négatifs du travail du sol sont :

Destruction de structure du sol par les labours ; accélération de la dégradation des matières organiques ; création d'une couche infertile à la surface ; déclenchement du processus d'érosion lorsque le travail crée des zones de moindre résistance (creux, sillons). Par conséquent le travail du sol doit être toujours adapté aux caractéristiques des sols.

DEUXIEME PARTIE: ETUDE EXPERIMENTALE

CHAPITRE I : MATERIEL ET METHODE

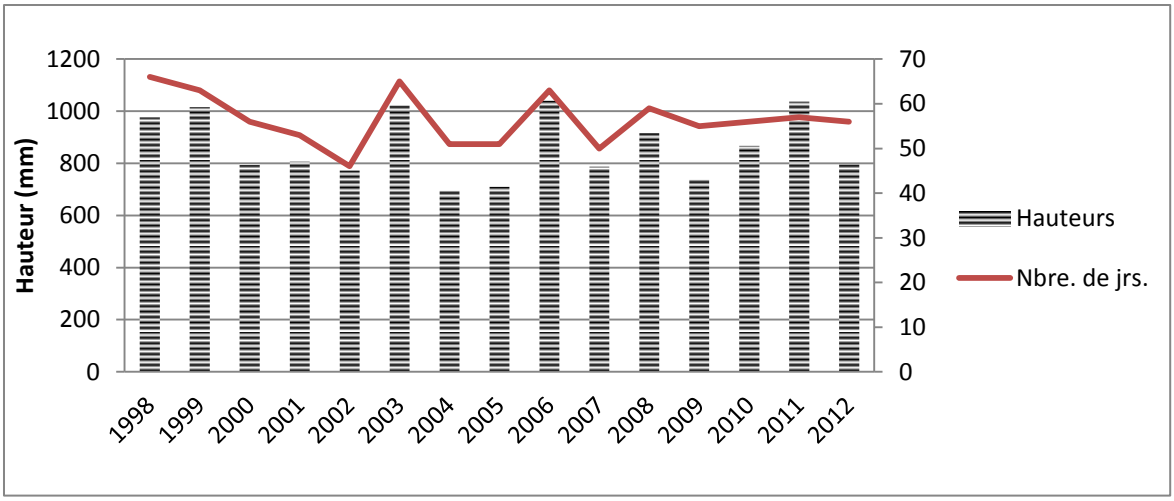
1.1. CADRE DE L'ETUDE

L'étude a été réalisée dans la province du Tuy (Figure 9). Cette localité a été retenue pour la mise en œuvre de ce projet de recherche par un choix raisonné, c'est-à-dire que plusieurs activités du CIRDES s'y mènent, à cause des potentialités agricoles que regorge la province et de sa position stratégique dans l'ouest du pays. Quatre (4) villages ont été choisis par la même procédure pour abriter l'ensemble des travaux avec des organisations de producteurs (CCV) encadrées déjà par le CIRDES. Ces villages serviront de modèles ou de relais pour les autres villages de la région. Il s'agit de Koumbia, Gombélédougou, Founzan et Sara.

Les villages concernés par l'étude sont (Figure 9) :

- Koumbia, chef-lieu de la commune de Koumbia est situé sur la route nationale 1, à 34 km au sud-ouest de Houndé (chef-lieu de la province du Tuy) et à 67 Km à l'Est de Bobo-Dioulasso. Il est au 12° 42' 207''Nord, 4° 24' 010'' Est et à une altitude de 290 m (Blanchard et al., 2008). La population totale est estimée à 5 311 habitants, soit 2 632 hommes et 2 679 femmes (MAHRH, 2006).
- Gombélédougou, situé à 18 Km au Sud-Est de Koumbia sur l'axe Koumbia - Diébougou, et 73 km à l'Ouest de Houndé, chef-lieu de la province du Tuy. Selon le MAHRH, (2006), La population est de 3 669 habitants avec 1 773 hommes et 1 896 femmes.
- Founzan est situé sur la route nationale 12. Chef-lieu de département, il est à 10 km de la route national N°1 et à 35 km de Houndé soit à 135 km de Bobo-Dioulasso. La population totale est de 5 981 habitants (MAHRH, 2006).
- Sara, est à environ 82 km de Bobo Dioulasso et à 10 km de Békuy, chef-lieu de la commune de Békuy sur la route nationale 10 reliant Bobo-Dioulasso à Dédougou. La population totale est estimée à 4 892 habitants (MAHRH, 2006).

La pluviométrie annuelle de la province du Tuy est comprise entre 800 et 1100 mm/an. Le régime des pluies est unimodal, avec une saison des pluies centrée sur les mois de juillet et d'août. Les roches des territoires sont granitiques avec des implantations de roches basiques. Les types de sols sont : caillouteux gravillonnaires, limono-sablonneux, argilo-sableux (Blanchard et *al.*, 2008).



Nbre. = Nombre ; jrs = jours

Figure 8. Pluviométrie (en mm) de la province du Tuy des quinze dernières années.
Source : DPASAT, (2013).

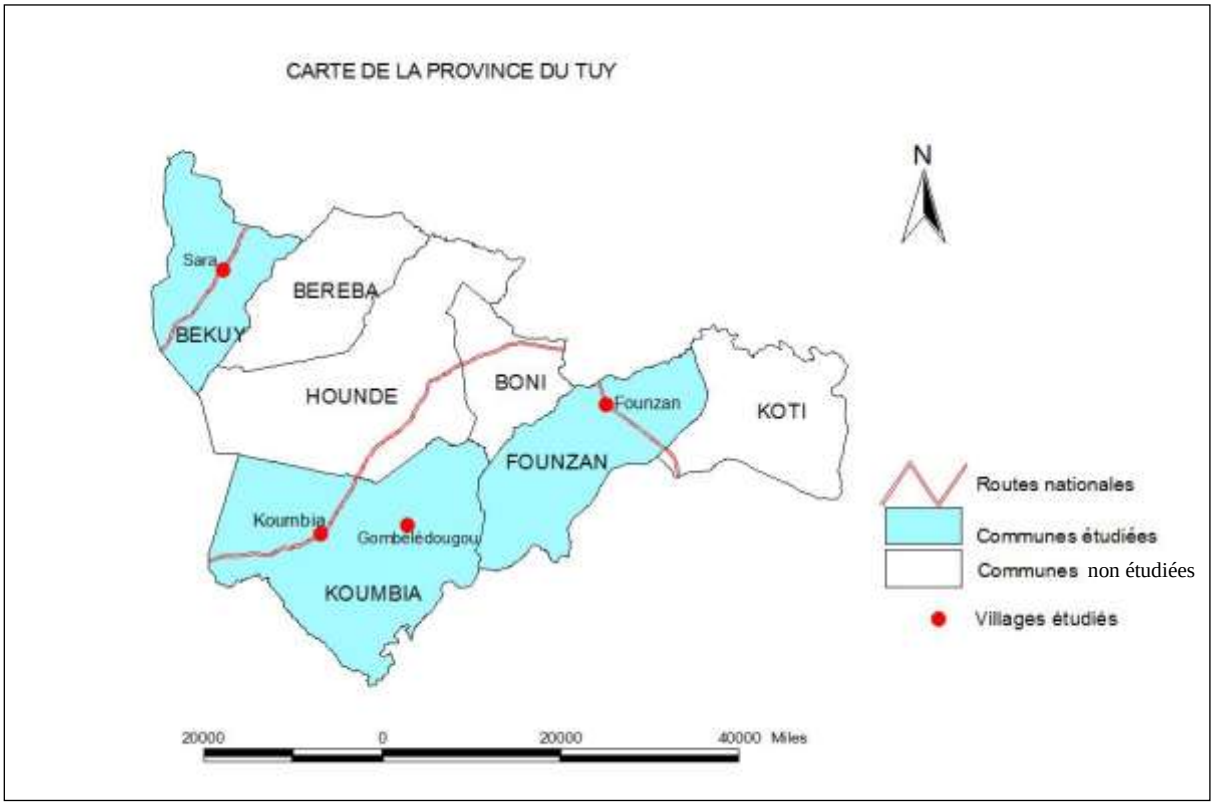


Figure 9. Carte de la province du Tuy avec les villages étudiés.
Source : BNDT/IGB/ (conçu par TAPSOBA S. Evariste, 2013).

1.2. ENQUETE 1 : ETAT DES LIEUX

Cette première étape a consisté à faire l'état des lieux sur la traction bibovine et monobovine en particulier dans la région. Des indicateurs appropriés, nous ont permis de connaitre les expériences passées, leurs insuffisances et de tirer des leçons conséquentes.

1.2.1. Population d'étude et échantillonnage

La population d'étude a concerné les producteurs des quatre villages possédant au moins un bœuf de trait, un matériel de traction bovine.

Vingt-cinq (25) producteurs ont été sélectionnés par village (Tableau 6) pour l'enquête par un choix raisonné, c'est-à-dire avoir en possession au moins un bœuf de trait, une charrue (CH9 ou CH6), être ouvert aux innovations. Les 25 personnes par village ont été réparties par groupe de cinq (Tableau 7). Un producteur chef de file a été désigné par groupe pour la garde du jouguet, et la conduite du test dans son champ.

Tableau 6. Prépartition de l'échantillon par groupe et par village.

Groupes	Koumbia	Gombélédougou	Founzan	Sara	Total
groupe A	5	5	5	5	-
groupe B	5	5	5	5	-
groupe C	5	5	5	5	-
groupe D	5	5	5	5	-
groupe E	5	5	5	5	-
Total	**25**	**25**	**25**	**25**	**100**

1.2.2. Questionnaire

L'outil de collecte des données d'enquête est un questionnaire individuel allant de l'identification de l'enquêté aux aspects agricoles et techniques de la traction animale. On a :

- identification du producteur (âge, nombre d'actifs etc.)
- superficie des spéculations en 2012 et le matériel de traction animale ;
- situation en élevage d'animaux de trait ;
- mode d'exécution des opérations culturales ;
- caractéristiques de la traction avec la paire de bœuf.

1.2.3. Collecte de l'information

L'opération a consistée à l'administration du questionnaire à chaque producteur de l'échantillon. Les paysans ont été interviewés dans leurs parcelles de production ou à domicile.

1.3. SEANCES DE DEMONSTRATION ET ESSAIS INDIVIDUELS

Des séances participatives de démonstration ont été conduites auprès des producteurs après l'enquête prospective afin que ces derniers puissent s'imprégner des étapes de pose du jouguet et de conduite de l'attelage. Ensuite, de façon individuelle, les producteurs enquêtés, conformément à la démarche, ont pu essayer l'outil dans leurs champs.

A cet effet, une seule séance de démonstration a été conduite par village avec les vingt-cinq (25) producteurs enquêtés. Les principales étapes de la démonstration ont été les suivantes : présentation du jouguet IRAD-BF, les recommandations, pose du jouguet, exécution d'une opération de labour, conseil pratique pour le dressage à traction monobovine. Concernant les essais individuels, cinq (5) jouguets IRAD-BF ont été remis dans chaque village et aux chefs de file de chaque groupe, qui à leur tour les ont prêtés à leurs filleules (au nombre de quatre) pour des séances d'essais individuels dans leurs champs respectifs. Les principaux matériaux utilisés sont essentiellement le jouguet IRAD-BF, des bœufs de trait, des jougs de labour et de sarclage, des charrues et des sarcleurs.

1.4. ETUDE COMPAREE DE LA PRATIQUE LOCALE DE TRACTION BIBOVINE AVEC LA TECHNIQUE DE LA TRACTION MONOBOVINE ''AMELIOREE''.

Après les démonstrations et les essais individuels, une étude comparée entre la pratique locale de traction bibovine et celle de la monobovine a été réalisée avec les chefs de file de chaque groupe.

1.4.1. Matériels

Plusieurs matériaux (photo1) ont été utilisés afin d'effectuer et d'évaluer les travaux réalisés :

- une paire de bœuf de même race déjà dressée pour la traction;
- un joug de garrot avec ses accessoires pour la traction bibovine ;
- un jouguet monobovin et ses accessoires (petit model : diamètre intérieur Φ = 2,6cm ; grand model : Φ = 2,8 cm) ;
- une charrue (CH6 ou CH9) avec des socs de labour, et buttage ;
- un triangle sarcleur ;
- un dynamomètre mécanique (peson chinois) pour évaluer la force de traction ;
- un chronomètre pour mesurer le temps mis pour exécuter un travail de 750 m (50m×15)
- un ruban métrique pour définir les limites des planches devant abriter les travaux;

- une règle à balais graduée pour mesurer la profondeur et la largeur travaillée;
- un ruban barométrique pour estimer le poids des bœufs de trait.

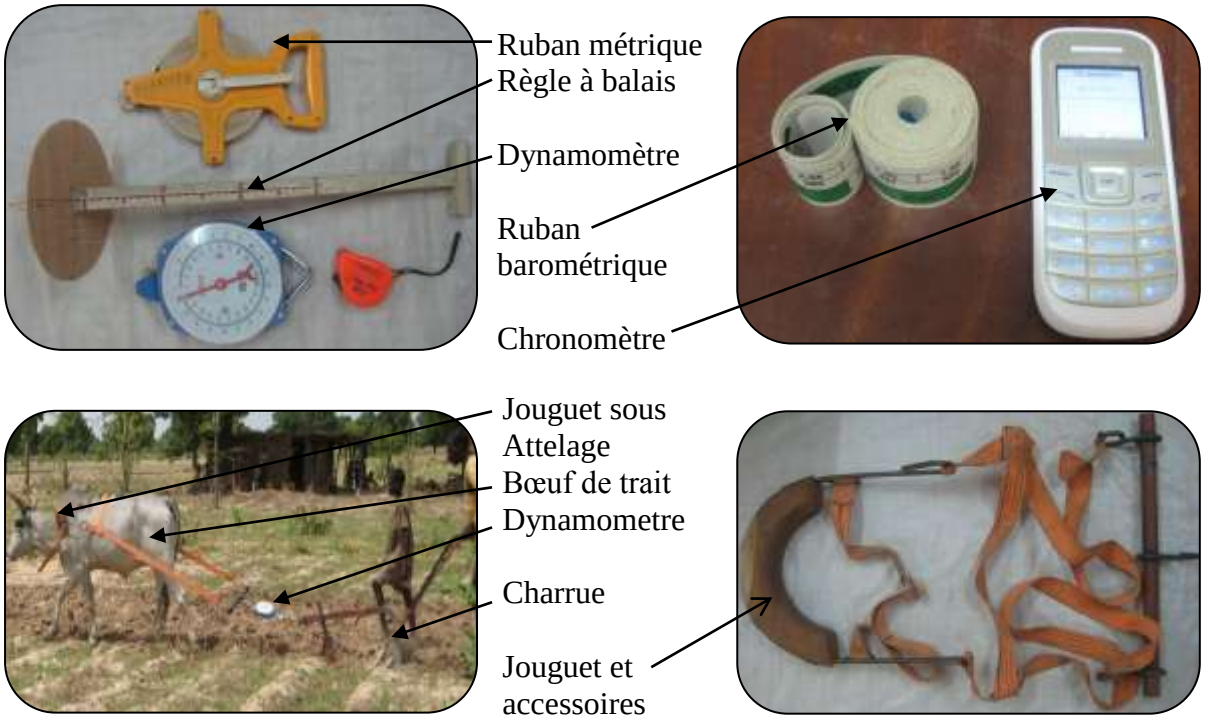


Photo 1. Matériels de mensuration
Clichés S.E. Tapsoba, 2013

1.4.2. Méthode et dispositif expérimental

Il s'agit d'un dispositif de quarante (40) parcelles élémentaires de cinquante (50) mètres de long et de douze (12) mètres de large soit 600 m^2 chacune, dans lequel on a deux (2) traitements et vingt (20) répétitions. Les parcelles ont été réparties dans cinq (5) villages et dans vingt (20) sites distincts (Figure10).

Sur chaque parcelle, nous avons procédé à l'exécution d'opérations culturales telles que le labour, le sarclage et le buttage en situation réelle. Pour cela deux traitements ont été mis en place avec 20 répétions conformément au nombre des vingt (20) sites distincts. Un travail de 750 m, divisé en 15 lignes de 50 m a été exécuté par chaque type d'attelage. Les variables étudiées ont été le nombre et le poids des animaux, couplé aux harnachements (jouguet et joug), l'humidité du sol et la maîtrise de l'attelage par l'animal due à sa préparation. Toutes les autres variables ont été supposées constantes par site (charrue, culture, type de sol, race des animaux) et indépendamment les unes par rapport aux autres vu que les facteurs varieront d'un site à l'autre.

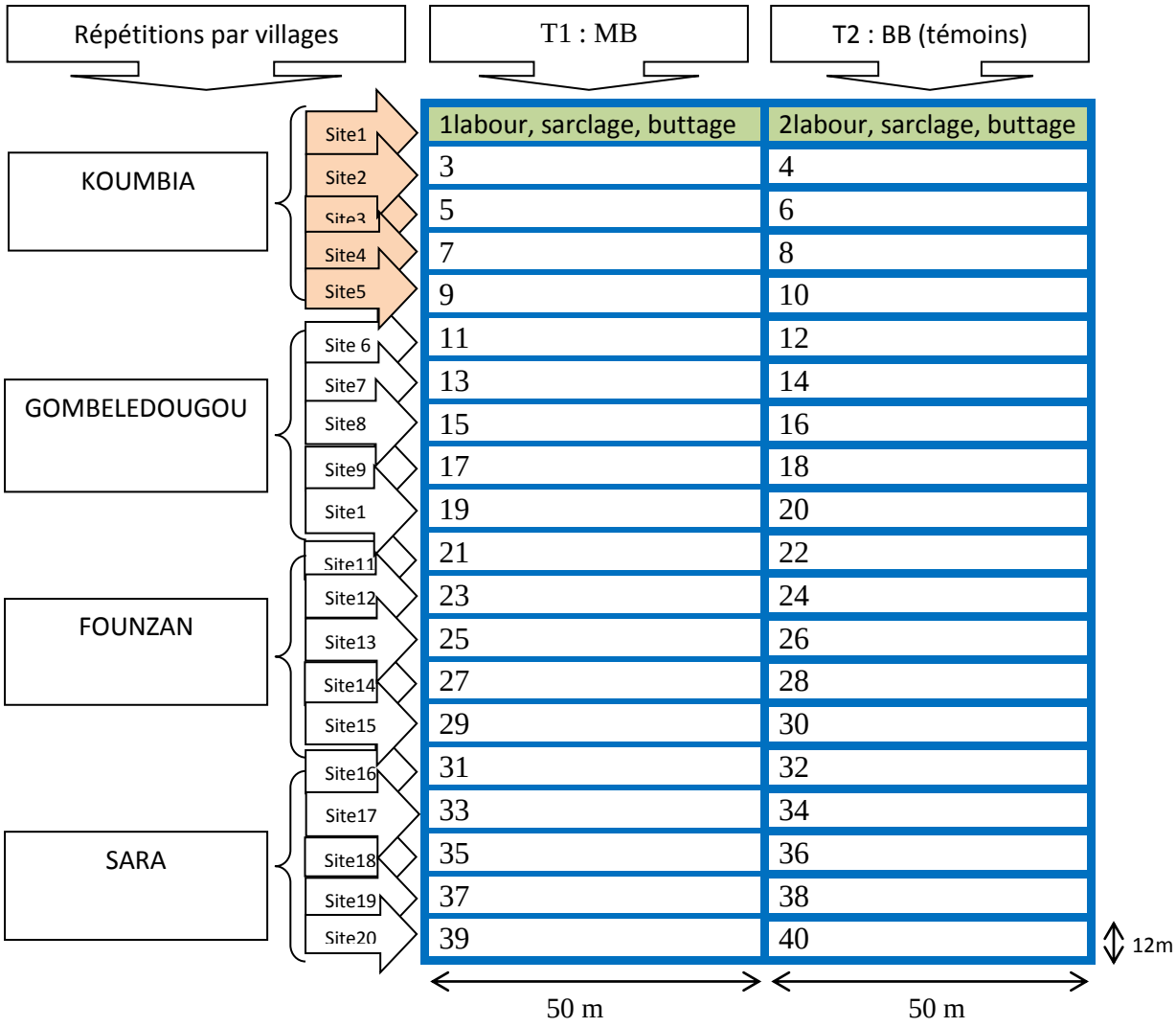


Figure 10. Représentation spatiale des dispositifs expérimentaux dans les villages
T2 = traitement traction monobovine (MB) ; T1 = traitement traction bibovine (BB)

Pour le labour, on a évalué la vitesse, la force et les ratios des puissances de traction, la largeur et la profondeur de labour. Pour le sarclage et le buttage, on a noté la vitesse du tour (sarclage) et dans les lignes, le nombre de plants détruits (buttage), les commodités dans l'exécution des opérations. Toutefois, la conduite des opérations ont été successives à savoir, le monobœuf d'abord, puis après la paire de bœufs.

Les mesures sur le buttage ont été faites dans tous les sites, mais pour le sarclage et le buttage, elles ont été faites sur 2 sites par village soit 8 sites (2 traitements et 8 répétitions).

La préparation des animaux ou la maîtrise de l'attelage a été relevée au jugé (parfait, non parfait), de même que l'humidité (bonne, moyenne, sec) et le type de sol (sableux, argileux, argilo-sableux, sablo-argileux, gravillonnaire, etc). Vingt (20) mesures ont été prises par traitement pour la profondeur travaillée, la force de traction, la longueur et le temps du tour. Le poids des animaux a été évalué avec un ruban barométrique (Ceva), conçu pour estimer le

poids des bœufs de trait des pays tropicaux (Larrat, 1971). En lecture directe, elle est élaborée avec la formule $P = C^3 \times A$ où P est le poids vif en kilogramme (kg), C le périmètre thoracique en mètre (m) et A une constante pour les bœufs adultes en état de forme. En ce qui concerne le temps de travail, un chronomètre a été utilisé (appareil cellulaire) tout en tenant compte des arrêts au cours de l'opération. L'estimation de la fatigue de l'animal a été faite par le comptage du nombre d'expiration à la minute juste à l'arrêt en fin de travail.

1.5. ENQUETE 2 : EVALUATION PARTICIPATIVE DE LA TECHNOLOGIE

Cette dernière phase du processus est fondamentale. C'est une évaluation court-terme qui nous a permis d'avoir des données qualitatives mesurables sur l'appréciation des producteurs vis à vis de la traction monobovine avec le jouguet IRAD-BF.

1.5.1. Outils

L'outil de collecte des données est un questionnaire individuel qui renseigne les aspects technologiques et d'accessibilité financière de la traction monobovine. On a par exemple l'efficacité du jouguet et les accessoires (stabilité), l'effort de traction, l'efficacité du travail, le prix d'achat, les perspectives etc.

1.5.2. Collecte de l'information

L'opération a encore consisté à l'administration du questionnaire aux producteurs impliqués dans l'étude (échantillon), et qui ont pu essayer le jouguet IRAD-BF dans leurs champs au moins quatre (4) fois, afin d'avoir des appréciations fiables.

1.6. TRAITEMENT DES DONNEES

1.6.1. Traitement des données d'enquête

Les données d'enquête ont été codées, dépouillées avant d'être traité (tableau 7). En effet, les producteurs échantillons ont été codés en commençant par la première lettre du nom du village, puis une lettre du chef de file (A, B, C, D, E) de chaque groupe et un numéro du producteur (1à 5). Les données ont été analysées avec le tableur Microsoft office Excel 2010 et SPSS 20, afin de pouvoir évaluer la dispersion des variables autour de la moyenne.

Tableau 7. Codage des données d'enquête.

	Koumbia	Gombélédougou	Founzan	Sara
Lettres du village	K	G	F	S
Lettre des chefs de fil	A, B, C, D, E	A, B, C, D, E	A, B, C, D, E	A, B, C, D, E
Numéro du producteur	1 à 5	1 à 5	1 à 5	1 à 5

1.6.2. Traitement des données expérimentales

Le logiciel SPSS 20, XLSTAT et le tableur Microsoft office Excel 2007 ont été utilisés pour l'analyse de variance et le test de Tukey pour établir les différences significatives entre les traitements au seuil de probabilité de 0,05. L'analyse par statistique (descriptives) nous a permis d'apprécier les tendances centrales et de dispersion des variables à travers les moyennes, écart types, maxima et minima sur les principales variables qualitatives et quantitatives.

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSIONS

2.1. ETAT DES LIEUX ET ANALYSE DE LA DEMANDE EN TRACTION MONO ET BIBOVINE

Ces résultats permettent de caractériser les exploitations de l'échantillon afin d'avoir un aperçu sur l'état de la traction bibovine et monobovine à l'Ouest du Burkina, dans les villages étudiés. L'échantillon de base étant les cent (100) producteurs membres ou chefs d'exploitants de Koumbia, Gombélédougou, Founsan et Sara.

2.1.1. Age des chefs d'exploitation, nombre d'actifs par exploitation et superficies des principales spéculations.

La répartition de l'échantillon en vingt-cinq (25) producteurs par village, montre que la moyenne d'âge des enquêtés est de 41 ans (Tableau 8). Cela est conforme à des résultats d'autres études où l'âge moyen des chefs d'exploitations utilisant la traction animale était de 41,5 ans dans la province du Tuy (Vall, 2009), et de 41 ans à l'Est du pays (Havard, et *al.,* 2004). Cette moyenne d'âge est signe de dynamisme et d'efficacité en matière de production. En effet, selon Coelli et Fleming (2004) cité par Nuama (2006), il peut exister une relation positive entre l'âge et le niveau d'efficacité car les producteurs les plus âgés sont souvent moins efficaces que les jeunes. Néanmoins, les producteurs âgés peuvent être efficaces en raison de leur expérience. La moyenne des actifs (+12 ans) de cette catégorie de producteur par exploitation est de 5,3 alors que d'autres études donnent 6,8 (Vall, 2009). La superficie moyenne des principales spéculations emblavées (coton, maïs, sorgho, mil, arachide, riz, sésame) par exploitation pendant la campagne hivernale 2012 est de 7,79 ha (Tableau 8) alors que d'autres études donnent 5 ha (Vall, 2009). La superficie par actif est de 1,46 ha/actif pour nos enquêtes et 1,25 ha/actif en 1987 (Bigot et Raymond, 1991). On constate une augmentation de la superficie par actif qui s'explique selon les producteurs par l'utilisation progressive des désherbants chimiques et de la fuite des jeunes vers les sites d'or.

Tableau 8. Quelques caractéristiques des exploitants et exploitations enquêtés.

	moyenne	minimum	maximum	Ecart type
Age chef exploitation	41	22	71	10,8
Nombre d'actifs	5	2	18	2,2
Superficies (ha) en 2012	7,8	1	23	4,2

2.1.2. Possession en matériels de traction animale

Les principaux matériels (aratoires) de traction animale sont utilisés par la traction bibovine. Seul 3% des enquêtés possèdent des jouguets monobovins locaux (Figure 1). Les charrues

(CH9) et les triangles sarcleurs (ARCOMA, APICOMA, Artisanal etc.) sont principalement utilisés avec les bovins (Bélem, 1985). Les charrettes sont constituées de petits plateaux (56 % du nombre total de charrettes), des grands plateaux (30%) puis des tombereaux (14%). Les ânes sont principalement utilisés avec les charrettes. De façon générale les producteurs répondent aux critères minimaux de l'enquête, c'est-à-dire qu'ils sont équipés en matériel de traction animale (Tableau 9).

Tableau 9. Effectifs des matériels agricoles de traction animale par exploitation agricole

	moyenne	minimum	maximum	écart type	taux de possession
charrettes	0,9	0	2	0,5	78 %
charrues	1, 1	0	2	0,3	87 %
semoirs	0,4	0	1	0,2	4 %
triangles	1	0	2	0,3	93 %
corps butteurs	1,1	0	2	0,2	100 %
joug long	1	1	1	0	100 %
joug court	1	1	1	0	100 %
jouguet local	0	0	1	0,17	3 %

2.1.3. Elevage en animaux de traits

Les animaux de trait sont principalement des zébus, souvent métissés aux taurins pour des raisons d'adaptabilités aux conditions climatiques et pathologiques (tolérance à la Trypanozomose). Les animaux sont pour la plupart non castrés (0,04% de bœufs castrés sur un effectif total de 261) et l'âge moyen est de 5 ans. 39 % des exploitations possèdent des ânes (Tableau 10). L'alimentation des animaux de trait (Vall, 2009) est constituée de résidus de récolte (paille de céréale, fanes de légumineuses, foin d'herbacés, céréale, sons de céréales) et de tourteaux de coton. Ainsi, la quantité moyenne de tourteaux de coton achetés par producteur et par an est de 195 kg avec en moyenne 74 kg consommés par bœuf et par an. A cet effet, 92 % des enquêtés donnent cet aliment concentré aux animaux de trait.

Tableau 10. Les effectifs d'animaux de traits par exploitation

	moyenne	minimum	maximum	écart type	taux de possession
Bœufs de trait	2,65	1	8	1,22	100%
bœufs castrés	0,04	0	3	0,45	7%
âge des bœufs	5,09	2	10	1,57	-
nombre d'ânes	0,4	0	2	0,51	39%

2.1.4. Utilisation du monobœuf et de la paire de bœufs

La traction monobovine est peu utilisée dans les opérations culturales : 3 % des exploitations possèdent des jouguets monobovins locaux (Figure 11) et 7 % ont l'expérience de la technologie, mais avec le collier comme harnachement en zone mossi (Région du Nord, centre Nord, Plateau central, etc.). Au total, 10% des agriculteurs connaissent la traction monobovine, mais principalement ceux venus des zones mossi où la traction monobovine est plus répandue, du fait des sols peu profonds avec des régimes pluviométriques modérés.



Photos 2. Jouguets locaux.
Clichés S.E. Tapsoba, 2013

Selon ces agriculteurs connaissant la traction monobovine, les animaux sont capables et se comportent bien pendant le travail. Ce sont le labour en billons (0,25 à 0,50 ha/jr), le sarclage (0,50 ha/jr) et le buttage (0,25 à 0,50 ha/jr) qui sont réalisés.

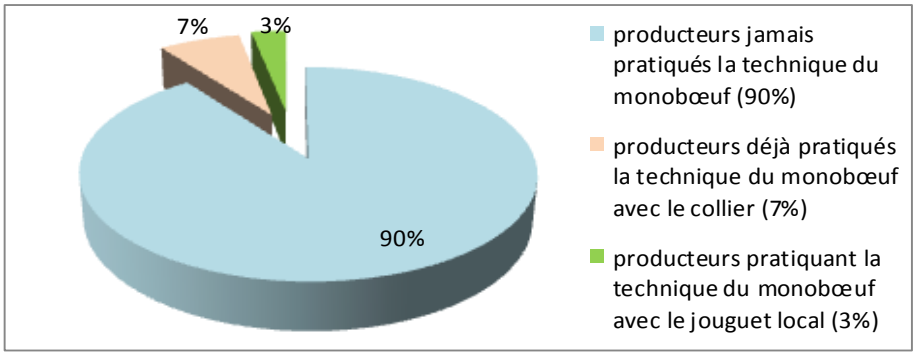


Figure 11. Taux d'utilisation de la traction monobovine (labour, sarclage, buttage)

Par ailleurs, la traction bibovine, est adoptée par tous les enquêtés. C'est elle qui a été diffusée par les projets et programmes de développement depuis plus de 40 ans (Havard, 1997). Les matériels vulgarisés dans la zone par les services de développement et autres sont conçus pour la traction bibovine (charrue CH9, triangle sarcleur, corps butteur, etc.) et le matériel spécifique pour le monobœuf est pratiquement inexistant. Les sols sont souvent profonds, lourds et très humides à cause de la pluviométrie abondante et demandent pour le travail du sol des efforts de traction nécessitant une paire de bœufs.

Selon les paysans, les sols lourds, difficiles à travailler sont argileux (100% des enquêtés). La conduite des animaux pendant les travaux est assurée par deux personnes (53% des paysans), trois (18%), deux ou trois (28%) personnes. De façon spécifique, 2 à 3 personnes sont nécessaires pour le labour et le sarclage ; et 2, 3 ou 4 personnes pour le buttage, selon la hauteur et le type de culture. Ce qui est souvent signe d'insuffisance de dressage et de maîtrise insuffisante des animaux. L'utilisation de la traction bovine est justifiée, mais selon les producteurs, la traction avec la paire présente des limites (Figure 12) :

- en cas d'absence d'un bœuf par cause de maladie, refus, perte, vol, etc., il y a arrêt ou blocage des travaux, si le producteur n'a pas un autre animal pour le remplacer ;
- casses et piétinement des cultures pendant le buttage quand il est réalisé tardivement ;
- l'achat de la paire est cher, donc, réservé aux plus nantis ;
- vitesse de marche parfois inégale, causant des pertes de temps, de fatigue (parfois un au détriment de l'autre), des pertes d'énergie et souvent des blessures;
- conduite difficile, surtout au tournant au bout des lignes.

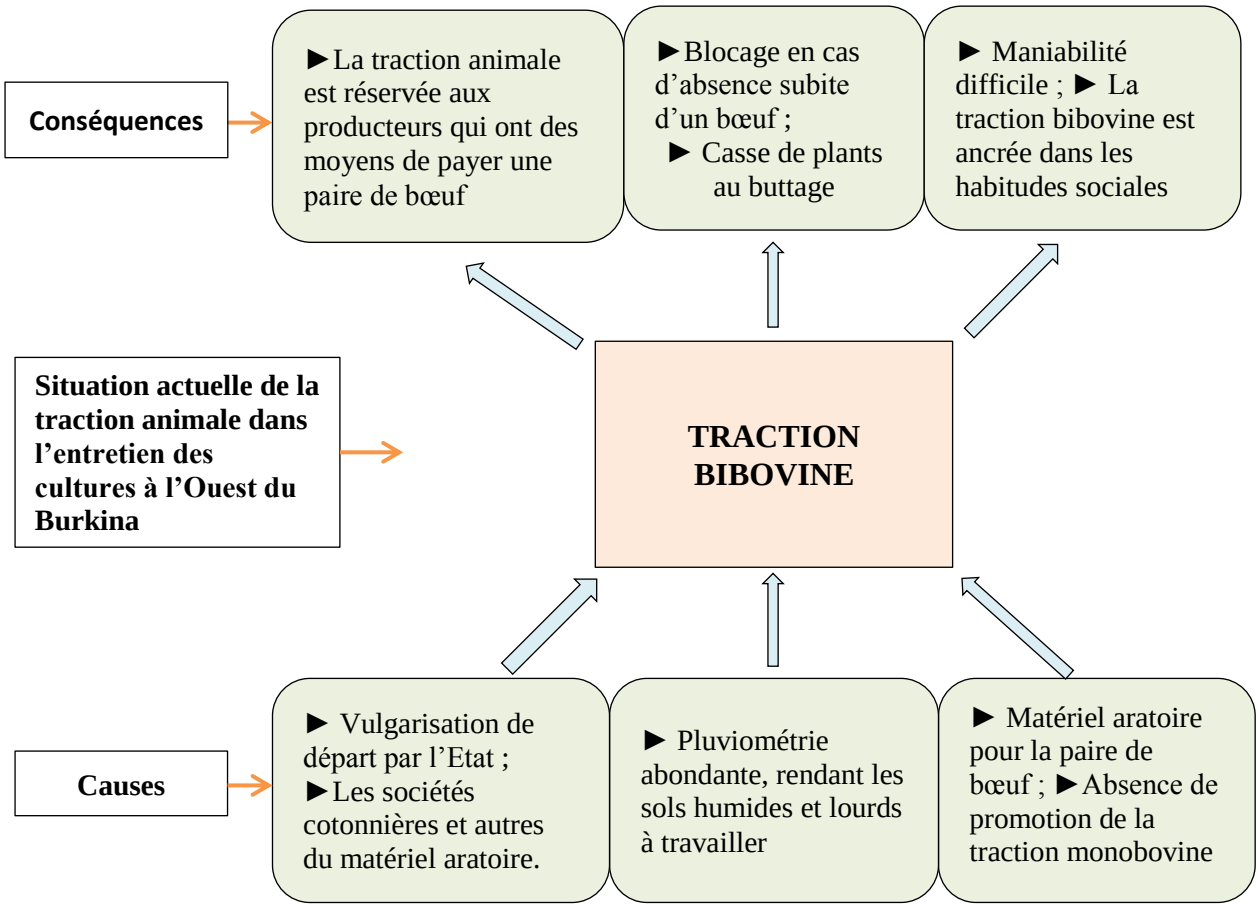


Figure 12. Représentation schématique de la situation de la traction bibovine à l'Ouest du Burkina Faso

2.2. ETUDE COMPARATIVE ENTRE LA TRACTION MONO ET BIBOVINE.

L'étude comparative entre les deux techniques a porté sur les opérations de labours, sarclage et buttage, suivant des paramètres de mesures spécifiques.

2.2.1. Labour

2.2.1.1. Conditions de réalisation des tests par village et par site.

Les mensurations ont été faites dans 20 sites soit cinq (5) par village.



Photo 3. Opérations culturales comparées de labour du mono. (1) et de la bibovine
Clichés S.E. Tapsoba, 2013

Les principales conditions indépendantes et constantes pour tous les sites sont par exemple la longueur travaillée (750 m), le type de charrue utilisée (CH9) dont le poids moyen est de 25 kg. De façon spécifique par site, indépendamment les uns des autres, on a le type de culture, de sol, l'humidité du sol, la largeur et la profondeur travaillée (Tableau 11).

Tableau 11. Caractéristiques du travail à la charrue par site et par village.

	longueur travaillée (m)	nombre de lignes	largeur travaillée (cm)	profondeur travaillée (cm)	poids de la charrue (kg)
moyenne	50	15	22,4	9,86	24,7
minimum	50	15	18	4	22
maximum	50	15	35	13	26
écart type	0	0	4,25	2,52	0,8

2.2.1.2. Variables indépendantes

Les variables indépendantes qui on fait objet de l'étude comparative sont l'humidité du sol, le nombre de bœufs, leurs poids, dont la moyenne est de 300 kg et variant entre 210 et 400 kg. Le mono bœuf étant attelé avec le jouguet IRAD-BF (4,5 et 5 kg) et la paire de bœuf avec le joug local (10 kg en moyenne).

2.2.1.3. Paramètres mesurés

Les indicateurs de comparaison tels que la force, la vitesse, la puissance entre le travail de labour monobovin et celui de la paire, ont été relevés par site (Tableau 12). De toute évidence, la différence des paramètres mesurés entre le travail monobovin et celui de la paire sont nettement considérables.

Tableau 12. Paramètres mesurés entre les travaux de labour du monobœuf et du bibovin

Sites	Poids (kg)		Force (daN)		Force %PV		Vitesse (k/h)		Puissance (watt	
	MB	BB	MB	BB	MB	BB	MB	BB	MB	BB
GA 1	296	496	33,0	40,5	11,15	8,17	3,33	3,69	305,56	414,96
GB 1	300	605	33,5	54,5	11,17	9,01	2,73	2,74	253,79	415,40
GC 1	250	530	30,0	50,6	12,00	9,55	2,45	2,94	203,80	413,40
GD 1	277	583	30,0	41,5	10,83	6,22	2,00	3,10	166,67	357,76
GE 1	380	611	35,0	53,0	9,21	6,84	2,13	2,63	207,35	387,43
KA 1	357	487	22,8	25,5	6,39	3,88	2,62	2,73	165,70	193,18
KB 1	400	760	23,4	26,7	5,85	3,89	2,90	2,71	188,71	201,05
KC 1	258	775	26,0	33,5	10,08	6,47	2,92	4,02	211,04	373,88
KD 1	400	657	31,5	37,6	7,88	4,95	2,71	2,78	237,20	290,12
KE 1	379	686	28,4	45,5	7,49	5,92	2,57	3,00	202,86	379,17
SA 1	268	518	30,0	45,5	11,19	8,01	4,09	2,57	340,91	325,00
SB 1	325	769	23,4	32,0	7,20	5,24	2,60	3,00	169,08	266,67
SC 1	217	568	27,5	35,5	12,67	7,29	2,77	2,63	211,93	259,50
SD 1	305	530	28,0	35,0	9,18	6,60	2,87	2,90	222,93	282,26
SE 1	277	667	30,0	35,0	10,83	6,00	2,21	2,90	184,28	282,26
FA 1	357	616	38,0	55,0	10,64	8,93	2,23	2,53	235,15	386,24
FB 1	277	582	28,0	41,0	10,11	7,04	1,73	2,31	134,62	262,82
FC 1	242	452	29,0	36,0	11,98	7,96	1,97	2,96	158,99	296,05
FD 1	268	558	30,5	67,0	11,38	12,01	2,09	2,57	177,33	478,57
FE 1	315	565	35,5	61,5	11,27	10,88	2,25	2,65	221,88	452,21

Moy.= moyenne ; daN = décaNewton ; m/s = mètre par seconde ; P = puissance ; cste = constante ; F = force ; V = vitesse ; PV= poids vif ; GA = Gombélédougou A ; KA= Koumbia A ; FA= Founzan A ; SA= Sara A ; CH9 = charrue 9 pouces ; MB = monobœuf ; BB = bibovin

L'analyse statistique des modalités à un intervalle de confiance de 95%, selon le test de Newman-Keuls et de Tukey, montre que la différence entre les moyennes est significative. Le poids vif du monobœuf représente 51% de celui de la paire, le temps de travail 114,63% ; la vitesse 90,75% ; et la force de traction 69% (Tableau 13).

Le nombre d'expiration par minute, est de 21,45 pour le monobœuf conte 20,35 pour la paire. La proportionnalité entre force de traction et poids vif est de 9,93% pour le monobœuf et 7,24% pour la paire de bœuf.

Tableau 13. Tendances centrales des paramètres mesurés

	PV (kg)	t (mn)	V (km/h)	F (daN)	W (kJ)	P (watt)
TMB	307 ±54,8[a]	18,26±3,5 [a]	2,55 ±0,2[a]	29,68±4 [a]	222,56±30,5 [a]	210 ±49,2 [a]
TBB	600± 94[b]	15,93± 1,9[b]	2,81±0,1[b]	42,62±11,3[b]	319,65±84,6[b]	336±81,3[b]

Les traitements ayant des lettres différentes sont significativement différents (b < a) à la probabilité p < 0,05 et à un intervalle de confiance de 95%. PV = poids vif ; t = temps ; V = vitesse ; F = force ; W = travail ; P = puissance ; TBB = traction bibovine ; TMB = traction mobovine.

Au vu de ces résultats, on constate que le monobœuf est de toute évidence, moins fort, moins puissant, moins rapide, se fatigue relativement plus vite et fourni plus d'effort de traction par rapport au poids vif que la paire. Les vitesses de travail entre le mono et la paire de bœuf se situent dans la plage optimale de la table de Vall, 1998. A cette vitesse moyenne enregistrée, le labour demande 4,9 h/ha sans arrêt pour le monobœuf, et 4,44 h/ha pour la Bibovine. Pour Vall et *al.*, (2002), le Monobœuf réalisait dans des tests similaires, 4 h/ha. Mais se référant à la table de performance des zébus de Vall, (1998), l'effort fournit par le monobœuf dans notre essai se trouve dans la plage optimale. Autrement dit, l'utilisation de la paire de bœuf pour certain travaux nécessitant moins d'effort de traction n'est pas optimale (Goe et McDowel, 1980 ; Le Thiec, 1996 ; Vall, 1998). Ces performances selon nos observations varient en fonction de l'humidité du sol et de la maîtrise de l'attelage par l'animal du fait de sa préparation.

2.2.1.4. Variabilité des paramètres avec l'humidité du sol.

Les paramètres mesurés comme la profondeur, la vitesse, le travail et la puissance de traction varient en fonction de la résistance du sol due à l'humidité (Figure 13).

Tableau 14. Variation des paramètres de labour en fonction de l'humidité du sol

	Nombre de bœuf	Sol ± sec (SS)	Humidité moyenne (SMH)	Très humide (STH)
Profondeur (Prof.)	TMB	7,7 ± 2,26 [b]	10,73 ± 1,49 [a]	11,37 ± 1,08 [a]
en cm	TBB	9,37 ± 1,82 [b]	11,03 ± 1,14 [a]	11,67 ± 1,64 [a]
Durée (t)	TMB	15,56 ± 2,17 [b]	17,62 ± 2,59 [b]	22,17 ± 2,20 [a]
en s	TBB	15,50 ± 2,06 [b]	15,51 ± 1,69 [b]	16,92 ± 1,82 [a]
Force (F)	TMB	26,43 ± 3,26 [b]	30,49 ± 3,98 [ab]	31,83 ± 3,98 [a]
endaN	TBB	35,28 ± 8,02 [b]	42,34 ± 9,46 [ab]	50,33 ± 12,61 [a]
Vitesse (V)	TMB	2,99 ± 0,52 [a]	2,63 ± 0,40 [a]	2,05 ± 0,19 [b]
en Km/s	TBB	2,99 ± 0,49 [a]	2,92 ± 0,37 [a]	2,69 ± 0,29 [b]
Puissance (P)	TMB	222,19 ± 56,42 [a]	221,62 ± 46,22 [a]	182,44 ± 38,59 [a]
en Watt	TBB	292,42 ± 74,75 [a]	341,22 ± 74,86 [a]	372,28 ± 84,72 [a]

Les traitements ayant les lettres différentes sont significativement différents (b < ab < a) suivant la ligne à la probabilité p< 0,05. Intervalle de confiance pour la moyenne : 95%. cm = centimètre ; s = seconde ; N= daNowton ; Km = Kilomètre ; KJ = Kilojoule ; P = puissance ; TBB = traction bibovine ; TMB = traction mobovine.

La profondeur de labour par types d'attelages (TMB et TBB) n'est pas significativement différente au niveau des sols moyennement humides (SMH) et des sols très humides (STH) qui peuvent être classés dans un même groupe. Mais les profondeurs de travail de ce groupe est significativement différentes avec les sols ± sec (Prof. $_{SS}$< Prof. $_{SMH}$ et Prof. $_{STH}$).

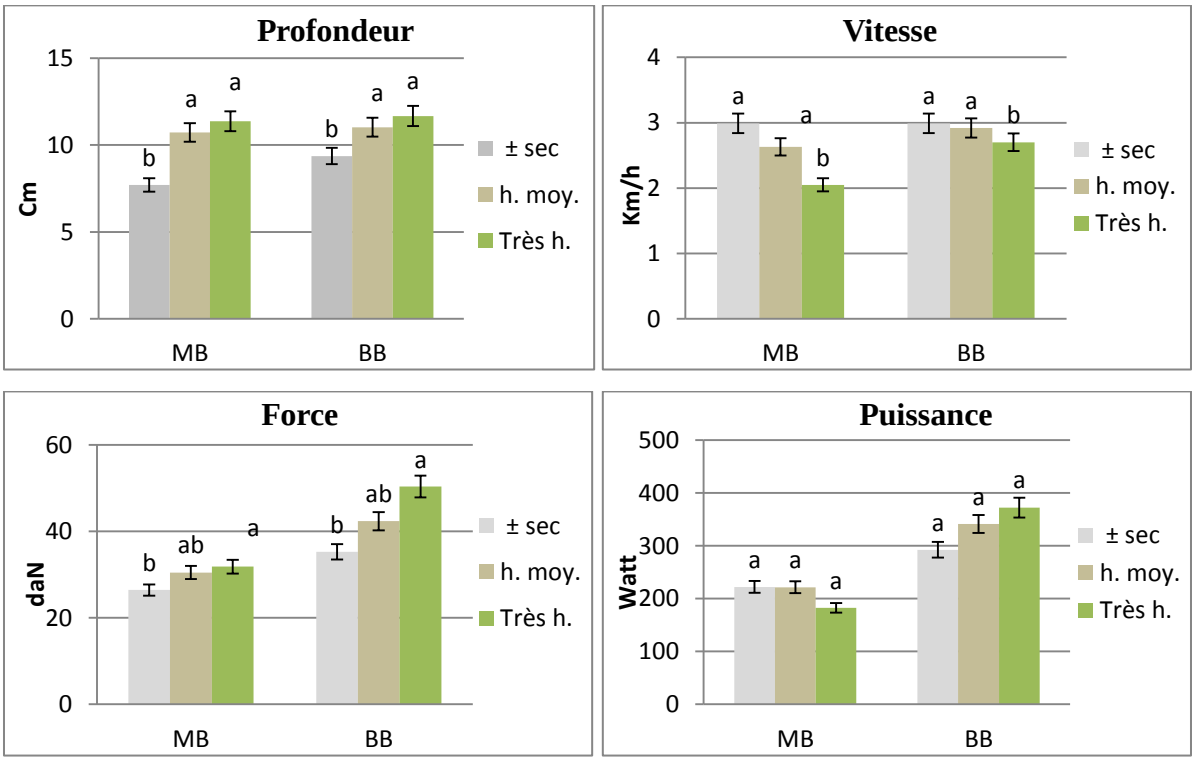
La durée de travail (t) n'est pas significativement différente au niveau des SS et SMH (même groupe) mais significativement différente entre ce groupe et STH (t $_{SS,}$ et t $_{SMH}$ < t $_{STH}$).

La force de travail est significativement différente entre les SS et STH mais pour les SMH elle est intermédiaire entre les deux groupes précédents ($F_{SS} < F_{SMH} < F_{STH}$).

La vitesse n'est pas significativement différente entre SS et SMH (même groupe) mais elle est différente entre ce groupe et les SMH (VSTH < VSS et VMH).

La puissance de traction varie en fonction des types de sol mais n'est pas significativement différente au seuil de 0,05.

L'écart des paramètres de traction entre le monobovin et la paire augmente avec l'humidité du sol. Le pourcentage des forces de traction par rapport aux poids des animaux donne pour la paire de bœuf, un taux moyen de 5,7% du poids vif sur les sols secs, 7,4% sur les sols moyennement humides et 8,8% sur les sols bien humides. Pour le monobœuf, il est de 8,3% sur les sols ± sec, 10,6% sur les sols moyennement humides et 11% sur les sols très humides.



Les traitements ayant les lettres différentes sont significativement différents (b < ab < a) suivant la ligne à la probabilité p< 0,05. Intervalle de confiance pour la moyenne : 95%.

Figure 13. Variation de la profondeur, la force, la vitesse et la puissance de traction au labour en fonction de l'humidité du sol.

Ces résultats selon Vall, (1998) montrent que les efforts fournis par la paire de bœuf sont en deçà de l'optimal (< 9). Ce qui signifie que le monobœuf convient mieux aux sols sur lesquels les travaux nécessitent moins d'effort de traction (sol moins humide, sableux, gravillonnaire et les travaux de semis, sarclage, labour et buttage léger, etc.).

2.2.1.5. Variation des paramètres avec la maitrise de l'attelage.

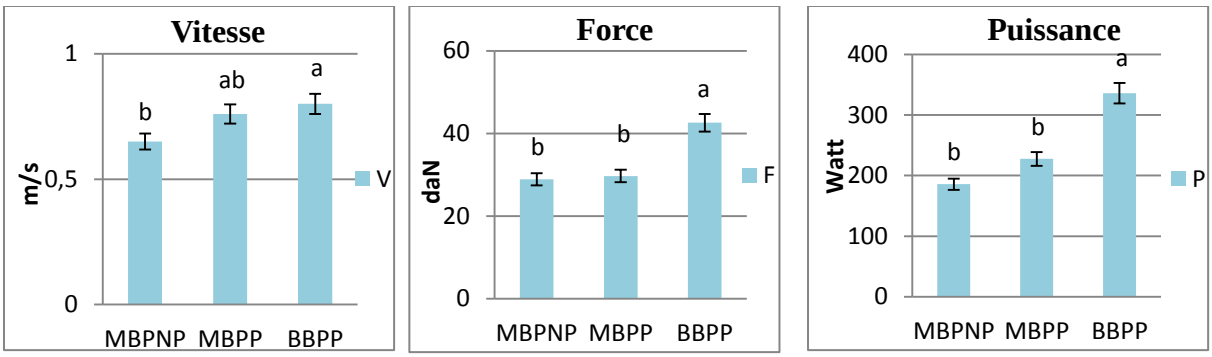
La non maitrise de l'attelage (avec le jouguet) par l'animal à certains endroits due aux insuffisances de dressage a influencé significativement les paramètres de mesures. Ce qui permet de rendre plus fluide les comparaisons (Figure 14). Cet aspect est par conséquent très important dans notre situation expérimentale étant donné qu'en amont, la condition de maîtrise n'est pas toujours assurée parce que la technique est nouvelle pour les animaux et que un pré dressage sommaire et conséquent est nécessaire (au moins 4 jours d'essais).

Tableau 15. Variation des paramètres de labour en fonction de la préparation des bœufs.

	Vitesse (m.s)	Force (daN)	Travail (j)	Puissance (watt)
MB_{PNP}	$0,65 \pm 0,11^{b}$	$28,93 \pm 3,27^{b}$	$216937,5 \pm 24519,22^{b}$	$185,75 \pm 30,56^{b}$
MB_{PP}	$0,76 \pm 0,10^{ab}$	$29,72 \pm 3,81^{b}$	$222875 \pm 28603,58^{b}$	$227,5 \pm 46^{b}$
BB_{PP}	$0,80 \pm 11^{a}$	$42,62 \pm 11,29^{a}$	$319650 \pm 84642,72^{a}$	$335,9 \pm 81,28^{a}$

Les traitements ayant les lettres différentes sont significativement différents (b < ab < a) à la probabilité $p < 0,05$ et à un intervalle de confiance de 95%. MB_{PNP} = Monobœuf avec préparation non parfaite ; MB_{PP} = Monobœuf avec préparation parfaite ; BB_{PP} = Bibovin avec préparation parfaite.

Les paramètres varient selon que les animaux sont bien préparés ou non. On remarque pour le monobœuf que la vitesse progresse de 14,5%, la force 2,66% et la puissance 18,35% si l'animal est bien préparé. Le monobœuf bien préparé fourni 95% de la vitesse de la paire, la force 70%, et la puissance 68% (soit une progression de 5,5%). Alors, plus l'animal est bien préparé plus il fournit une force et une puissance de traction meilleures.



MBPNP = Monobœuf avec préparation non parfaite ; MBPP = Monobœuf avec préparation parfaite ; BBPP = Bibovin avec préparation parfaite ; J = joule ; m/s = mètre/seconde ; daN = déca Newton. (b < ab < a à $\alpha = 5\%$)

Figure 14. Variation de la vitesse, la force, le travail et la puissance de labour en fonction de la maîtrise de l'attelage.

2.2.1.6. Ratios des puissances de traction mono et bibovin

Le ratio des puissances entre la traction bibovine et monobovine varient de 0,95 à 2,70 selon les sites (Tableau 16). La moyenne des traitements donne par conséquent une constante moyenne de P_{BB}/P_{MB} = 1,64 (soit 0,62 à l'inverse) pour un travail de courte durée, relatif à notre étude. Ce qui signifie que $P_{BB}/2 < P_{MB}$. Le taux de puissance moyen du monobœuf par rapport à la paire de bœufs est alors de 62,5% pour un même travail (soit une progression de 7,5% par rapport au taux de référence qui est de 55%). Cela rejoint les travaux de Goe et McDowel, (1980) ; Le Thiec, (1996) ; Vall, (1998), Lhoste et al., (2010) selon lesquels « l'association de deux ou plusieurs animaux dans un même attelage se traduit par une perte relative d'efficacité de chacun d'eux. Leurs forces de traction ne s'ajoutent pas. Pour une force de traction d'un animal équivalant à 1, elle est de 1,85 pour deux animaux, de 3,10 pour quatre, de 3,80 pour six animaux ». Starkey, (1994) confirme qu'un seul animal peut parfois effectuer plus de la moitié du travail fourni par une paire, en une seule journée. Et si l'animal produit plus, c'est parce qu'il travaille plus durement. Pour des travaux agricoles plus légers, une paire d'animaux n'a pas à fournir un travail très dur. Par conséquent si un animal seul travaille deux fois plus que s'il était attelé en paire, il peut à lui seul fournir le travail d'une paire. Cependant, le travail supplémentaire que doit fournir l'animal seul, doit être compensé par une consommation d'énergie supplémentaire apportée par la nourriture. Comparativement à nos résultats, la moyenne des ratios P_{BB}/P_{MB} est inférieure à 1,85 (taux de référence) et s'avère plus avantageux (pour le monobœuf) car dans ce cas, le monobœuf peut effectuer 62,5% du travail de la paire de bœuf. En séparant alors l'attelage de la paire en deux attelages monobovin, ont aura théoriquement une puissance de 125% de celui de la paire.

L'analyse des données montre que, P_{BB}/P_{MB} est aussi proportionnel à la résistance du sol, du fait de l'humidité (Tableau 17) et de la maîtrise du travail par l'animal avec le jouguet.

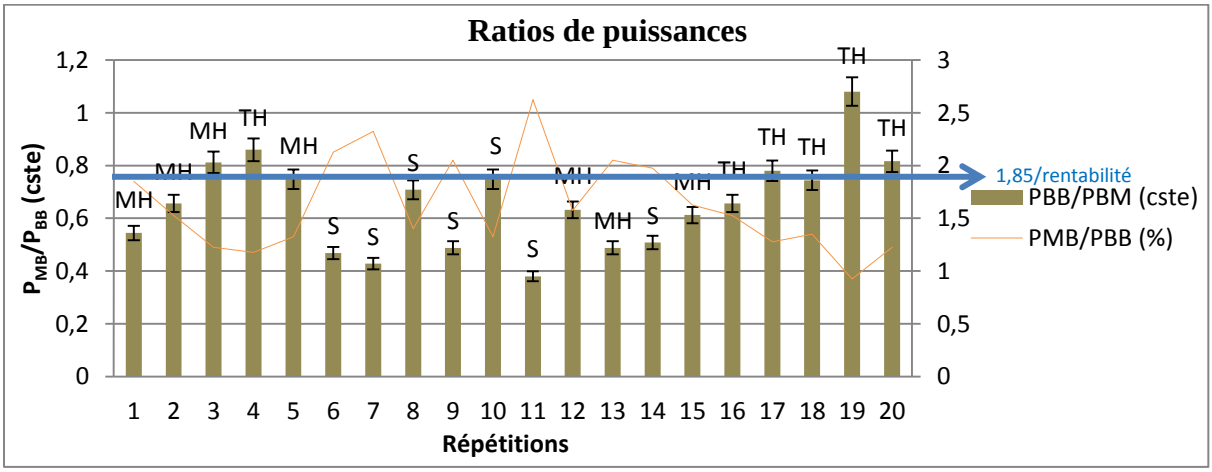
Tableau 16. Le ratio P_{BB}/P_{MB} selon la préparation des animaux et de l'humidité du sol.

N°	Code du site	Préparation des animaux		Humidité du sol		Puissance (watt)		P_{BB}/P_{BM} (cste)	P_{MB}/P_{BB} (%)
		MB	BB	MB	BB	MB	BB		
1	FA1	Pf	Pf	M	M	305,56	414,96	1,36	74
2	FB1	Pf	Pf	M	M	253,79	415,40	1,64	61
3	FC1	NPf	Pf	M	M	203,80	413,40	2,03	49
4	FD1	Pf	Pf	B	B	166,67	357,76	2,15	47
5	FE1	NPf	Pf	M	M	207,35	387,43	1,87	53
6	GA1	Pf	Pf	S	S	165,70	193,18	1,17	85
7	GB1	Pf	Pf	S	S	188,71	201,05	1,07	93
8	GC1	Pf	Pf	S	S	211,04	373,88	1,77	56

N°	Code du site	Préparation des animaux		Humidité du sol		Puissance (watt)		P_{BB}/P_{BM} (cste)	P_{MB}/P_{BB} (%)
		MB	BB	MB	BB	MB	BB		
9	GD1	PF	Pf	S	S	237,20	290,12	1,22	82
10	GE1	Pf	Pf	S	S	202,86	379,17	1,87	53
11	FA1	Pf	Pf	S	S	340,91	325,00	0,95	105
12	KB1	NPf	Pf	M	M	169,08	266,67	1,58	63
13	KC1	NPf	Pf	M	M	211,93	259,50	1,22	82
14	KD1	NPf	Pf	S	S	222,93	282,26	1,27	79
15	KE1	Pf	Pf	M	M	184,28	282,26	1,53	65
16	SA1	PF	Pf	B	B	235,15	386,24	1,64	61
17	SB1	NPf	Pf	B	B	134,62	262,82	1,95	51
18	SC1	NPf	Pf	B	B	158,99	296,05	1,86	54
19	SD1	NPf	Pf	B	B	177,33	478,57	2,70	37
20	Sara E 1	Pf	Pf	B	B	221,88	452,21	2,04	49

MB = monobœuf ; BB = bibovin ; Pf = parfaif ; NPf = non parfait ; M = moyenne ; S = sec ; B = bonne.

Le ratio P_{BB}/P_{MB} est de 1,24 en sol moins humide, 1,6 en sol moyennement humide et 2,03 en sol très humide. Ce qui donne respectivement en termes de taux de puissance monobovin par rapport à la paire de bœuf 80%, 63% et 49% pour un même travail suivant les trois niveaux d'humidité du sol (± sec, moyennement humide, très humide). La figure 15 montre que plus le sol est humide plus la puissance du monobœuf chute. Par contre, elle augmente avec les sols moins humides. Le seuil de rentabilité technique est envisageable si $P_{MB}/P_{BB} \leq 1,85$.



MH= moyennement humide ; TH= très humides ; S = ± sec

Figure 15. Ratios de puissances suivant les 20 répétions et le niveau d'humidité du sol.

Concernant la préparation des animaux, le ratio P_{BB}/P_{MB} est de 1,53 si l'animal maîtrise bien l'attelage et 1,81 s'il ne le maîtrise pas. En termes de taux de puissance du monobœuf par rapport à la paire, on aura respectivement 65,36% (cas de maîtrise) et 55,25% (cas non maîtrise) selon les conditions de préparation des bœufs pour un même travail (Figure 16).

Plus l'animal est bien préparé (dressage), plus le rendement au travail en solo est meilleur. Cela montre en définitive que le producteur gagne à travailler avec un bœuf préalablement bien préparé pour les travaux demandant moins d'effort de traction qui sont plus que jamais écologiques du fait de la perturbation minimale du sol.

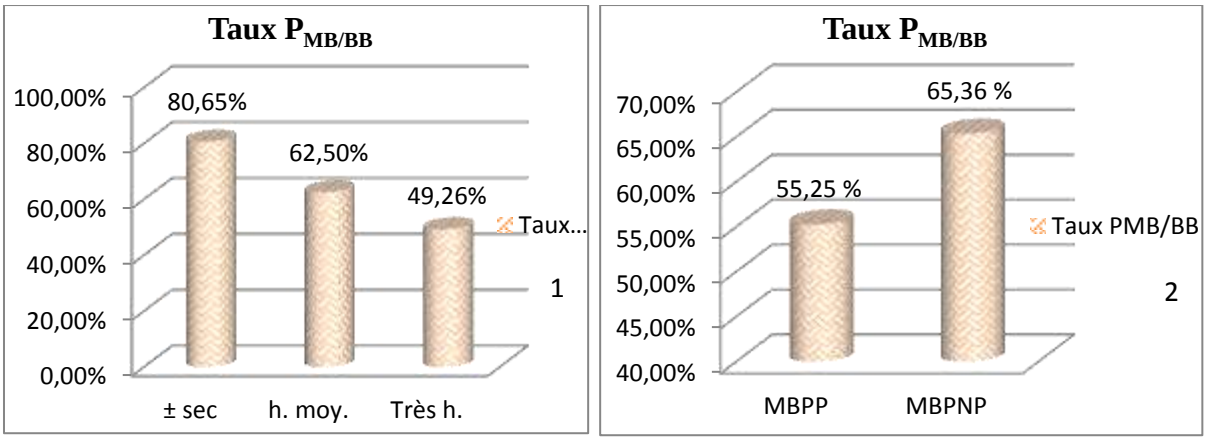
Tableau 17. Rapport de puissances pour un labour de 750 m entre le monobœuf et la paire.

	± secs	**Humidité moyenne**	**Très humide**	**Moyenne générale**
P_{BB}/P_{MB}	1,24 ± 0,28 ^{a}	1,60 ± 0,28 ^{ab}	2,03 ± 0,34 ^{b}	**1,64 ± 0,43**
Taux P_{MB}/P_{BB}	80 %	63%	49%	**62,5%**

Les traitements ayant les lettres différentes sont significativement différents (b < ab < a) à la probabilité p < 0,05 et à un Intervalle de confiance de 95%.

Au cours de nos travaux de labour, les sols de Koumbia et de Gombélédougou étaient moins humides que ceux de Founzan et Sara à cause de la précarité des pluies.

Dans de nombreux pays africains, des chercheurs et des développeurs se sont faits les avocats de l'emploi d'un seul bœuf, en particulier pour les travaux légers tel que semis, sarclo-binage (Matthews et Pullen, 1976 ; Starkey, 1981 ; Viebig, 1982 ; tous cités par Starkey, 1994). En Ethiopie, selon Gryseels et al. (1984), cité par Starkey, (1994), les chercheurs du CIPA (Centre International pour l'Elevage en Afrique) avaient travaillé sur une option technologique utile aux agriculteurs éthiopiens qui ne possédaient qu'un seul animal, car selon eux le seul bœuf ne peut remplacer la paire surtout pour des travaux lourds. La même chose s'est produite dans les pays ou des contraintes économiques ou sociales incontournables rendent impraticable ou peu souhaitable l'utilisation d'attelage de plusieurs animaux.



H = humide ; moy. = moyenne ; MBPNP = Monobœuf avec préparation non parfaite ; MBPP = Monobœuf avec préparation parfaite

Figure 16. Variation du taux P_{BM}/P_{BB} en fonction de l'humidité du sol (1) et de la maîtrise de l'attelage (2).

2.2.2. Sarclage et buttage

Les principaux paramètres supposés constants par sites (type de sol, humidité du sol, culture, profondeur de sarclage, type de charrue etc.) ont été maintenus pendant l'opération. Quant aux paramètres mesurés, nous avons la vitesse en ligne, le temps mis pour tourner, la maniabilité en ligne, la casse et le piétinement des plants en lignes (deux traitements et huit répétitions).



Photo 4. Tour au bout des lignes de sarclage du mono. (1) et de la bibovine (2)
Clichés S.E. Tapsoba, 2013

2.2.2.1. Sarclage.

L'exécution de cette opération a été conduite en tenant compte d'un certain nombre de conditions préalables (Tableau18), supposées constantes par site lors du travail de sarclage et de buttage. Nous avons par exemple le type et le stade de la spéculation (coton, maïs, sorgho), le type et l'humidité du sol, la longueur totale travaillée.

Tableau 18. Conditions de mesure

N°	Sites	Type de culture	taille (cm)	Humidité du sol	Longueur travaillée (m)	Harnachement MB	Harnachement BB
1	FA1	mil	15	très humide	750	Jouguet irad-bf	Joug locale BB
2	FB1	sorgho	15	très humide	750	Jouguet irad-bf	Joug locale BB
3	GA1	coton	15	très humide	750	Jouguet irad-bf	Joug locale BB
4	GB1	coton	40	très humide	750	Jouguet irad-bf	Joug locale BB
5	SA1	maïs	25	très humide	750	Jouguet irad-bf	Joug locale BB
6	SB1	coton	30	très humide	750	Jouguet irad-bf	Joug locale BB
7	KA1	coton	30	très humide	750	Jouguet irad-bf	Joug locale BB
8	KB1	coton	30	très humide	750	Jouguet irad-bf	Joug locale BB

cm = centimètre ; m = mètre ; MB = Monobovin ; BB = Bibovin

Les paramètres mesurés (Tableau 20) montrent que la vitesse moyenne de sarclage entre le mono et le bibovin est sensiblement identique vu que les efforts demandés pour l'exécution ne sont pas trop élevés : 2,8 km/h pour le mono contre 3,1 km/h pour la paire. Par contre, le monobœuf met moins de temps que la paire de bœufs pour tourner, mais tous les deux ont la

même vitesse de tournage (Figure 17 ; Tableau 19). La longueur moyenne du tour, 5,8 m pour le monobœuf contre 8,4 m pour la paire de bœufs. La durée moyenne du tour, 6,9 s pour le monobœuf, et 9,5 s pour la paire de bœufs. La vitesse moyenne du tour est de 0,9 m/s ou 3,24 km/h pour les deux.

Tableau 19. Paramètres mesurés lors du sarclage.

N°	Sites	Vitesse de sarclage (km/h)		Longueur du tour (m)		Durée du tour (s)		Vitesse du tour (m/s)	
		MB	BB	MB	BB	MB	BB	MB	BB
1	FA1	3,0	3,1	5	8	6,5	9,5	0,8	0,8
2	FB1	2,8	3,2	6	8,5	5,5	10,3	1,1	0,8
3	GA1	2,6	2,8	5,5	8,5	6,5	9,2	0,9	0,9
4	GB1	2,3	2,8	6,5	9	8,5	9,6	0,8	0,9
5	SA1	3,0	3,0	6	8,4	5,5	8,5	1,1	1
6	SB1	2,6	3,0	6	8	8	11	0,8	0,7
7	KA1	3,2	3,5	5,5	8	8,2	8,2	0,7	1
8	KB1	2,5	3,0	6	8,5	6,5	9,3	0,9	0,9
Moyenne		**2,8^{a}**	**3,1^{a}**	**5,8^{a}**	**8,4^{b}**	**6,9^{a}**	**9,5^{b}**	**0,9^{a}**	**0,9^{a}**
Minimum		2,3	2,8	5	8	5,5	8,2	0,7	0,7
Maximum		3,2	3,5	6,5	9	8,5	11	1,1	1
Ecart type		0,3	0,2	0,46	0,35	1,2	0,9	0,15	0,1

F = Founzan A ; G = Gombélédougou A ; S = Sara ; K = Koumbia ; MB = monoboeuf ; BB = bibovin
Les traitements ayant les lettres différents sont significativement différents (b < ab < a) à la probabilité p < 0,05 et à un intervalle de confiance de 95%.

De façon approximative, le tour au bout de la ligne peut être matérialisé, tant pour le mono que pour la paire de bœufs. Ce qui permet d'apprécier les deux situations de manœuvre.

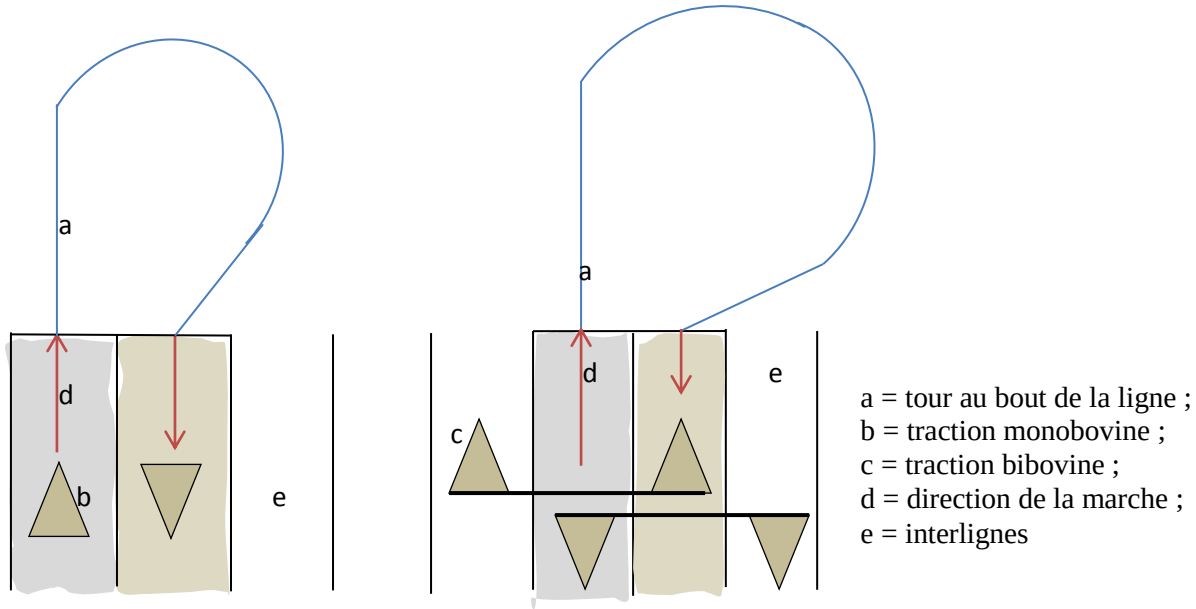


Figure 17. Matérialisation de la ligne du tour au bout des lignes de culture entre le monobœuf et la paire de bœufs.
Source : Tapsoba, 2013

2.2.2.2. Buttage

L'opération de buttage (Photo5) a été réalisée à la suite de celle du sarclage, toujours en situation réelle. Les spéculations entretenues étaient principalement le maïs, le coton et le sorgho.



Photo 5. Opération de buttage avec un monobœuf et une paire de bœuf.
Clichés S.E. Tapsoba, 2013

Les conditions de base considérées constantes ont été maintenues (spéculation, type et humidité du sol, superficie travaillée). La vitesse moyenne est de 2,5 km/h pour le monobœuf et 2,9 km/h avec la paire de bœufs (Tableau 20). Le nombre moyen de plants cassés et piétinés pendant le travail de buttage, comme le montre la Figure 17, croît avec le nombre de bœufs attelés. Les plants cassés et piétinés lors des travaux avec le monobœuf représentent 40% de ceux détruits par la paire de bœufs et varie d'une spéculation à l'autre.

Tableau 20. Paramètre mesurés lors du buttage

N°	Sites	Type de culture	Taille (cm)	Longueur travaillée (m)	plants détruits		Vitesse (km/h)	
					MB	BB	MB	BB
1	FA1	sorgho	115	750	3	7	2,8	3,2
2	FB1	sorgho	100	750	5	16	2,5	3,0
3	GA1	coton	70	750	1	7	2,8	3,0
4	GB1	coton	60	750	2	8	2,3	2,6
5	SA1	maïs	120	750	3	8	2,5	2,8
6	SB1	coton	70	750	4	10	2,1	2,5
7	KA1	coton	50	750	8	14	2,8	3,2
8	KB1	coton	50	750	5	11	2,4	2,8
moyenne		-	-	-	**4**	**10**	**2,5**	**2,9**
minimum		-	-	-	1	7	2,1	2,6
maximum		-	-	-	8	16	2,8	3,2
Ecart type		-	-	-	0,76	1,41	0,26	0,26

cm= centimètre ; m= mètre ; MB = monoboeuf ; BB = bibovin

L'analyse par spéculation montre que sur le coton, le nombre de plants détruits par le monobœuf est de 25% de ceux détruits par la paire. Au niveau des céréales (maïs, sorgho) il est de 42% de ceux détruits par la paire. (Figure 18).

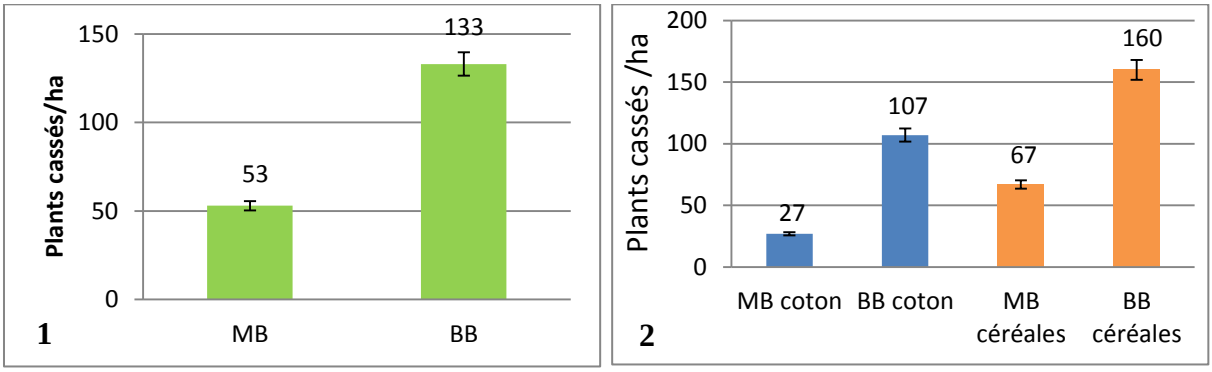


Figure 18. Nombre moyen de plants détruits à l'hectare lors du buttage entre le mono et le bibovin de façon générale (1) et de façon spécifique (2).

2.3. EVALUATION OU ACCEPTABILITE A COURT TERME DE LA TRACTION MONOBOVINE.

L'enquête d'évaluation a été réalisée après le processus d'introduction du jouguet et les essais expérimentaux. Elle a permis d'avoir un aperçu sur l'appréhension des producteurs vis-à-vis de la technologie à l'aide de divers indicateurs.

Pour ce faire, compte tenu de l'installation difficile de la campagne hivernale cette année du fait de l'irrégularité des pluies en début de campagne, plusieurs producteurs n'ont pas pu essayer suffisamment le matériel. Alors, sur l'échantillon de base des cent (100) personnes qui devaient travailler avec le matériel (le Jouguet), trente-huit (38) ont été retenu pour l'enquête d'évaluation à partir de la condition suivante : avoir accompli pleinement au minimum 4 essais du jouguet en plein champs pendant la période de l'étude.

Les principales opérations culturales réalisées par les producteurs avec le jouguet IRAD-BF ont été le labour (92% des enquêtés), le sarclage (100%) et le buttage (65%). Les spéculations entretenues ont été le coton (82% des producteurs), le maïs (100%) et le sorgho (32%).

2.3.1. Dimension et stabilité du harnachement.

L'appréciation sur les dimensions du jouguet montre que 95% des paysans trouvent le petit modèle et le grand modèle convenable, 5% trouve le grand modèle trop large par rapport à la taille moyenne des bovins. Comparativement aux travaux de Vall et al (2001) au Cameroun, 100% des paysans avaient jugés les dimensions convenables aux gabarits de leurs animaux

(zébus Bororo Akou de 350 à 450 kg de poids vif moyen, plus utilisés pour la culture attelée au Nord Cameroun), plus gros que ceux du Burkina Faso. De façon unanime, les producteurs ont approuvé la solidité de toutes les pièces du matériel, comme cela avait été le cas au Cameroun (Vall, 2001). Concernant la stabilité des jouguets, plus de 90% des producteurs estiment qu'ils sont très stables. Ces remarques sur la trop grande dimension et sur le manque de stabilité ont été formulées principalement par des expérimentateurs ayant utilisé le grand modèle avec des animaux de gabarit moyen (200-300kg). Concernant la longueur du palonnier et des traits 100% des producteurs les trouvent bonnes, si l'écartement des interlignes est de 0,8 m.

2.3.2. Commodité ou maniabilité au travail, prix du jouguet et nutrition des animaux.

La majorité des expérimentateurs s'accordent sur la plus grande facilité au travail en monobœuf avec je jouguet IRAD-BF par rapport au bibovin avec le joug ordinaire. Ainsi, 95% des expérimentateurs ont déclaré que la manœuvre en bout de lignes était plus commode en monobœuf, si les dimensions du jouguet correspondent bien au gabarit de l'animal et 5% déclare qu'elle est moyennement bonne en raison du décrochage du palonnier pendant le tour, ou bien du passage des membres arrière hors des traits. De même, la conduite pour le buttage est très commode avec le monobœuf du fait de la réduction du nombre de personne (deux) et de la facilité de passage dans les interlignes lorsque les plants ont poussé. Concernant l'effort de traction, 66% des expérimentateurs estiment que pour des bœufs lourds (P_{vif} ≥300kg), des sols légers (gravillonnaire, sableux, argilo sableux) et avec une bonne maïtrise du système, (réglage de la charrue, travail léger, bonne préparation des bœufs), la technique est acceptable.



Photo 6. Commodité et efficacité au travail entre le monobovin et le bibovin en cas d'attelage bibovin déséquilibré.
Clichés S.E. Tapsoba, 2013

Cependant, 34% des producteurs jugent moyenne l'effort de traction (Figure19), du fait qu'ils ne remplissent pas assez les conditions ci-dessus citées (gabarit de l'animal convenable au jouguet) mais également ils estiment que les animaux n'ont souvent pas les mêmes vitesses de marche, de taille, de caractères etc. (Photo6). En effet selon Starkey, (1994), les jougs simples (jouguet) sont généralement utilisés avec des animaux de grands gabarits. L'efficacité au travail, est jugée à 65% bonne pour le labour, du fait qu'elle demande plus d'effort (surtout qu'il se réalise pendant des périodes de soudures), 100% bonne pour le sarclage et 87% bonne pour le buttage. Un des avantages techniques des jougs simples est que les points d'attaches des brancards ou des guides (traits) sont souvent situés plus bas que sur des jougs doubles. Des points d'attaches plus bas induisent un angle de traction plus aigu, réduisant l'effet de « levage » sur les composantes des efforts de traction (Starkey, 1994). La figure 18 montre que plus de 80% des expérimentateurs estiment que le monobovin est très efficace dans la facilité au travail au bout des lignes.

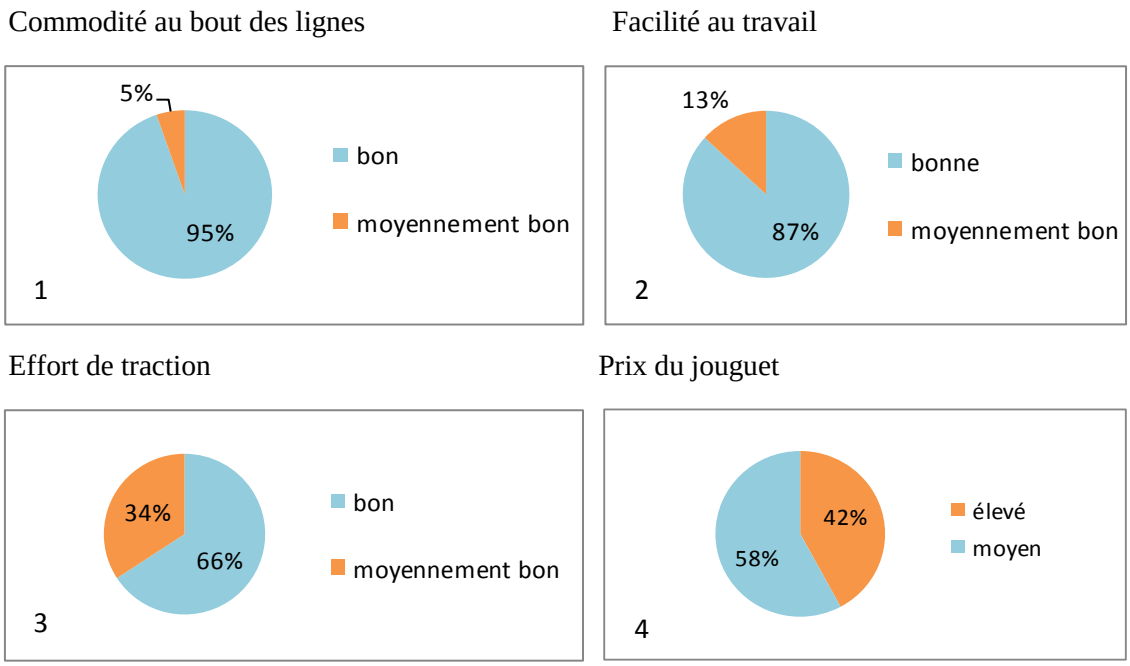


Figure 19. Appréciation des producteurs sur la commodité et la force au travail (1,2), le prix du jouguet (3) et la nutrition des animaux (4).

Le prix du jouguet (Figure 20), actuellement à vingt-deux mille cinq cent (22500) francs CFA est jugé élevé par 42% des expérimentateurs. De plus, 5% des enquêtés le trouvent accessible, 61% moyennement accessible et 13% faiblement accessible. De ce fait, 21% souhaiteraient l'acquérir à un prix compris entre [5000 et 10000[, 58% entre [10000 et 15000[, et 21% entre [15000 et 22500[. En ce qui concerne l'alimentation du monobœuf par rapport à la paire de bœuf, 71% la trouve supérieur et 29% égale si on arrête le travail dès que l'animal est fatigué.

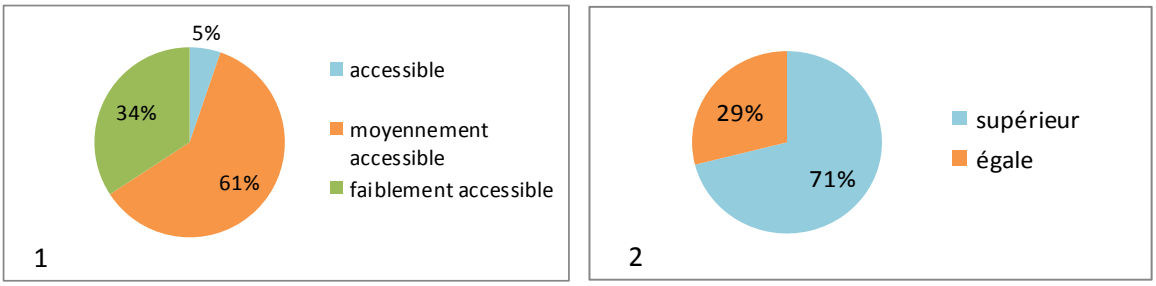


Figure 20. Accessibilité du jouguet par rapport au prix (1) et la ration du mono bœuf par rapport à la paire pour les travaux (2).

2.3.3. Aspects sur les outils connexes et intérêts accordés au monobœuf

En plus des indicateurs ci-dessus évalués, les producteurs se sont prononcés sur d'autres aspects tels que le poids de la charrue (CH9), jugée trop lourd pour le monobœuf (79% des producteurs), surtout pour des travaux lourds (labour profond, travail sur sols lourds ou argileux). Or techniquement, le poids de la charrue n'a pas beaucoup d'incidence sur l'effort de traction si les autres caractéristiques sont identiques (caractéristiques du sol, réglage de la charrue, etc). Il est plutôt ressenti par la personne qui tient la charrue.

La charrue CH6, conçue pour la traction asine serait plus convenable. Cependant, 21% des enquêtés affirment que si le bœuf est suffisamment lourd ($P_{vif} \geq 300$ kg), bien préparé, la CH9 peut être utilisée pour les travaux légers de sarclage, sur sol moins humide etc. Selon nos enquêtes, la capacité au travail du monobœuf d'une journée varie de 0,25 à 0,35 ha pour le labour en billon et le buttage, 0,5 ha pour le sarclage. Elle est donc moindre que celle d'une paire de bovins qui est de 0,5 ha pour le labour en billon et de 0,5 à 0,75 ha pour le sarclage. Par conséquent, 100% des producteurs estiment que les deux formes de traction sont complémentaires compte tenu de leurs avantages et inconvénients respectifs. Environ 90% des enquêtés ont émis l'intention d'acquérir un jouguet IRAD-BF ou bien local. Grâce au test, 5 expérimentateurs l'utilisent désormais à 100% dans leurs exploitation (Sara : 1 producteur, Founzan : 1 producteur, Koumbia : 1 producteur, Gombélédougou : 2 producteurs) du fait de la mort d'un de leur bœuf, qui autre fois formait une paire. La complémentarité des deux systèmes d'attelage dans les exploitations s'avère rentable mais chaque technique présente des avantages, des contraintes et des inconvénients (Tableau 21).

Tableau 2. Avantages et inconvénients entre la traction monobovine et la paire de bœuf dans les activités agricoles.

Monobœuf (bien lourd et bien nourri)		Bibovin	
Avantages	Inconvénients	Avantages	Inconvénients
- Facilement maniable. - Plus commode pendant le travail - efficace au tournage aubout des lignes - efficace pour le semis, scarifiage, sarclage et sols moins humides ; - rendement au travail meilleur pour le semis, sarclage et buttage (travail légers) - moins de destruction des cultures lors du buttage. - possibilité d'avoir plusieurs attelages - solution pour l'absence subit d'un bœuf	- Jouguet amélioré un peu cher pour les paysans. - CH9 lourd pour les bœufs moins lourds. - rendement au travail souvent faible pour le labour et sur les sols très humides et lourds. - Ration du bœufplus élevée. - manque d'entraide par rapport à la paire.	- plus de forces pour des travaux lourds de labour, et sur des sols très humides et lourds. - Capacité et rendement au travail très meilleur pour des travaux lourds. - source de revenus lors des ventes des reformés.	- Travail moins commode et moins efficace surtout le tour au bout des lignes, - attelage cher et inaccessible aux ménages pauvres. - Vitesse de marche et taille des animaux souvent inégaux, - Blocage des travaux si un animal est subitement indisponible, - casse des cultures lors des opérations de buttages.

Pour une opérationnalisation parfaite de la traction monobovine, certaines conditions préalables s'avèrent nécessaires pour pouvoir conduire facilement des travaux spécifiques, techniquement, financièrement et écologiquement rentables (Figure 21).

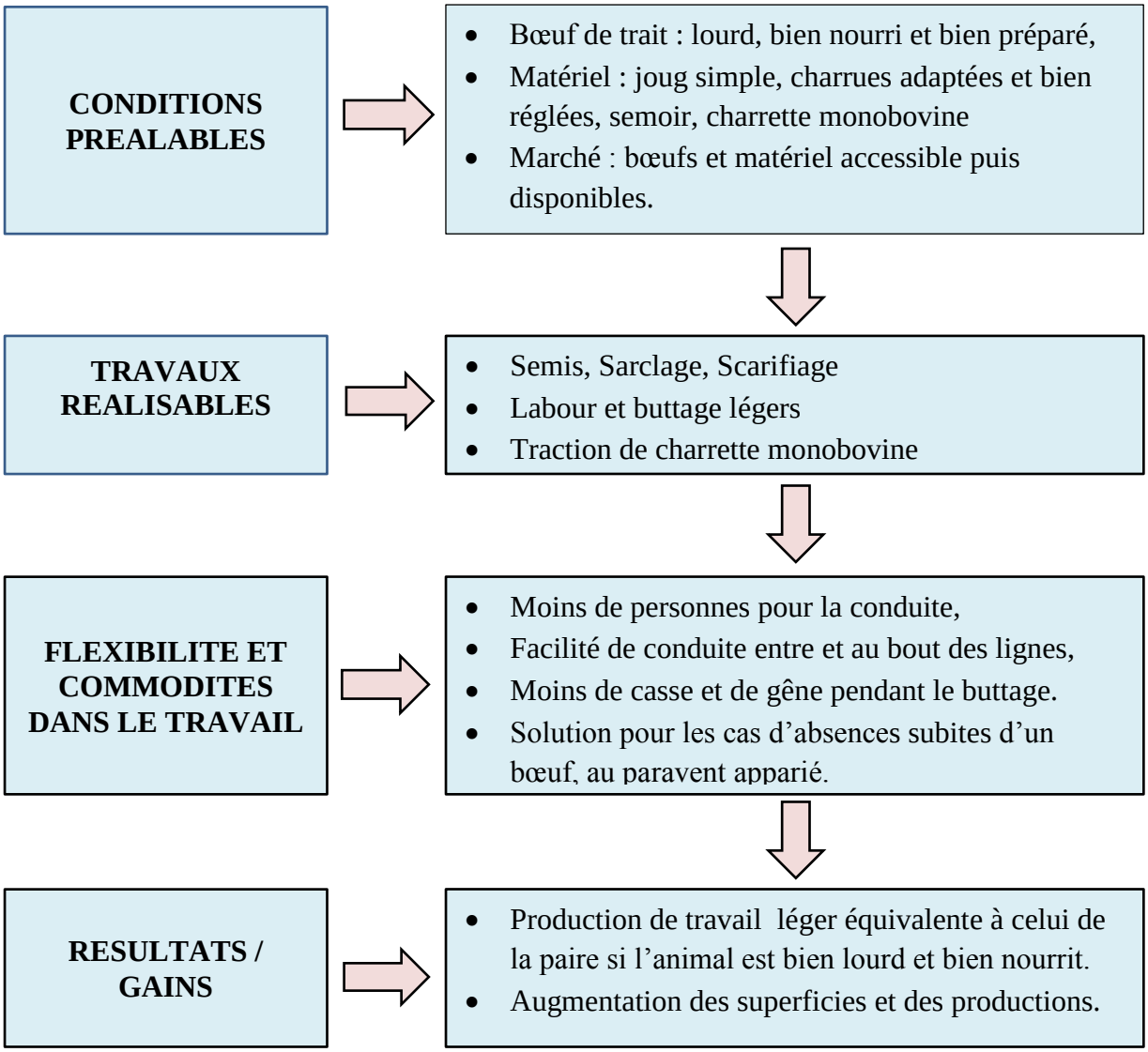


Figure 21. Opérationnalisation de la traction monobovine

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

L'étude que nous avons conduite, qui se voulait appliquée et participative à travers sa démarche, a montré que 100% des producteurs enquêtés travaillent avec au moins un attelage bibovin, 10% ont l'expérience du monobœuf et seulement 3% pratiquent cette technique dans leurs exploitations. L'engouement pour la paire est dû au fait que la technique est devenue locale et courante dans la zone et la plupart des producteurs ne connaissent que cela, surtout les autochtones. Le matériel vulgarisé dans la zone est conçu pour la traction bibovine et celui pour le monobovin est presque inexistant. Même les ânes, (39% de taux de possession des enquêtés) sont utilisés seulement pour le transport (traction de charrette). Selon les paysans, les sols sont souvent profonds, lourds et très humides à cause de la pluviométrie abondante et demandent dans ce cas beaucoup plus de force pour le travail, particulièrement le labour et le buttage. Ce qui justifie notre première hypothèse.

Les essais participatifs ont montré l'efficacité ou la rentabilité technique de la traction monobovine. A cet effet la puissance moyenne de traction du monobœuf est de 210 watt avec une vitesse de 2,55km/h contre 336 watt et une vitesse de 2,81km/h pour la paire de bœuf. La moyenne du ratio P_{BB}/P_{MB} des puissances de traction entre la bibovine et le monobœuf donne une constante moyenne égale à 1,65. La puissance de traction du monobœuf représente ainsi 62,5% de celui de la paire de bœuf pour un même travail de courte durée, mais varient en fonction de l'humidité du sol et de la préparation des animaux. Conformément aux travaux des auteurs, Goe et McDowel, (1980) ; Le Thiec, (1996) ; Vall, (1998) ; Lhoste et *al.*, (2010). Pour une puissance de traction d'un animal équivalant à 1, elle est de 1,85 pour deux animaux, voir plus du double pour certain travaux légers. Ce qui corrobore notre seconde hypothèse car pour une utilisation raisonnée de l'énergie animale (optimisation du travail), le producteur gagne en travaillant avec le monobœuf pour les travaux demandant moins d'effort de traction (semis, sarclage, labour et buttage légers). La traction monobovine a révélé d'autres avantages tels que: la réduction de la longueur du tour au bout des lignes, la baisse importante des dégâts par piétinements lors de certaines opérations d'entretien notamment le buttage (en moyenne 53 plants cassés et piétinés à l'hectare en traction monobovine contre 133 plants/ha en bibovine).

L'évaluation à court terme de l'introduction de la technologie nous a permis de montrer que 95% des expérimentateurs trouvent la manœuvre avec le monobœuf, plus facile et plus commode qu'avec la paire de bœufs en bout de raie, si les dimensions du jouguet conviennent

bien à l'animal. L'effort de traction est jugée bonne avec le mono à 66% si le bœuf est bien en forme ($P_{vif} \geq 300kg$) et bien préparé. L'efficacité au travail, est jugée à 65% bonne contre 35% moyenne pour le labour en billons, 100% bonne pour le sarclage, 87% bonne contre 13% moyenne pour le buttage. Quant au prix du jouguet, il est élevé pour 42%, moyen pour 52% et accessible financièrement pour 5% des enquêtés. La charrue CH9 est jugées lourde pour le monobœuf à 79% et malgré cela si elle est bien réglée avec un bœuf en forme, la capacité au travail du monobœuf d'une journée est de 0,25 à 0,35 ha pour le labour en billon, 0,5 ha pour le sarclage (comparativement à la paire de bœufs elle est de 0,5 ha pour le labour et 0,5 à 0,75 ha pour le sarclage). Ainsi, 100% des producteurs reconnaissent la nécessité et la complémentarité de la traction monobovine avec la traction bibovine dans la conduite des activités agricoles du fait de leurs avantages mutuels, 90% des enquêtés ont émis l'intention d'acquérir un jouguet. Ces résultats confirment notre dernière hypothèse et montrent qu'au-delà, d'autres aspects et perspectives doivent être pris en compte pour l'adoption rentable et durable de la technique dans cette Région du pays.

La traction monobovine doit être développée et améliorée par des recherches de base sur les animaux burkinabé, les harnachements et les outils de travail convenables. L'exigence majeure doit porter sur des recherches participatives appliquées qui font appel à l'utilisateur dans différents systèmes ruraux. Il est généralement reconnu (FAO, 2010) qu'une vulgarisation dirigée par le sommet et réalisée exclusivement à partir des stations de recherche a peu d'impact sur le développement de la traction animale. Pour une bonne réussite, des équipes multidisciplinaires de recherche et de vulgarisation doivent être mises en place en associant les communautés rurales dans les travaux. Un progrès rapide peut être réalisé si l'évaluation participative des paysans concernés et l'analyse des contraintes sont associées à un réseau d'information régional et national. Cela assure le partage des leçons, des technologies et des expériences obtenues. Des thèmes pertinents de vulgarisation et de recherche en rapport avec le monobœuf doivent être identifiés en adoptant une approche participative incluant des personnes ressources locales. On pense à des sujets sur les stratégies d'alimentation des animaux de trait ; leur mode d'utilisation ; les systèmes nécessitant peu d'effort de traction à utiliser avec le monobœuf; la fabrication locale de jouguets améliorés à faible coûts.

Pour une adoption et une reproductibilité durable des technologies monobovines à l'ouest du Burkina Faso, des considérations aussi bien financiers que structurels doivent être prises en compte (Bigot et Raymond, 1991) à savoir, tenir compte des capacités financières des

bénéficiaires, assurer la disponibilité et l'accessibilité des jouguets, faire la promotion des jougs simples en particulier le Jouguet IRAD-BF à travers des canaux de promotion adéquats et accessibles, inviter la SOFITEX ou l'UNPCB à proposer la vente à crédit du jouguet aux producteurs de coton, adjoindre les types d'harnachement en particulier les jougs simples dans les opérations d'appui à la mécanisation dans certaines régions.

Notre étude a été certes émaillée de quelques insuffisances, imputables à l'installation tardive de la campagne hivernale, la faible couverture de la Région Ouest, la courte durée de l'évaluation etc. Mais nous pensons qu'au-delà de ces limites, les résultats de notre recherche serviront de base pour d'autres études plus complexes et approfondies.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Aoukouri A., 2004. *Rapport de formation sur la culture attelé.* CAP/M., 17p.

Dufumier M. et **Bainville S**., 2006: Le développement agricole du Sud-Mali face au désengagement de l'Etat. *Afrique contemporaine n° 217; Bruxelles. 16p*

Barro A., Zougmoré R., Taonda J.B.S., 2005. Mécanisation de la technique du zaï manuel en zone semi-aride. Cahier Agriculture vol. 14, n°6, 11p.

Belem P. C., 1985. *Coton et systèmes de production dans l'Ouest du Burkina Faso. Thèse de troisième cycle*. Université Paul Valéry, Montpellier, 344 p.

Bigot Y., Raymond G., 1991. *Traction animale et motorisation en zone cotonnière d'Afrique de l'ouest : Burkina Faso – cote d'Ivoire – Mali*. IRCT, CIRAD, ISBN: 2-906390–15–1. 95p

Binswanger H. P., Bigot Y., Pingali P., 1988. La mécanisation agricole et l'évolution des systèmes agraires en Afrique Sub Saharienne. *Banque Mondiale*, 204 p.

Blanchard M., Coulibaly K., Sanogo l., Vall E., 2008. *Diagnostic agropastoral du village de Founzan.*Projet FERTIPARTENAIRES CIRAD-CIRDES-UPPCT-INADES Province du Tuy, 33p.

Blanchard M., Coulibaly K., Sanogo L., Vall E., 2008. *Diagnostic agropastoral du village de Koumbia.*Projet FERTIPARTENAIRES CIRAD-CIRDES-UPPCT-INADES Province du Tuy, 33P.

Blanchard M., Coulibaly K., Sanogo L., Vall E., 2008. *Diagnostic agropastoral du village de Sara.*Projet FERTIPARTENAIRES CIRAD-CIRDES-UPPCT-INADES Province du Tuy, 33p.

Bonou A., Coulibaly K., 2010. *Appui à la définition d'une politique nationale de mécanisation agricole*. Ministère de l'Agriculture, FAO/TCP/BKF/6611, 11p.

CIRAD-SAR, 1999. *Agriculture africaine et traction animale.* Ministère de la coopération, CIRAD, ISBN 2-87614-240-6, 352p.

CIRAD-GRET, MAE-RF, 2002, *Mémento de l'agronome cinqième édition*. Edition Quae Collection « Technique rurales en Afrique » ISBN : 2-87614-522-7, 1691p.

CIPEA, 1981. Utilisation de la traction animale en Afrique au sud du Sahara. *Centre international pour l'élevage en Afrique, Bulletin du CPA* n°14, 23p.

CPI, Burkina Faso. 2012. Le secteur agricole. *Conseil Présidentiel de l'Investissement (CPI.* [En ligne] 2012. [Citation : 25 04 2012.]

Durand C., 2002. *Méthodes de sondage-SOL3017: L'échantillonnage, la gestion du terrain.* Département de Sociologie, Université de Montréal, 77p.

FAO, 2000. Traction animale - une vue schématique. *AGSE, FAO,* 16p

Faure G., 1994. Mécanisation et pratiques paysannes en région cotonnière au Burkina Faso. *In agriculture et développement n°02,* 10p.

Goe M. R., and **McDowelL R. E**., 1980. Animal traction: guidelines for utilization. *department of animal science New York State College of Agriculture and Life Sciences a Statutory College of the State University, Cornell University, Ithaca, New York,* 90 p.

Havard M., 1997. Bilan de la traction animale en Afrique francophone sub saharienne. Perspectives de développement et de recherches. *Faculté Universitaire des Sciences Agronomiques de Gembloux,* 78 p.

Havard M., LE Thiec G., 1996. *La traction animale en Afrique francophone Sub saharienne.* Département Systèmes Agro-alimentaires et Ruraux, CIRAD, 243P

Holtkamp R., 1991. Les petits tracteurs à quatre roues pour régions tropicales et subtropicales : leur rôle dans le développement agricole et industriel. *Weikersheim : CTA et GTZ,* 256p.

Houmy K., 2008**.** *Guide de formulation d'une stratégie de mécanisation agricole Etude de cas: stratégie nationale de la mécanisation agricole au Mali.* FAO, 65p.

INSD, 2008. *Recensement Général de la Population et de l'Habitation de 2006: Résultats définitifs.* Ministère de l'Economie et des Finances, 52 p.

INERA, 1996. La zone cotonnière du Burkina Faso: Caractéristiques agricoles et systèmes de production. 6-21p.

Le Thiec G., 1996. *Agriculture africaine et traction animale*. Montpellier, CIRAD-sar, ISBN 2-87614-240-6, 355 p.

Larrat R., Pagot J., Vandenbussche j., 1971. *Manuel vétérinaire des agents technique de l'élevage tropical*. IEMVPT, ministère de la coopération française, 520p.

Lhoste P., Havard M., VALL E., 2010. *La traction animale.* Agriculture tropicale en poche, Quœ CTA, Presse agronomique de Gembloux, Réf., ISSN 1778-6568, 223p.

MAE, 1974. Catalogue – Manuel, matériel de culture attelée. *MAE, CNEA, 15P*

MEF, 2006. *Recensement général de la population et de l'habitation(RGPH), résultats définitif*s. INSD, 52p.

MAHRH, 2006. *Première phase du recensement général de l'agriculture (RGA) 2006-2010*. INSD, 41p.

MAHRH, 2010. .*Annuaire de Statistiques Agricole*. DGER, DPSAA, 459p.

MCD-RF, 1991, *Mémento de l'agronome Quatrième édition*. Collection « Technique rurales en Afrique » ISSN : 0336-3058, 1635p.

MRA, 2009. *Annuaire Statistique du secteur de l'élevage.* DSA, 122p

Nuama E., 2006. Mesure de l'efficacité technique des agricultrices de culture vivrières en Côte-d'Ivoire. *Revues.org, Cléo, 16p*

Ouédraodo D., 2000. *Efficacité de la mécanisation sur les performances techniques et socio-économiques des exploitations agricoles de la zone cotonnière ouest du Burkina Faso.* Mémoire d'Ingénieur du Développement Rural, UPB, 91p.

Ouédraogo S., 1997. *Etude de formulation d'une stratégie nationale de mécanisation agricole, ANNEXES (Compte rendu de visites et entretien).* Ministère de l'Agriculture, 45p.

Pingali P., Bigot Y., Binswanger H.P., 1987. *La mécanisation agricole et l'évolution des systèmes agraires en Afrique subsaharienne*. Banque mondiale, 204p.

Poitrineau E., 1988. Traction animale, manuel d'enseignement à l'usage des vulgarisateurs au service des paysans, *1ère partie, FAO*, 22P.

Some L., 1989. *Diagnostic agropédoclimatique du risque de sécheresse au Burkina Faso. Etude de quelques techniques agronomiques améliorant la résistance pour les cultures de sorgho, de mil et de maïs. Thèse de doctorat, Spécialité: physiologie, biologie des organismes et des populations.* Université de Montpellier II. Sciences et techniques du Languedoc, 312 p.

Son G., Coulbaly K., 1997. L'expérience du Burkina Faso en mécanisation agricole. *Communication du séminaire CTA sur le thème "Intégrer la mécanisation dans les stratégies de développement durable de l'agriculture. Ouagadougou, Burkina Faso, du 24-29 novembre* 1997, 6p.

Sonnet E., 2012. *Accès aux équipements de traction animal sur le Plateau Central du Burkina Faso : Quelle sont les contraintes rencontrer par les producteurs et en quoi le CCTA pourrait-il participer à les lever ?* Centre technique d'amélioration de la traction asine, Rapport de stage, 77p.

Starkey P., 1994. Systèmes d'attelage et matériels à traction animale. Ouvrage de référence sur la traction animale en Afrique. *Eschborn, GTZ, ISBN 3-528-02072-5 278. 278 p.*

Traoré M., 1988. Mécanisation agricole et intégration agriculture-élevage dans le cadre du projet Mali-sud CMDT. *ln Economie de la mécanisation en région chaude. Actesdu IXème séminaire d'économie rurale, Montpellier, CIRAD/MESRU*. 31p.

Vall E. 1996. Capacités de travail, comportement à l'effort et réponses physiologiques du zébu, de l'âne et du cheval au Nord-Cameroun. Thèse de doctorat : Sciences agronomiques. Montpellier, ENSAM, 415 p..

Vall E., 1998. Capacités de travail du zébu, de l'âne et du cheval au Nord-Cameroun. Concept d'adéquation du couple animal–outil. *Annales de Zootechnie, 47 : 41–58 p.*

Vall E., Abakar O., Kpoumié E., 2001. Mise au point de Jouguet monobovins pour la culture attelée dans la zone de savane du Nord Cameroun. Ressource animal communication, *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop., 54 (3- 4) : 247-253*, 7p.

Vall E., Abakar O., Asongwed Awa A., 2002. La charrette monobovine. Fiche technique, conception Cirad-Téra- Cathy-Rollin, 2P.

Vall E., DongmoNgoutsop A.L., Abakar O., Meyer C., 2002. I.LA traction animale dans le nouveau contexte des savanes cotonnières du Tchad, du Cameroun et de la République centrafricaine. II. Quelles priorités pour la recherche et le développement ? Ressources animales synthèse, *Revue Élev. Méd. vét. Pays trop., 55 (2) : 129-136*, 8p.

Liens

http://hippotese.free.fr/blogdocs4/fao-traction-animale-vue-schematique-AGSE.pdf
20/06/2013

http://economierurale.revues.org/1892 30/08/2013

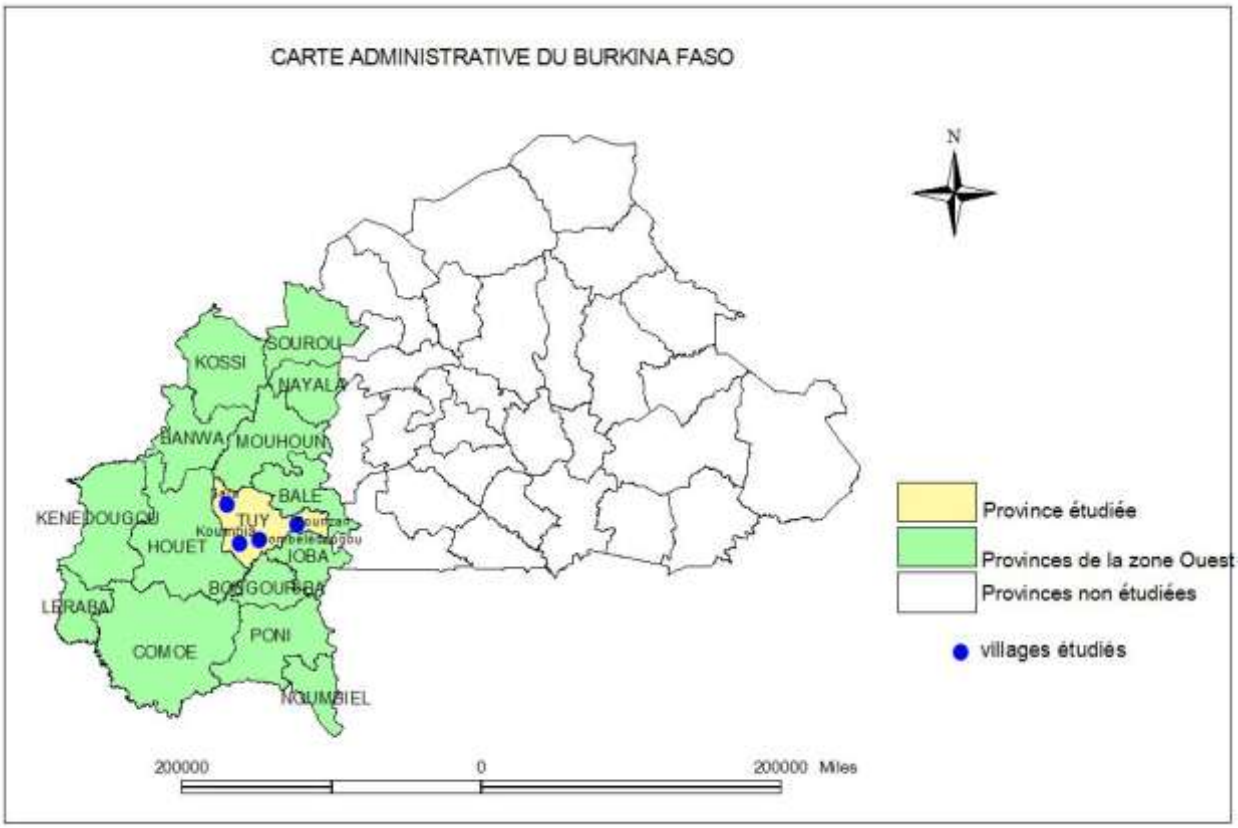
http://www.cp-investburkina.bf/spip.php?article7. 17/04/2013

ANNEXES

Annexe 1 : chronogramme de l'étude

Activités	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Aout	Sept.	Oct.
Recherche documentaire								
Prise de contact								
Elaboration des outils								
Pré enquête								
Evaluation prospective								
Séances de démonstration								
Etude comparative de la technologie								
Evaluation ext post								
Dépouillement, analyse et rédaction du mémoire								
Soutenance								

Annexe 2 : Région Ouest du Burkina Faso dans la carte du Burkina Faso



Source : BNDT/IGB/ (conçu par TAPSOBA S. Evariste, 2013)

Annexe 3 : quelques caractéristiques de la zone d'étude, en lien avec la mécanisation à ''traction animale''

3.1. Caractéristiques physiques

La zone Ouest du Burkina Faso (figure 8) est située entre le 10ème et le 14ème parallèle Nord (Figure 11). Elle couvre les Régions des Hauts-Bassins, la Boucle du Mouhoun, du Sud-Ouest et de la Comoé sur une superficie totale de 93 730 Km^2 soit 34% du territoire national (INERA, 1996).

3.2. Climat

La zone Ouest est dominée par un climat tropical de type soudano-guinéen. Sa pluviométrie varie de 650 à 1200 mm pour une durée de 160 à 200 jours (Somé, 1989). D'une manière générale, à l'intérieur de cette zone, les conditions climatiques tout comme la pluviométrie connaissent des variations mensuelles, saisonnières et interannuelles dans le sens Nord-sud. Ces variations influencent la production des cultures. En amont, elle a une influence sur la mécanisation car une courte saison des pluies avec des précipitations irrégulières réduit le temps des travaux des sols. D'où le choix de certains producteurs d'opter pour le Zéro labour, le scarifiage (avec le sarcleur, les dents IR12), le billonnage, l'utilisation des herbicides etc. Les besoins de sarclages des spéculations se coïncident, entrainant de ce fait le non-respect des dates des opérations d'entretiens culturales.

3.3. Sols

Les principaux types de sol rencontrés dans la zone ouest sont les sols ferrugineux tropicaux sur matériaux variés, les sols ferralitiques, les sols hydromorphes et les sols bruns eutrophes tropicaux. Les sols de la zone présentent des teneurs suivantes en matière organique:

- une très grande majorité de ces sols ont des teneurs de 1 à 1,5% ;
- environ 20% des sols présentent des teneurs de moins de 1% et moins de 10% ont plus de 1,5% de matière organique.

L'on est donc en présence de sols pauvres en matière organique (INERA, 1996). Ces teneurs semblent liées aux passés culturaux des sites. Concernant l'acidité des sols, Berger et al. (1987) cité par Ouédraogo (2000), constatent que : environ 10% des sols ont des pH inférieurs à 5 (pH<5), 60% ont un pH situé entre 5 et 6 (5<pH<6), et pour 30% des sols, le pH se situe au-delà de 6. L'on est donc en présence de sols relativement acides où l'aluminium se manifeste souvent dès que le pH est en dessous de 5.

En effet les types de sols ont des effets sur la mécanisation car les sols très humides, très argileux, compacts, qui se prennent en masse sont difficile à travailler et demande beaucoup plus d'effort de traction. Par contre, les sols sableux, moins humide peuvent être travaillés avec de faibles efforts de traction, susceptibles d'être exécuté par un seul animal.

3.4. Production végétale

Dans cette partie du pays, les conditions écologiques sont favorables à l'agriculture et les terres agricoles sont relativement disponibles. Les principales spéculations qui réussissent bien sont le coton, le maïs, le riz, le sorgho etc. Ce qui explique le développement de la mécanisation dans cette zone. La traction animale se pratique essentiellement avec la paire de bœuf, donc avec du matériel bibovin du fait des conditions écologiques qui en demande. Les principaux assolements sont le coton, le maïs, le sorgho, l'arachide et de plus en plus le sésame. Le coton est placé en tête de rotation, ensuite vient le maïs, puis le sorgho. Les performances de la région dans la production végétale sont à mettre également au compte d'un encadrement technique relativement régulier. La zone est réputée ‘’grenier du Burkina Faso’’ grâce à l'amélioration du niveau de technicité des producteurs et surtout à l'accroissement des superficies cultivées. Le climat et la pluviométrie offrent à la région des conditions favorables à la production fruitière et maraîchère.

3.5. L'élevage

Le développement de l'élevage de la zone est surtout caractérisé par la présence d'un nombre assez élevé de Peuls. Cette présence s'explique par l'existence ancienne des "enclaves Peuls" de Barani et de Dokuy, mais aussi par une double migration qui a amené des Peuls préalablement installés dans le pays moaga à rejoindre la zone Ouest (Ouédraogo, 2000). L'importance de cet élevage est une aubaine pour la traction animale car les animaux sont disponibles mais paradoxalement ils ne sont pas à la portée de tous les paysans. En zone ouest du Burkina Faso, l'élevage est confronté de plus en plus à un certain nombre de problèmes tels que la réduction du disponible fourrager pour le bétail, la précarité de la santé animale, les insuffisances liées à l'intégration agriculture-é1evage, qui limitent la productivité animale dans son ensemble et affectent souvent la production agricole de la zone.

Annexe 4 : Fiche d'enquête individuelle des producteurs

Date : ……..…….

1. Identification Code: ☐

Nom et prénoms : ……..

Village: ..……

Groupe: …… Sexe : M ☐ F F ☐ âge :……

Nom du chef de fil :……..……Nombre d'actifs :…….

2. Superficie des spéculations à produire (campagne hivernale 2013)

Désignation	maïs	mil	sorgho	coton	arachide	sésame	niébé	autres	total
Superficies									

3. Matériel en traction animal

Désignation	Quantité	type	Etat	Mode d'acquisition
Charrette				
Charrue				
semoir				
Joug de garrot				
Collier bovin				
Jouguet				
Autres				

Avez-vous déjà utilisé la traction mono-bovine?.....

Si oui dites-nous comment ? (quels travaux, quelles surface, comment se sont comportés les animaux ?)……

……

……

4. Situation en élevage d'animaux de trait

	bœuf de traits entiers	bœuf de traits castré	ânes	autres
nombre				
race				
âge				
travaux réalisés				

Comment nourrissez-vous les animaux de trait ? .....

……..

5. Mode d'exécution des opérations culturales

	semis	labour	hersage	sarclage	buttage
manuel					
Traction animale					
tracteur					

6. Caractéristiques de la traction avec la paire de bœuf

Questions	Réponses
Quels sont les travaux qui nécessitent le plus de forces de traction ?	
Quels sont les sols qui nécessitent le plus de force de travail ?	
Comment utilisez-vous la traction animale sur votre exploitation (technicité) ?	
Qu'est ce qui Justifie le choix technologique de la traction avec la paire de bœufs ?	
Quelles sont les limites de cette technique ?	

Annexe 5 : Fiche d'étude comparée entre la traction bibovine et la monobovine.

Village : ……. Groupe :…… N° du site :……

Nom du chef de fil :…….. Date :……

Variables	Traitement 1 : traction MB	Traitement 2 « témoin » traction bibovine
Caractéristiques des animaux	poids : taille : conformation :	poids : taille : conformation : poids : taille : conformation :
Caractéristiques de la charrue	Poids : type : qualité :	Poids : type : qualité :
Caractéristique du harnachement	Poids : type : qualité :	Poids : type : qualité :
Caractéristiques du sol	Type : Humidité : autres :	Type : Humidité : autres :
Caractéristiques des cultures	Type : stade : taille moyenne :	Type : stade : taille moyenne :
Longueur travaillée		
Largeur travaillée		
Profondeur travaillée		
Nombre de lignes travaillées		
Durée du travail		
Etat de l'animal en fin de travail	Nombre d'expiration par minute: Autres :	Nombre d'expiration par minute: Autres :
Nutrition en fin de travail	Type : quantité :	Type : quantité :
Profondeur de travail (au moins 10 mesures)		
Forces de traction (au moins 10 mesures		

Annexe 6 : Fiche d'étude comparée entre la traction bibovine et la monobovine (sarclage et buttage).

Village : ……Groupe :…… N° du site :……

Nom du chef de fil :…… Date :……

Variables	Traitement 1 : traction MB	Traitement 2 « témoin » traction bibovine
Caractéristiques des animaux	poids : âge :	poids : âge : poids : âge :
Caractéristiques des cultures	Type : stade : taille :	Type : stade : taille:
Longueur travaillée (ligne)		
Nombre de lignes travaillées		
Durée du travail		
Temps du tour au bout des lignes (20 prises)	1…..…..2…..…..3…..…..4……..5..……. 6……7…..…..8……9……..10…..…… 11…....12……13…..…14…….15…..…… 16……17…..…18……19…….20…..……	1…..…..2…..…..3…..…..4……..5..……. 6……7…..…..8……9……..10…..…… 11…....12……13…..…14…….15…..…… 16……17…..…18……19…….20…..……
Longueur du tour	1…..…..2…..…..3…..…..4……..5..……. 6……7…..…..8……9……..10…..…… 11…....12……13…..…14…….15…..…… 16……17…..…18……19…….20…..……	1…..…..2…..…..3…..…..4……..5..……. 6……7…..…..8……9……..10…..…… 11…....12……13…..…14…….15…..…… 16……17…..…18……19…….20…..……
Nombre de plants cassés (/ligne)		
Maniabilité	Bonnne : moy. : mauvaise :	Bonnne : moy. : mauvaise :

Moy. = moyenne

Annexe 7 : Fiche d'évaluation de la traction monobovine

Date : …….

N° : ☐

1. Identification

Village :…… N° du groupe ……

Nom et prénoms : ……..

Groupe : …… Sexe : M ☐ F ☐ âge :……

Dates d'essai :……..... Nombre total d'essais :……

Opérations culturale exécuté : Labour ☐ sarclage ☐ buttage ☐

Spéculations concernées :…….

2. Indicateurs à évaluer

Indicateurs	Jugements/Impressions
Jouguet : Grand Model ☐ Petit Model ☐	Dimension : large ☐ étroit ☐ convenable ☐ Stabilité : bonne ☐ moy. ☐ faible ☐
palonnier	Longueur : bonne ☐ longue ☐ court ☐
Trait Dossière	Longueur : bonne ☐ moy. ☐ faible ☐ Longueur : bon ☐ courte ☐ long ☐
Manœuvre	Stabilité : bonne ☐ moy. ☐ faible ☐
Tour en bout de ligne	Commodité : bonne ☐ moy. ☐ faible ☐
Effort de traction	Bonne ☐ moy. ☐ faible ☐
Commodité / efficacité au labour	Bonne ☐ moy. ☐ faible ☐
Commodité / efficacité au sarclage	Bonne ☐ moy. ☐ faible ☐
Commodité / efficacité au buttage	Bonne ☐ moy. ☐ faible ☐
Prix du jouguet	Cher ☐ moy. ☐ abordable ☐
Accessibilité de la technologie	Bonne ☐ moy. ☐ faible ☐
Proposition de bon prix :	Interval : [……. ; ……..]
Ration du monobœuf par rapport à ceux attelés en paire	Supérieur ☐ égale ☐ inférieur ☐
Autres (poids de la charrue, nécessité et acquisition du jouguet etc.)	

Annexe 8 : Principales conditions supposées constantes dans la réalisation des tests par site et par village.

N°	villages	code du site	longueur travaillée (m)	largeur travaillée (cm)	profondeur travaillée (cm)	Poids de la charrue (kg)	type de charrue	Arnache-ment MB	Arnache-ment BB	type de culture	type de sol	type de travail du sol	humidité
1	Gombélédougou	GA1	750	20	7,1	26	CH9	IRAD-BF	Joug	0	gravionnaire	labour	sec
2	Gombélédougou	GB1	750	20	5,5	25	CH9	IRAD-BF	Joug	0	gravionnaire	Labour	sec
3	Gombélédougou	GC1	750	20	7,9	25	CH9	IRAD-BF	Joug	0	gravionnaire	Labour	moyenne
4	Gombélédougou	GD1	750	18	6,6	22	CH9	IRAD-BF	Joug	0	gravionnaire	Labour	sec
5	Gombélédougou	GE1	750	18	4,4	24	CH9	IRAD-BF	Joug	0	Argilo sableux	Labour	sec
6	Koumbia	KA1	750	20	8	25	CH9	IRAD-BF	Joug	0	gravionnaire	Labour	sec
7	Koumbia	KB1	750	20	9	25	CH9	IRAD-BF	Joug	0	Argilo sableux	Labour	moyenne
8	Koumbia	KC1	750	22	13	25	CH9	IRAD-BF	Joug	0	Argilo sableux	Labour	moyenne
9	Koumbia	KD1	750	18	9,4	25	CH9	IRAD-BF	Joug	0	Argilo sableux	Labour	moyenne
10	Koumbia	KE1	750	23	11,5	25	CH9	IRAD-BF	Joug	0	gravionnaire	Labour	sec
11	Sara	SA1	750	20	11,3	24	CH9	IRAD-BF	Joug	0	Argilo sableux	Labour	sec
12	Sara	SB1	750	30	10,7	25	CH9	IRAD-BF	Joug	0	Argilo sableux	Labour	bonne
13	Sara	SC1	750	20	9,6	24	CH9	IRAD-BF	Joug	0	Argilo sableux	Labour	bonne
14	Sara	SD1	750	35	12,1	25	CH9	IRAD-BF	Joug	0	Argilo sableux	Labour	bonne
15	Sara	SE1	750	22	12	25	CH9	IRAD-BF	Joug	0	sableux	Labour	bonne
16	Founzan	FA1	750	25	12,1	25	CH9	IRAD-BF	Joug	0	gravionnaire	Labour	moyenne
17	Founzan	FB1	750	25	12,1	24	CH9	IRAD-BF	Joug	0	Argilo sableux	Labour	moyenne
18	Founzan	FC1	750	22	12,5	25	CH9	IRAD-BF	Joug	0	Argilo sableux	Labour	bonne
19	Founzan	FD1	750	25	10,7	25	CH9	IRAD-BF	Joug	0	Argilo sableux	Labour	moyenne
20	Founzan	FE1	750	25	11,6	25	CH9	IRAD-BF	Joug	0	Argilo sableux	Labour	moyenne
	minimum	-	750	18	4	22	-	-	-	-	-	-	-
	maximum	-	750	35	13	26	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne	-	750	22,4	9,86	24,7	-	-	-	-	-	-	-
	Ecart type	-	0	4,25	2,52	0,8	-	-	-	-	-	-	-

GA= Gombélédougou A ; KA= KoumbiaA ; FA= FounzanA, ;SA= SaraA ; CH9= charrue 9 pouce ; MB = monobœuf ; BB = bibovin

Annexe 9 : paramètres mesurés sur les travaux de labour du mono et du bibovin

	mono bœuf							bibovin							
Code du site	poids MB (kg)	âge	F moy. (daN)	F %PV	Durée (mn)	V1 moy. (m/s)	P_{MB} moy. (watt)	poids BB (kg)	âge 1	âge 2	F moy. (daN)	F %PV	Durée (mn)	V2 moy. (m/s)	P_{BB} moy. (watt)
GA1	296	5	33,00	11,15	15,5	0,93	305,56	496	5	4	40,50	8,17	16,6	1,02	414,96
GB2	300	6	33,50	11,17	17,2	0,76	253,79	605	6	6	54,50	9,01	16,5	0,76	415,40
GC3	250	5	30,00	12,00	16,6	0,68	203,80	530	5	6	50,60	9,55	16,2	0,82	413,40
GD4	277	10	30,00	10,83	17,5	0,56	166,67	583	10	10	41,50	6,22	15	0,86	357,76
GE5	380	7	35,00	9,21	15,4	0,59	207,35	611	7	7	53,00	6,84	11,2	0,73	387,43
KA6	357	6	22,80	6,39	15,7	0,73	165,70	487	6	4	25,50	3,88	15,5	0,76	193,18
KB7	400	8	23,40	5,85	16,22	0,81	188,71	760	8	5	26,70	3,89	17,1	0,75	201,05
KC8	258	4	26,00	10,08	20,35	0,81	211,04	775	4	4	33,50	6,47	15,5	1,12	373,88
KD9	400	5	31,50	7,88	17,3	0,75	237,20	657	5	5	37,60	4,95	15	0,77	290,12
KE10	379	7	28,40	7,49	11	0,71	202,86	686	7	7	45,50	5,92	17,5	0,83	379,17
SA11	268	5	30,00	11,19	26	1,14	340,91	518	4	5	45,50	8,01	19,5	0,71	325,00
SB12	325	6	23,40	7,20	20,2	0,72	169,08	769	6	4	32,00	5,24	17,8	0,83	266,67
SC13	217	4	27,50	12,67	22,8	0,77	211,93	568	4	4	35,50	7,29	15,2	0,73	259,50
SD14	305	6	28,00	9,18	21,5	0,80	222,93	530	6	4	35,00	6,60	17,5	0,81	282,26
SE15	277	4	30,00	10,83	20	0,61	184,28	667	4	8	35,00	6,00	17	0,81	282,26
FA16	357	6	38,00	10,64	21,1	0,62	235,15	616	6	5	55,00	8,93	17,1	0,70	386,24
FB17	277	6	28,00	10,11	13,5	0,48	134,62	582	6	7	41,00	7,04	12,2	0,64	262,82
FC18	242	4	29,00	11,98	22,5	0,55	158,99	452	4	4	36,00	7,96	14,5	0,82	296,05
FD19	268	4	30,50	11,38	18,4	0,58	177,33	558	4	5	67,00	12,01	15,3	0,71	478,57
FE20	315	6	35,50	11,27	16,5	0,63	221,88	565	6	5	61,50	10,88	16,4	0,74	452,21
Moy. G.	307	6	29,68	9,93	**18,26**	0,71	209,99	496	6	6	42,62	7,24	**15,93**	0,80	335,90

moy.= moyenne ; kgf = kilogramme force ; m/s = mètre par seconde ; P = puissance ; cste = constante, F= force, V= vitesse ; PV = poids vif,

moy. G.= moyenne générale.

Annexe 10: Total des producteurs enquêtés

N°	Villages	Nom et prénoms	Fonction	codes	âge	nombre d'actifs	Bœuf de traits	Char-rues
1	Koumbia	BONKIAN Ernest	chef de fil	KA1	29	12	8	2
2	Koumbia	BAYE Dofinita		KA2	41	5	2	1
3	Koumbia	BONKIAN boni		KA3	43	10	6	2
4	Koumbia	BONKIAN Niannassan		KA4	39	9	8	2
5	Koumbia	BONKIAN Aboubakare		KA5	27	10	5	2
6	Koumbia	BOLI Oumarou	chef de fil	KB1	37	5	2	1
7	Koumbia	DIALLO Boureima		KB2	42	2	2	1
8	Koumbia	DIALLO Amadou		KB3	40	3	2	1
9	Koumbia	DIALLO Alaye		KB4	33	5	2	1
10	Koumbia	Pasteur		KB5	37	2	2	1
11	Koumbia	DIALLO Amadou	chef de fil	KC1	50	3	2	1
12	Koumbia	DIALLO Adama		KC2	35	2	2	1
13	Koumbia	DIALLO Amidou		KC3	60	3	2	1
14	Koumbia	BOLI Ousmane		KC4	60	3	2	1
15	Koumbia	KONFE SaidouYéro		KC5	50	4	2	1
16	Koumbia	BonKIAN Gaston	chef de fil	KD1	38	2	2	1
17	Koumbia	BONKO Dofinidayere		KD2	29	6	2	1
18	Koumbia	COULIBALY Kalifa		KD3	37	4	2	1
19	Koumbia	BONKIAN Issaka		KD4	28	2	2	1
20	Koumbia	COULIBALY Ernest		KD5	33	3	2	1
21	Koumbia	BogniniBoureima	chef de fil	KE1	26	5	5	1
22	Koumbia	BOGNINI Michel		KE2	25	5	3	1
23	Koumbia	COULIBALY Olivier		KE3	22	6	2	1
24	Koumbia	BOGNINI Gilbert		KE4	52	8	4	1
25	Koumbia	NAON Adama		KE5	40	5	2	1
26	Gombélédougou	DOUMBERE Adama	chef de fil	GA1	59	3	3	1
27	Gombélédougou	DOUMERE Issa		GA2	56	5	2	1
28	Gombélédougou	OUEDRAOGO Mahamoudou		GA3	35	5	3	1
29	Gombélédougou	OUEDRAOGO Boureima		GA4	64	7	2	1
30	Gombélédougou	SAWADOGO Adama		GA5	50	4	2	1
31	Gombélédougou	OUATTARA Issouf	chef de fil	GB1	31	10	4	2
32	Gombélédougou	HORI Michel		GB2	50	7	2	1
33	Gombélédougou	PindoGnini		GB3	48	6	2	1
34	Gombélédougou	PENDO Pai		GB4	34	6	2	1
35	Gombélédougou	NAOUE Pamaré		GB5	40	5	2	2
36	Gombélédougou	SAWADOGO Alidou	chef de fil	GC1	46	8	2	2
37	Gombélédougou	ZOUGRANA Omarou		GC2	50	16	4	1
38	Gombélédougou	ZOUGRANA Moussa		GC3	37	6	3	1
39	Gombélédougou	KABORE Kassoum		GC4	60	7	4	1
40	Gombélédougou	SAWADOGO Amadou		GC5	31	8	2	1
41	Gombélédougou	SERE Saidou	chef de fil	GD1	55	8	2	1
42	Gombélédougou	FOFANA Dramane		GD2	29	5	2	1

N°	Villages	Nom et prénoms	Fonc-tion	codes	âge	nombre d'actifs	Bœuf de traits	Char-rues
43	Gombélédougou	SERE Lassina		GD3	48	4	2	1
44	Gombélédougou	NIMI K. Drissa		GD4	40	3	2	1
45	Gombélédougou	SERE Siaka		GD5	38	5	2	1
46	Gombélédougou	SANOGO Guébré	chef de fil	GE1	60	6	2	1
47	Gombélédougou	SAWADOGO Idrissa		GE2	35	5	4	1
48	Gombélédougou	SAWADOGO Youssouf		GE3	34	5	3	1
49	Gombélédougou	SAWADOGO Mady		GE4	69	4	3	1
50	Gombélédougou	SAWADOGO Drissa		GE5	30	7	4	1
51	Founzan	BANI Tatoba	chef de fil	FA1	48	6	2	1
52	Founzan	SANOU BenTé		FA2	45	7	4	1
53	Founzan	BANI Homavé		FA3	35	3	2	1
54	Founzan	BANI Hebadini		FA4	61	8	4	1
55	Founzan	N'DAPOHO Gnounou		FA5	46	4	2	1
56	Founzan	SAWADOGO Malick	chef de fil	FB1	62	6	2	1
57	Founzan	SAWADOGO Rasmané		FB2	49	3	2	1
58	Founzan	SAWADOGO Abdoulaye		FB3	50	4	2	1
59	Founzan	SANFO Rasmané		FB4	48	3	2	1
60	Founzan	SANGLA Yacouba		FB5	29	3	2	1
61	Founzan	BAYE Lamoussa	chef de fil	FC1	50	7	4	1
62	Founzan	BAYE Diédou		FC2	36	12	4	1
63	Founzan	BAYE Dofinité Edouard		FC3	56	6	2	1
64	Founzan	BAMBOUE Wanin		FC4	43	5	2	1
65	Founzan	IVO Marc		FC5	48	4	2	1
66	Founzan	OUEDRAOGO Mady	chef de fil	FD1	37	6	2	1
67	Founzan	OUEDRAOGO Saidou		FD2	43	6	3	1
68	Founzan	OUEDRAOGO Abdoulaye		FD3	38	3	4	1
69	Founzan	OUEDRAOGO Oumarou		FD4	64	5	2	1
70	Founzan	OUEDRAOGO Arouna		FD5	41	3	1	1
71	Founzan	BAMBINOU Nicomi	chef de fil	FE1	30	4	4	1
72	Founzan	BAMBINOU Ntayoua		FE2	35	2	2	1
73	Founzan	BAMBINOU Zouki		FE3	45	4	2	1
74	Founzan	NABA Dofi		FE4	40	6	2	1
75	Founzan	BAMBINOU Yirouyouha		FE5	30	2	2	0
76	Sara	TE Yénimafi	chef de fil	SA1	39	5	3	1
77	Sara	OUEDRAOGO Souleymane		SA2	39	18	4	1
78	Sara	MANDE Issouf		SA3	47	7	3	1
79	Sara	TE Damoko		SA4	36	4	2	1
80	Sara	TE ZouDouba		SA5	37	7	2	1
81	Sara	DOFINI Alexi	chef de fil	SB1	29	3	4	2
82	Sara	BAZOUM Daniel		SB1	32	2	2	1
83	Sara	DOFINI Yacouba		SB2	31	3	3	1
84	Sara	BAZOUM Jacob		SB3	32	5	4	1
85	Sara	BAZOUM Bruno		SB4	30	7	1	1

N°	Villages	Nom et prénoms	Fonction	codes	âge	nombre d'actifs	Bœuf de traits	charrues
86	Sara	DOMBOUE Bernard	chef de fil	SC1	42	2	2	0
87	Sara	DOMBOUE Alain		SC2	37	4	2	1
88	Sara	DOMBOUE Janvier		SC3	45	7	2	0
89	Sara	TAMINI Claude		SC4	36	6	2	1
90	Sara	PAMPANI Aimé		SC5	25	6	2	1
91	Sara	BAZOUM Valentin	chef de fil	SD1	38	5	4	2
92	Sara	TAMINI Etienne		SD2	38	5	4	1
93	Sara	BAZOUM Papa		SD3	25	4	2	1
94	Sara	TAMINI Emauel		SD4	27	6	4	1
95	Sara	BAZOUM Barthélémi		SD5	25	3	2	1
96	Sara	TIAHO Dofinidé	chef de fil	DE1	39	4	2	1
97	Sara	BAZOUM Joèl		SB4	41	4	1	1
98	Sara	BONI LohoyiwaLezou		SE3	71	6	2	1
99	Sara	KOURAOGO Yacouba		SE4	39	4	2	1
100	Sara	MANDE Ousseni		SE5	39	6	2	1

Annexe 11 : Liste des producteurs ayant conduit les tests de sarclage

N°	villages	Nom et Prénoms	dates	Type de culture	stade	taille (cm)
1	Founzan	SAWADOGO Malick	24/07/2013	mil	plantule	15
2	Founzan	BAMBINOU Nicomi	24/07/2013	sorgho	plantule	15
3	Gombélédougou	SAWADOGO Alidou	26/07/2013	maïs	plantule	15
4	Gombélédougou	DOUMBERE Péma Adama	26/07/2013	maïs	ramification	15
5	Sara	DOFINI Frédérique/Alexi	23/07/2013	coton	ramification	25
6	Sara	TE Yénimafi	22/07/2013	coton	ramification	25
7	Koumbia	BONKIAN Ernest	28/07/2013	mais	ramification	20
8	Koumbia	BONKIAN Gaston	28/07/2013	mais	ramification	20

Annexe 12 : Liste des producteurs ayant conduit les tests de buttage

N°	villages	Nom et Prénoms	dates	Type de culture	stade	taille (cm)
1	Founzan	SAWADOGO Malick	12/08/2013	mil	montaison	115
2	Founzan	BAMBINOU Nicomi	12/08/2013	sorgho	montaison	100
3	Gombélédougou	SAWADOGO Alidou	14/08/2013	mais	montaison	70
4	Gombélédougou	DOUMBERE Péma Adama	14/08/2013	mais	montaison	60
5	Sara	DOFINI Frédérique /Alexi	10/08/2013	coton	floraison	120
6	Sara	TE Yénimafi	10/08/2013	coton	floraison	70
7	Koumbia	BONKIAN Ernest	15/08/2013	mais	montaison	50
8	Koumbia	BONKIAN Gaston	15/08/2013	mais	montaison	50

Annexe 13 : Liste des producteurs ayant été évalué

N°	Villages	Nom et prénoms	âge	codes	dates	nombre d'essai
1	Koumbia	BONKIAN Ernest	29	KA1	29/04/2013	5
2	Koumbia	BAYE Dofinita	41	KA2	22/05/2013	4
3	Koumbia	BOLI Oumarou	37	KB1	29/07/2013	6
4	Koumbia	Pasteur	37	KB5	29/07/2013	5
5	Koumbia	DIALLO Amadou	50	KC1	28/07/2012	16
6	Koumbia	DIALLO Adama	35	KC2	28/07/2013	4
7	Koumbia	BONKIAN Gaston	38	KD1	29/07/2013	6
8	Koumbia	BONKO Dofinidayere	29	KD2	28/07/2013	4
9	Koumbia	Bognini Boureima	26	KE1	27/07/2013	5
10	Gombélédougou	DOUMBERE Adama	59	GA1	26/07/2013	13
11	Gombélédougou	DOUMERE Issa	56	GA2	13/05/2013	4
12	Gombélédougou	OUATTARA Issouf	31	GB1	26/07/2013	5
13	Gombélédougou	Pindo Gnini	48	GB3	15/05/2013	4
14	Gombélédougou	SAWADOGO Alidou	46	GC1	26/07/2013	30
15	Gombélédougou	ZOUGRANA Omarou	50	GC2	16/05/2013	4
16	Gombélédougou	SERE Saidou	55	GD1	26/07/2013	7
17	Gombélédougou	SANOGO Guébré	60	GE1	26/07/2013	5
18	Founzan	BANI Tatoba	48	FA1	02/05/2013	5
19	Founzan	SAWADOGO Malick	62	FB1	02/05/2013	15
20	Founzan	SAWADOGO Rasmané	49	FB2	03/05/2013	25
21	Founzan	SANFO Rasmané	48	FB4	05/06/2013	5
22	Founzan	BAYE Lamoussa	50	FC1	03/05/2013	15
23	Founzan	BAYE Diédou	36	FC2	03/06/2013	5
24	Founzan	OUEDRAOGO Mady	37	FD1	02/05/2013	5
25	Founzan	BAMBINOU Nicomi	30	FE1	04/06/2013	6
26	Founzan	BAMBINOU Ntayoua	35	FE2	06/06/2013	4
27	Sara	TE Yénimafi	39	SA1	03/05/2013	5
28	Sara	TE Damoko	36	SA4	22/07/2013	6
29	Sara	TE ZouDouba	37	SA5	29/05/2013	6
30	Sara	DOFINI Alexi /Frédérique	29	SB1	22/07/2013	17
31	Sara	BAZOUM Daniel	32	SB1	28/05/2013	4
32	Sara	BAZOUM Joèl	41	SB4	22/07/2013	5
33	Sara	DOMBOUE Bernard	42	SC1	22/07/2013	4
34	Sara	Boni Dieudonné	37	SC2	29/05/2013	5
35	Sara	DOMBOUE Janvier	45	SC3	29/05/2013	4
36	Sara	BAZOUM Valentin	38	SD1	03/05/2013	7
37	Sara	TAMINI Etienne	38	SD2	29/05/2013	5
38	Sara	TIAHO Dofinidé	39	DE1	29/05/2013	4

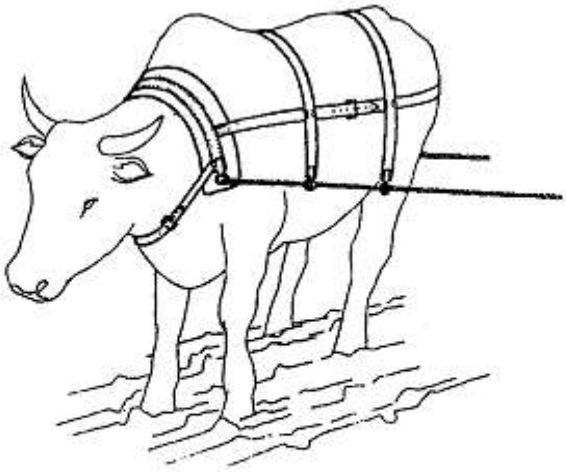
Annexe 14 : résultats d'évaluation des producteurs sur le monobœuf

	Indicateurs	Nombre d'expérimentateurs	Taux
opérations réalisées	labour	35	92%
	sarclage	38	100%
	Buttage	25	65%
spéculations entretenues	coton	31	82%
	maïs	38	100%
	sorgho	12	32%
Dimention du jouguet petit modèl	large	0	0%
	étroit	0	0%
	convenable	23	61%
Dimention du jouguet grand model	large	2	5%
	étroit	0	0%
	convenable	13	34%
Stabilité du jouguet petit model	bonne	23	61%
	moyenne	0	0%
	faible	0	0%
Stabilité du jouguet grand model	bonne	13	34%
	moyenne	2	5%
	faible	0	0%
Longueur du palonnier	longue	0	0%
	bonne	38	100%
	courte	0	0%
Manœuvre	bonne	36	95%
	moyenne	2	5%
	faible	0	0%
Commodité du tour en bout de ligne	bonne	37	97%
	moyenne	1	3%
	faible	0	0%
Effort de traction	bonne	25	66%
	moyenne	13	34%
	faible	0	0%
Efficacité au labour	bonne	27	65%
	moyenne	11	35%
	faible	0	0%
Efficacité au sarclage	bonne	38	100%
	moyenne	0	0%
	faible	0	0%
Efficacité au buttage	bonne	33	87%
	moyenne	5	13%
	faible	0	0%
Erix du jouguet	élevé	16	42%
	moyen	22	58%
	faible	0	0%
Eccessibilité de la technologie	bonne	2	5%
	moyenne	23	61%
	faible	13	13%
Proposition de prix	]5000,10000]	2	21
	]10000,15000]	27	58
	]15000, 22500]	11	21
Nutrition du MB/BB	supérieur	27	71%
	égale	11	29%
	inférieur	0	0%

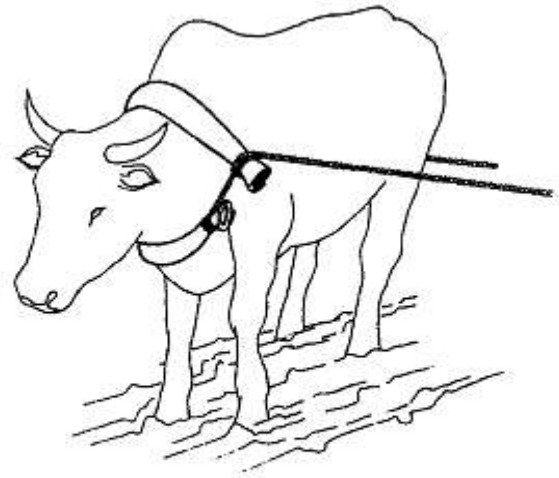
Annexe 15 : Répartition des chefs de fil

N°	Villages	Chef de fil	Code	Ages	Ethnie	GP (GPC)	Tel
1	Gombélédougou	DOUMBERE P. Adama	GA1	59	Mossi	Nématoulaye	74540323
2	Gombélédougou	OUATTARA Issouf	GB2	31	Bowaba	Lassa	65587693
3	Gombélédougou	SAWADOGO Alidou	GC3	46	Mossi	Nématoulaye	76613904
4	Gombélédougou	SERE Saidou	GD4	55	Dafin	Karayé	20953109
5	Gombélédougou	SANOGO Guébré	GE5	60	Mossi	Pesra	78075228
6	Koumbia	BONKIAN Ernest	KA6	29	Bowaba	Koirayé	71703358
7	Koumbia	BOLI Oumarou	KB7	37	Peulh	Weltaré	70154637
8	Koumbia	DIALLO Amadou	KC8	50	Peulh	Djanwili	70414764
9	Koumbia	BONKIAN Gaston	KD9	38	Bowaba	Choi	71099015
10	Koumbia	BOGNINI Boureima	KE10	26	Bowaba	Bomboayé	71093613
11	Sara	TE Yénimafi	SA11	41	Bowaba	Gnoupoa	76026487
12	Sara	DOFINI Frédérique	SB12	29	Bowaba	Gnoupoa	73531323
13	Sara	DOMBOUE Bernard	SC13	42	Bowaba	Hokalèhou	71453012
14	Sara	BAZOUM Valentin	SD14	38	Bowaba	Boky	
15	Sara	TIAHO Dofinidé	SE15	39	Bowaba	Boky	70084291
16	Founzan	BONI Tatoba	FA16	48	Bowaba	Kaibayé	77684443
17	Founzan	SAWADOGO Malick	FB17	62	Mossi	CCV	76889840
18	Founzan	BAYE Lamoussa	FC18	50	Bowaba	Dagaridjula	79542410
19	Founzan	OUEDRAOGO Mady	FD19	37	Mossi	Kaibayé	75239965
20	Founzan	BAMBINOU Nicomi	FE20	30	Bowaba	Kaibayé	75250515

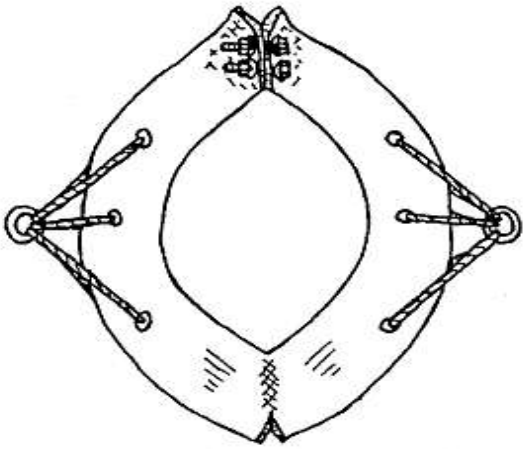
Annexe 16 : Harnais type collier et Jouguet de garrot pour bovin



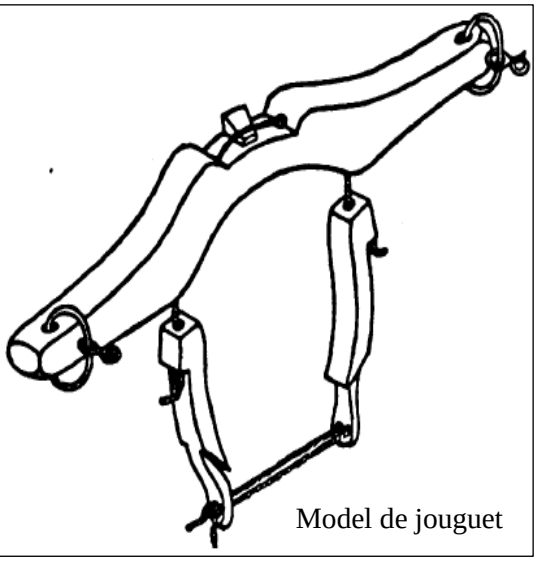
Modèle européen de harnais ou de joug de garrot simple en cuir. Au travail, il agit comme le joug de garrot suisse (Fig.4.3).
(Source: BARWELL et AYRE, 1982)



Prototype de joug simple de garrot en toile de jute, utilisé au Zimbabwe.
(Source: BARWELL et AYRE, 1982)

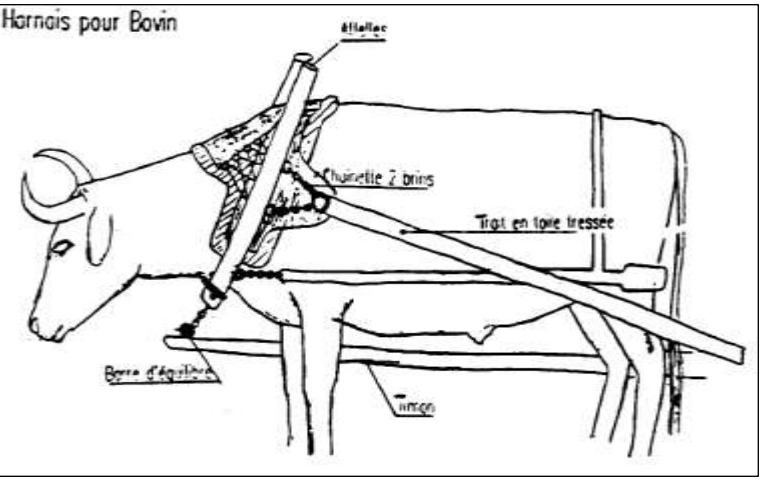


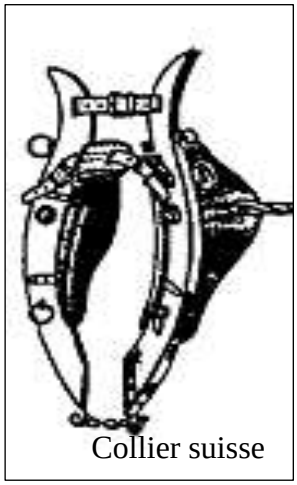
Prototype d'un collier en pneumatiques expérimenté au CTVM, à Edimbourg.
(Source: LAWRENCE, 1987)



Model de jouguet

Collier et Jouguet de garrot pour bovin

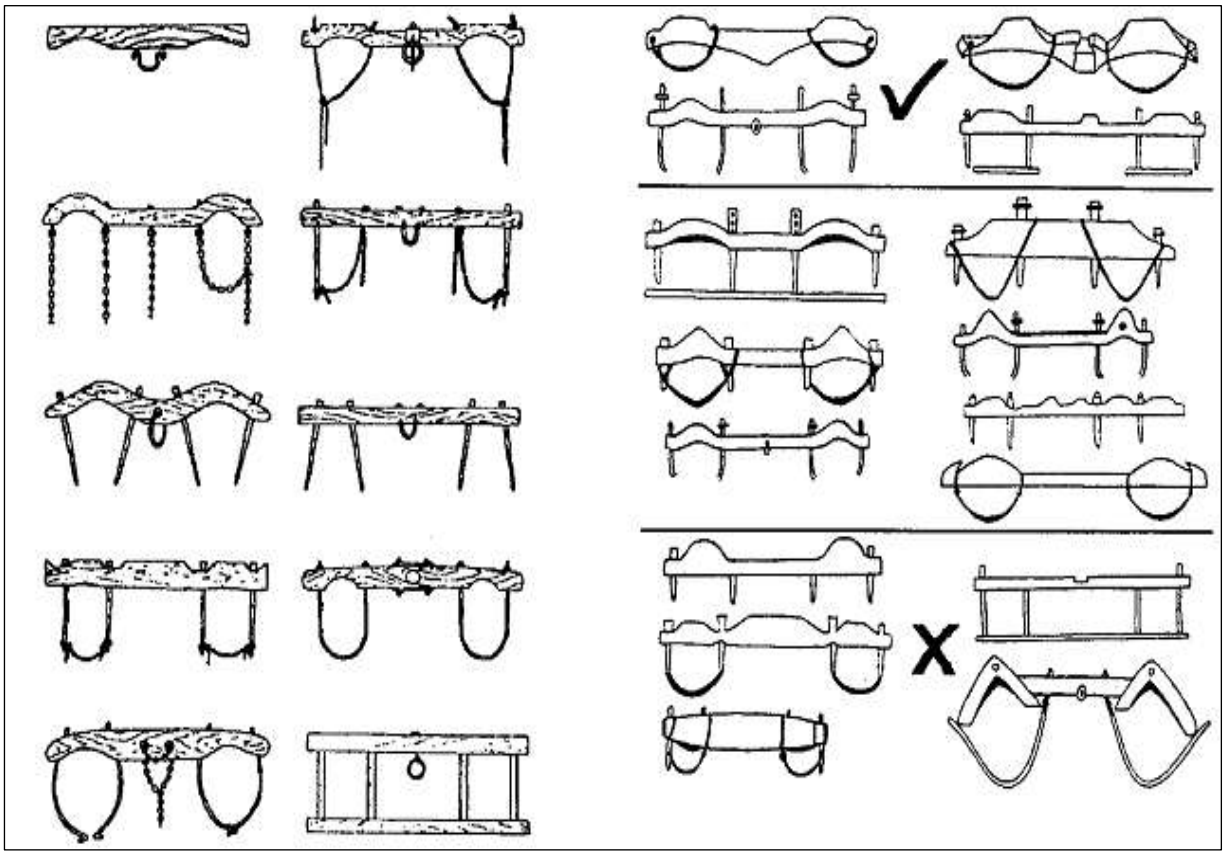




Collier suisse

Source : Le Thiec, 1990

(1) Jougs rencontrés en Afrique (2) Jougs rencontrés en Inde



Source : Viebig, 1982 ; casse et al., 1956 ; Vaugh, 1947 ; dans Starkey, 1990.

A: cheville en bois; *B: pièce de bois;*
C: chevilles centrales; *D: matelassure;*
E: courroie de nuque en cuir;
F: courroie en cuir pour la fixation du timon (G).
(Source: GOE, 1987)

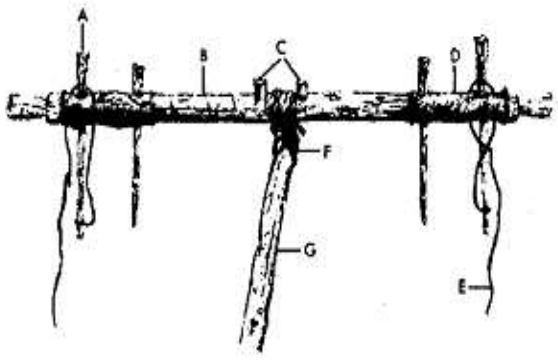
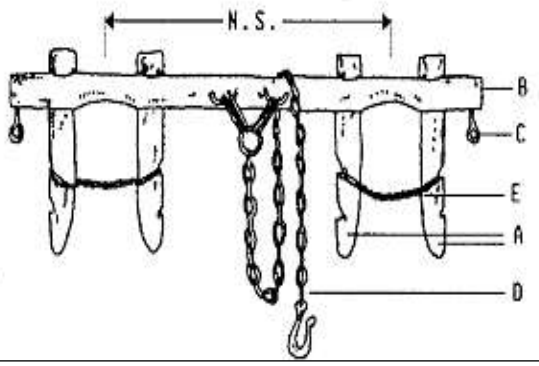
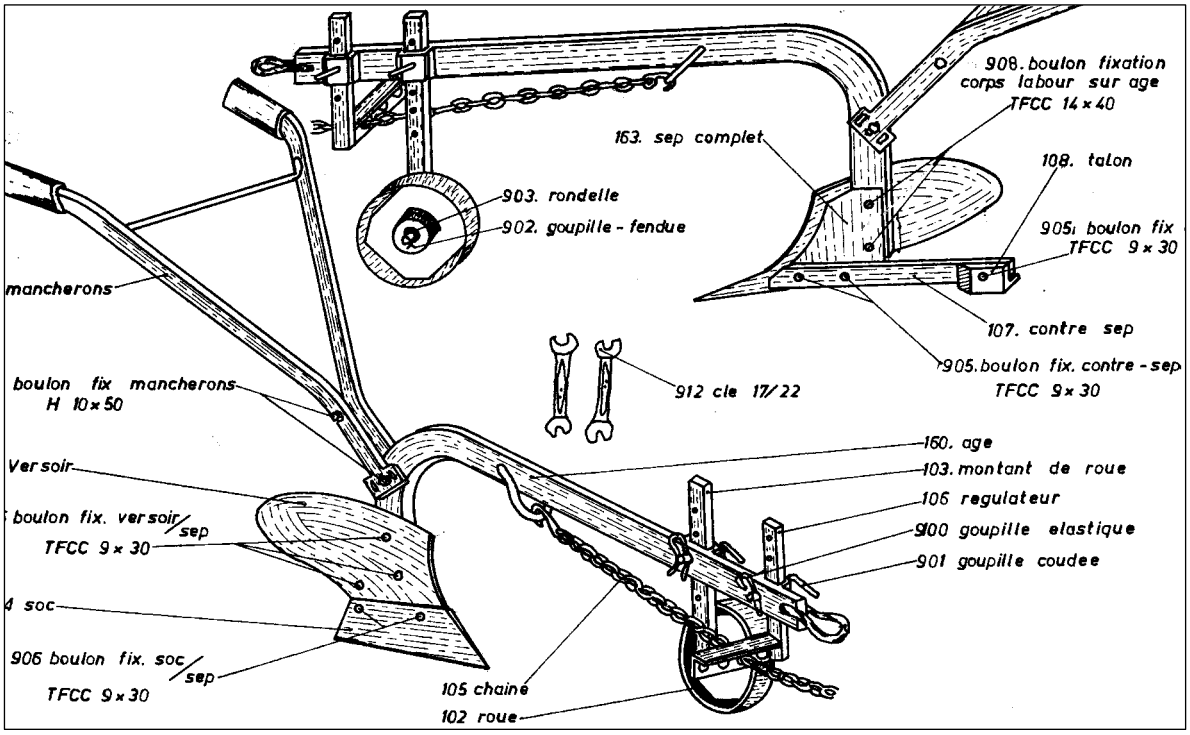


Fig. 3-9: Joug de garrot utilisé au Zimbabwe.
A: chevilles en bois; *D: chaîne d'attelage;*
B: pièce principale en bois; *E: lanières de cuir;*
C: anneaux pour les guides; *N.S: cote nominale.*
(Source: AETC, 1987)



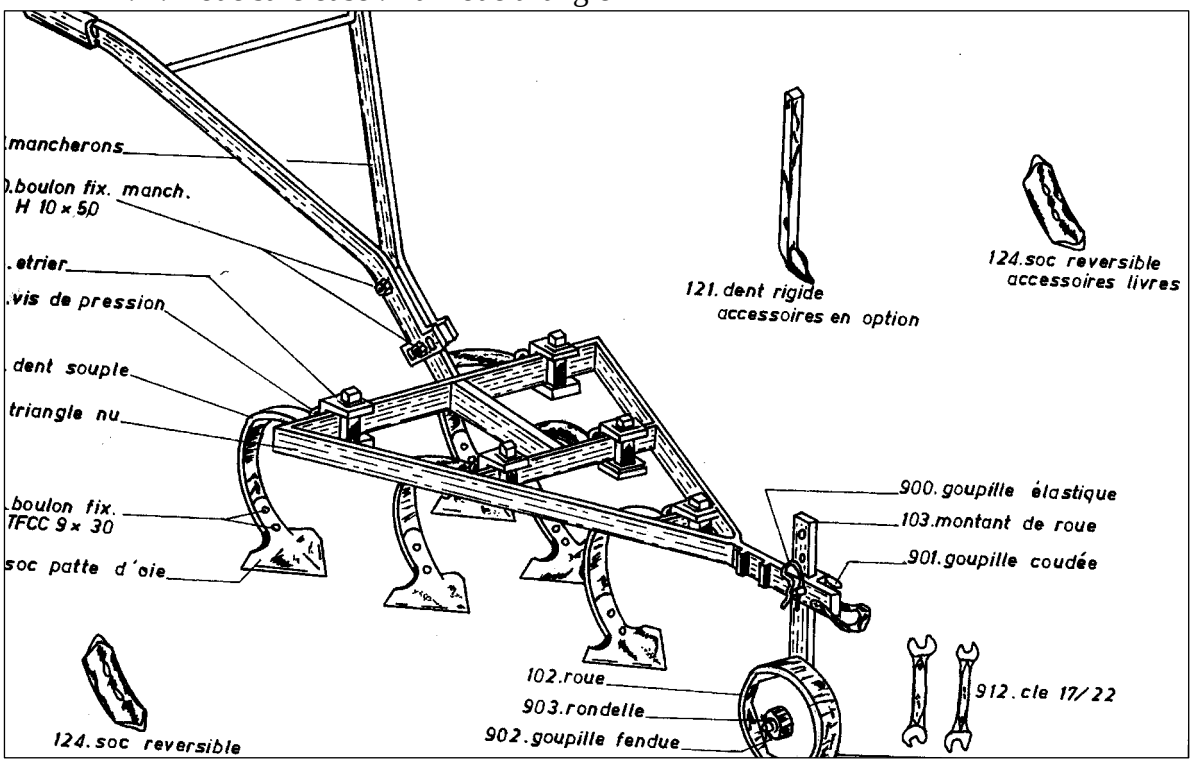
Annexe 17 : Quelques équipements de traction animale rencontrés au Burkina Faso

17.1. Charrue à soc



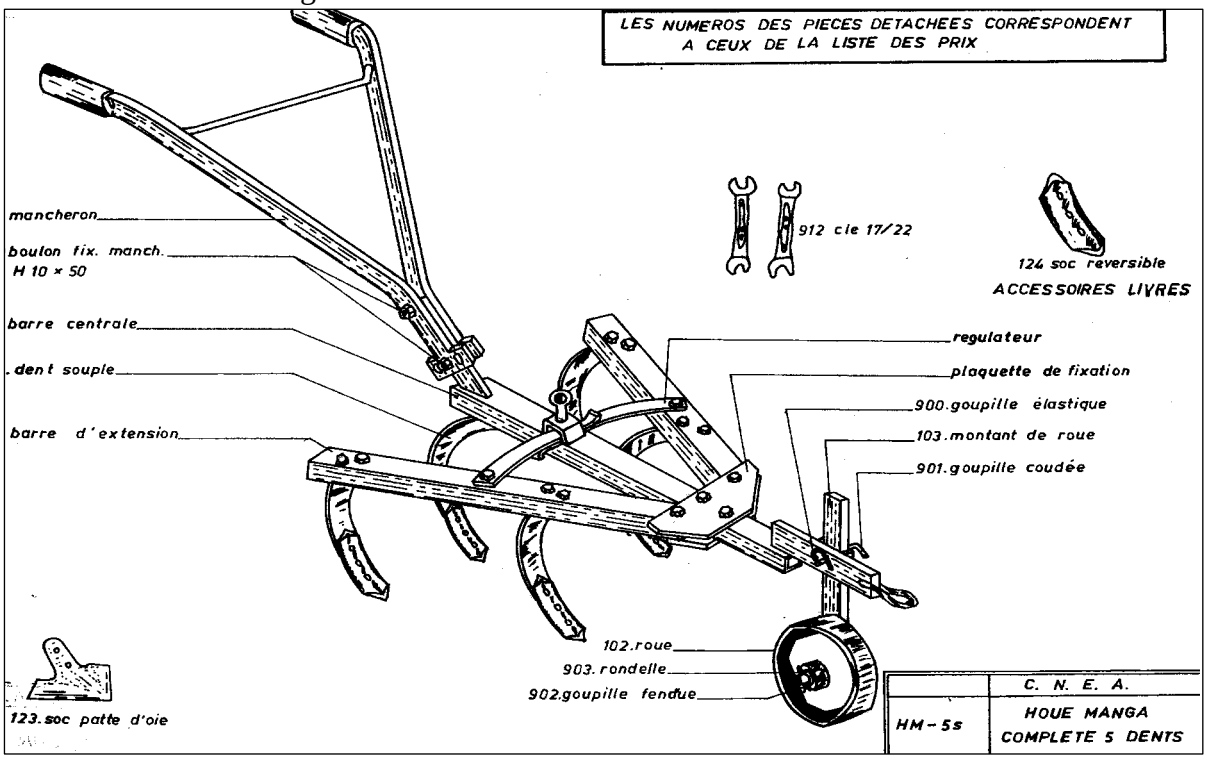
Source : MAE/CNEA, 1984

17. 2. Houe sarcleuse : La Houe triangle



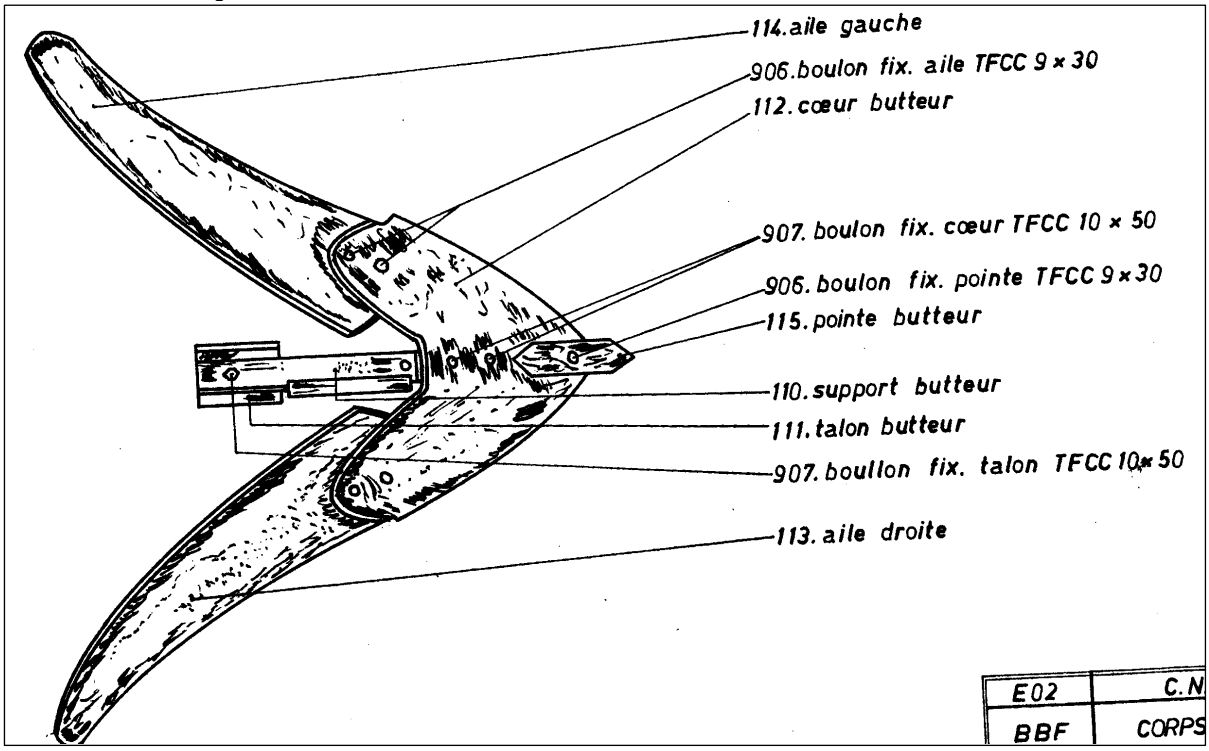
Source : MAE/CNEA, 1984

17.3. Houe manga



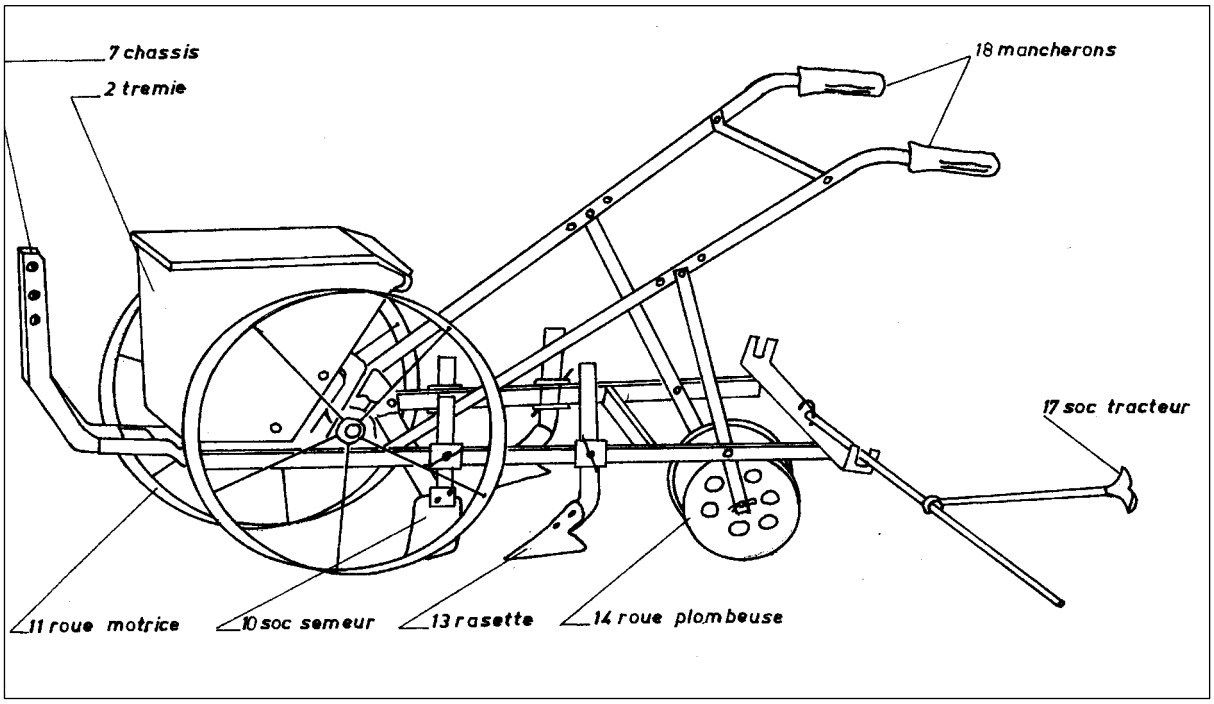
Source : MAE/CNEA, 1984

17.4. Corps butteur



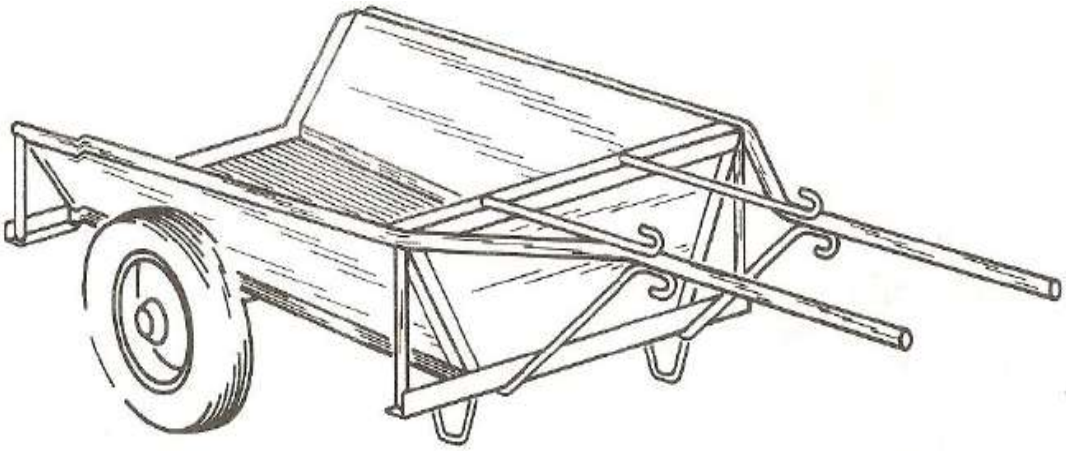
Source : MAE/CNEA, 1984

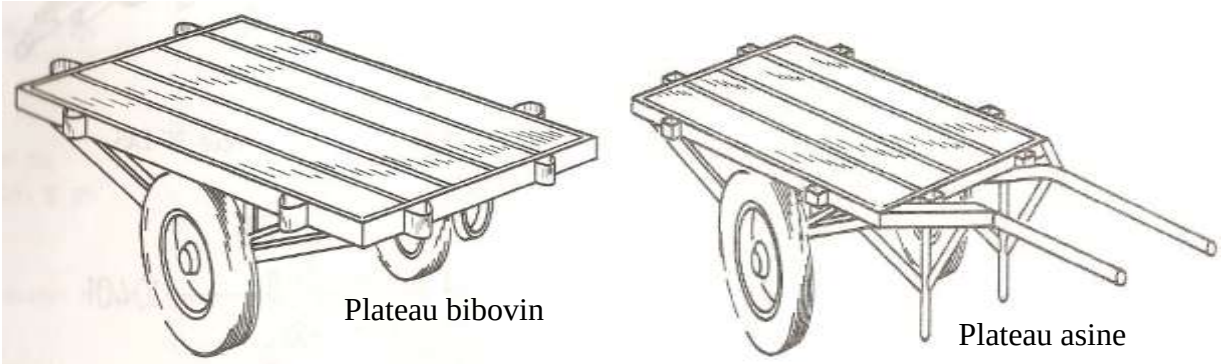
17. 5. Semoir à traction animale (Super Echo)



Source : MAE/CNEA, 1984

17. 6. Charrette tombereau (asine) et plateau (bovine et asine)





Plateau bibovin

Plateau asine

Source : MAE/CNEA, 1984

Annexe 18 : Démonstration de pose de jouguet et d'exécution de labour (1) ; forme de dressage (2); comparaison de travail entre le mono et la bibovine (3,4)



(1) Démonstration de pose de jouguet et d'exécution de labour à Sara



(2) Forme de dressage monobovin à Koumbia



(3) mesure de labour bibovin à Koumbia



(4) Mesure de labour monobovin à koumbia

Annexe 19 : Attelage monobovin inapproprié avec un bœuf de petit gabarit (1) et approprié avec des bœufs de gabarie convenable (3, 4, 5, 6)



1 Opération de buttage monobovin à Sara



2 Opération de buttage bibovin avec de petits bœufs à Sara



3 Opération de labour monobovin à Gombélédougou



4 Opération de sarclage monobovin à Gombélédougou



5 Opération de sarclage monobovin à Koumbia



6 Opération de buttage monobovin à Founzan

Source : Tapsoba 2013

Annexes 20 : Producteurs (1, 2, 3) échantillon travaillant désormais à 100% avec le monobœuf dans leurs exploitations, suite à la mort subite d'un de leurs bœuf, autre fois apparié et sauvé par notre matériel expérimental. Puis traction avec le Jouguet locale (4).



(1) Sarclage monobovin à Founzan



(2) Sarclage monobovin à Founzan



(3) Buttage monobovin à Koumbia



(4) Sarclage monobovin avec le jouguet local monobovin à koumbia