

PN-AAV-259

45741

PURDUE UNIVERSITY

**International Education and Research
International Programs in Agriculture**



TRACTION ANIMALE ET PRODUCTIVITE DES RESSOURCES: RESULTATS DE LA HAUTE VOLTA

**Présenté par:
William K. Jaeger**

**Semi Arid Food Grain and Development Program
(SAFGRAD)
Cellule d'Etude d'Exploitation Agricole
(Contrat AID/AFR-C-1472)**

Mars 1984

TRACTION ANIMALE ET PRODUCTIVITE DES RESSOURCES:

RESULTATS DE LA HAUTE-VOLTA

William K. Jaeger¹

La traction animale, ou l'utilisation d'animaux de trait pour les travaux agricoles, a été depuis longtemps reconnue comme une technologie appropriée aux petites fermes de l'Afrique de l'Ouest, où presque toutes les opérations sont effectuées manuellement avec une houe à manche court. En tant que supplément ou remplacement de la main d'oeuvre, cette forme de mécanisation s'est révélée profitable pour les agriculteurs dans d'autres régions, en augmentant la productivité du travail, en éliminant des pointes de travail saisonnier, et en augmentant directement ou indirectement les rendements. Mais tandis que ces bénéfices ont été bien documentés dans de nombreuses parties du monde, les efforts pour promouvoir la traction animale en Afrique Occidentale ont connus des succès très limités et inégaux (Sargent, et al., 1981, revue de 125 projets se rapportant à l'Afrique francophone de l'Ouest). Dès les années cinquante, de nombreux projets destinés à encourager l'adoption de la traction animale ont souvent résulté par l'abandon de la technique dans les trois à cinq années suivantes. Bien qu'un grand nombre de fermiers au Mali et au Sénégal aient commencé récemment à utiliser l'animal de trait, les expériences en Haute-Volta et ailleurs ne confirment pas l'hypothèse que cette technologie est facilement adaptable d'un bout à l'autre du Sahel. L'animal de trait est devenu un centre d'intérêt pour la recherche et la vulgarisation des nouvelles technologies appropriées aux petites exploitations, mais il existe un manque d'unanimité - et même quelques mystères - à propos des bénéfices hypothétiques et éventuellement accessibles.

BENEFICES POTENTIELS

Les bénéfices les plus souvent cités incluent: (1) un labour plus profond qui augmente les rendements grâce à un meilleur développement des plantes, associé à un ameublissement du sol, une meilleure

¹ Economiste agricole anciennement auprès de la Cellule d'Etude d'Exploitation Agricole (Purdue University) en Haute-Volta. Candidat au Doctorat, Food Research Institute, Stanford University.

infiltration et rétention de l'eau, ainsi qu'une incorporation de matériaux organiques dans le sol; (2) une productivité du travail accrue pour les travaux de labour, semis, sarclage et moisson, qui réduit les pics de travail et permet l'augmentation des surfaces cultivées; (3) une rapidité plus grande dans les travaux agricoles qui peuvent être ainsi effectués au temps opportun, résultant en une augmentation du rendement; et (4) l'amélioration de la fertilité du sol par l'emploi du fumier des animaux de trait.

Résultats Expérimentaux

Ces effets ont été établis individuellement par des résultats de recherche. Avec un labour profond, les rendements ont augmenté jusqu'à 50 % dans des parcelles expérimentales. Les accroissements de rendement associés au semis précoce et au sarclage en temps opportun sont également bien documentés. L'Institut de Recherche d'Agronomie Tropicale (cf. Sargent, 1981) a comparé au Mali les besoins en main d'oeuvre selon que les travaux sont faits manuellement ou avec un animal de trait, et a observé une réduction de 43 % avec ce dernier. Sargent (1981) remarque que ces économies de travail sont importantes pour le sarclage et le labour en sillons, mais insignifiantes pour la préparation du sol et le semis. En outre, puisque la plupart des champs de céréales sont semés directement sans aucune préparation du sol, l'introduction du labour avec traction animale augmentera très souvent l'emploi de la main d'oeuvre en ajoutant une opération culturale qui n'existait pas auparavant. En opposition à ces découvertes, Delgado (1979, 1981), à partir d'information d'une station expérimentale, inclut dans son analyse (i) une réduction du temps de travail pour la préparation du lit de semence et (ii) une augmentation pour le sarclage et la moisson.

Des analystes sceptiques suggèrent que les effets sur les rendements ne se maintiennent pas en pratique (Sargent, et al., 1981), et que les augmentations de la superficie cultivée avec traction animale sont limitées aux cas où la libération d'une contrainte a peu d'effet avant le développement d'une autre contrainte. Les besoins en main d'oeuvre pour l'entretien des animaux de trait peuvent rentrer en conflit avec ceux des périodes critiques (Delgado, 1979; Vail, 1973). Mais l'abondance de ces hypothèses et de ces résultats expérimentaux est en contraste avec le manque de résultats empiriques.

Résultats Empiriques

La polémique actuelle sur les avantages de la traction animale en Haute-Volta et ailleurs a conduit à plusieurs tentatives récentes pour fournir des résultats empiriques sur ces bénéfices obtenus par les agriculteurs. Deux études ont utilisé des analyses en coupe pour mesurer, à partir d'enquêtes rurales, les avantages prévus. L'enquête sur la production agricole, organisée récemment par Michigan State University dans l'Est de la Haute-Volta, est basée sur un échantillon stratifié des exploitations utilisant la traction humaine, asine et bovine. Les résultats n'ont pas montré de différences statistiquement significatives dans la superficie cultivée par travailleur ou dans le

rendement, sauf pour les petites parcelles de maïs où le rendement augmente avec l'emploi additionnel du fumier des animaux de trait. De même, l'analyse de régression n'a pas montré que l'utilisation de la traction animale est significativement corrélée aux rendements (Garrett, et al., 1982).

McIntire (1981) appliqua une analyse en décomposition sur les données des études ICRISAT dans les villages de Haute-Volta centrale, afin de différencier les effets de la traction animale sur le rendement, la superficie et l'assolement. Cependant, il n'a pas trouvé d'augmentation de superficie avec l'utilisation d'animaux de trait, sauf quand les différences de structure familiale étaient ignorées. Les effets sur le rendement se sont avérés négatifs. Les différences d'assolement et d'utilisation d'entrants - par exemple, les engrais - sont apparues négligeables entre les deux groupes.

Ces résultats quelque peu décourageants ont fait très peu pour dissuader les projets de recherche et de vulgarisation de mettre l'accent sur les hautes potentialités de la traction animale dans cette zone. La plupart des chercheurs qui reportent ce genre de résultats, restent encore optimistes et préfèrent offrir des explications différentes quant à l'impossibilité de démontrer, à partir des données, l'existence de bénéfices. La conclusion tirée par quelques observateurs n'est pas que ces bénéfices n'existent pas, mais plutôt qu'ils sont encore mal documentés.

LA CELLULE D'ETUDE DES SYSTEMES D'EXPLOITATION AGRICOLE²

En réponse à ce besoin d'enquête et d'analyse mieux conçues pour établir les bénéfices de la traction animale, la Cellule d'Etude des Systèmes d'Exploitation Agricole de Purdue University (Farming Systems Unit) en Haute-Volta a établi un programme qui évalue les effets de la traction animale sur l'utilisation des ressources et sur la productivité de l'exploitation agricole³.

La meilleure méthode pour obtenir des résultats empiriques sur les effets de l'usage de la traction animale consisterait à analyser, dans le temps, des échantillons de différentes petites fermes (analyse

² La Cellule d'Etude des Systèmes d'Exploitation Agricole fait partie du programme de développement et de recherche sur les céréales alimentaires en région semi-aride (SAFGRAD), OAU/CSTR. Les fonds pour cette recherche ont été fournis par le projet conjoint 31, contrat AFR-C-1472, entre Purdue University et l'Agence Américaine pour le Développement International (USAID).

³ La Cellule d'Etude (FSU) a bénéficié grandement de l'expérience, des conseils et des découvertes des études précédemment citées, pendant la conception et l'établissement de son programme de recherche.

transversale et temporelle - avant/après). L'impraticabilité d'une telle collecte de données à long-terme nous laisse l'alternative de la récolte de données "avant" sur une base de rappel. Bien que cette technique soulève le point important du biais associé à des réponses subjectives, il serait bon de souligner que c'est précisément le point de vue subjectif des personnes prenant les décisions qu'il faut considérer dans la décision d'adopter et continuer l'usage de la traction animale.

Gardant ceci en tête, la Cellule d'Etude des Systèmes d'Exploitation Agricole a choisi une approche qui combinait une enquête sur la production tout au long de la campagne agricole avec une série d'entretiens avec les agriculteurs.

Choix du Site

En 1982, FSU a étudié trois villages, dont deux, Nédogo et Diapangou, avaient un nombre suffisant de ménages utilisant la traction animale, pour permettre ce genre de comparaison transversale. Ces villages furent sélectionnés parcequ'ils étaient représentatifs d'une grande partie de la Haute-Volta. Dans chaque village, soixante ménages furent choisis au hasard et différenciés selon qu'ils utilisaient la traction animale ou seulement la main d'oeuvre.

Nédogo est un village du plateau Mossi, à trente kilomètres au Nord de Ouagadougou et a une population dense (de trente à cinquante habitants au kilomètre carré). L'échantillon est constitué de vingt-quatre exploitations sans traction animale et de trente six exploitations à traction asine. Diapangou est situé vingt kilomètres à l'ouest de Fada N'Gourma, dans la région orientale où la population est dispersée (de cinq à quinze habitants au kilomètre carré). L'échantillon de cinquante neuf ménages est constitué de onze exploitations sans traction animale, vingt et une exploitations à traction asine, et vingt sept exploitations à traction bovine (dont sept utilisent aussi la traction asine). Ces deux villages sont situés dans la région de Haute-Volta où le millet-sorgho est cultivé et où la pluviométrie moyenne est presque de 700 mm pour Nédogo and 800 mm pour Diapangou. Les cultures secondaires comprennent l'arachide, le niébé, le pois de terre, le riz et le maïs, ainsi que le soja à Diapangou.

L'agriculture dans ces villages est typique de la Haute-Volta: plus de 90 % de la production agricole est auto-consommée, et peu ou pas d'excédents sont commercialisés dans la plupart des années (bien que quelques fermiers de Diapangou mettent sur le marché des surplus significatifs). La fertilité du sol et les rendements sont faibles. La jachère est rare à Nédogo, alors qu'à Diapangou, la rotation des cultures est couramment pratiquée. Dans ces deux villages, les résidus de culture sont utilisés pour maintenir la fertilité du sol.

Cependant, ces deux villages ne sont pas représentatifs des autres régions dans le sens que, près de la moitié des exploitations familiales utilisent ou ont utilisé la traction animale. Bien que cette différence

limite les possibilités d'extrapolation des résultats, l'uniformité interne des comparaisons entre la présence ou l'absence de traction animale ne devrait pas être affectée. Les taux plus élevés d'utilisation sont expliqués davantage par l'influence des programmes de vulgarisation et de crédit, que par quelque anomalie agronomique.

Méthodologie de l'Enquête sur la Production

Chaque famille fut interviewée deux fois par semaine par des enquêteurs voltaïques au sujet des apports en main d'oeuvre et en matériels pour chaque champ (à l'exception d'un petit sous-échantillon de cultures mineures). Chaque champ fut mesuré et les récoltes pesées. Les coefficients de battage et les poids secs furent calculés en séchant et battant un échantillon provenant de tous les champs principaux.

Interviews des Exploitants Agricoles

En plus de l'enquête sur la production agricole, des interviews poussés des agriculteurs furent conduits dans les exploitations sélectionnées et se rapportent à deux catégories d'information: premièrement, ils font découvrir les perceptions des exploitants concernant les changements dans l'utilisation des ressources et dans la productivité après adoption de la traction animale (par exemple, cultivent-ils plus de terre après qu'avant ?); deuxièmement, ils permettent d'enregistrer les opinions des exploitants concernant les bénéfices potentiels et actuels de la traction animale (par exemple, leur estimation d'amélioration des rendements pour le sorgho, associée au labour).

RESULTATS DES INTERVIEWS

Les résultats de ces interviews sont comparés aux résultats obtenus sur la production agricole, mais ont été aussi largement employés dans l'élaboration des principales hypothèses concernant la traction animale en Haute-Volta. Une liste de ces hypothèses apparaît ci-dessous:

1. Les augmentations de rendement associées à la traction animale sont principalement dues au labour; ces effets sont plus importants dans le cas de labour avec traction bovine que dans le cas de labour moins profond avec traction asine.
2. Les accroissements potentiels des superficies avec traction animale sont principalement dus à l'augmentation de la productivité du travail lors des opérations de sarclage.
3. Les problèmes associés aux pointes de travail peuvent être exacerbés quand le labour entraîne un retard dans le semis et le premier sarclage. Le labour tout seul peut, en fait, entraîner une

réduction de la surface cultivée pour deux raisons: (i) le labour, au début des premières pluies, remplace le semis direct et peut retarder ainsi la date des semis et réduire la période durant laquelle il est possible de semer, et (ii) si les mauvaises herbes n'ont pas encore germé, le labour peut accélérer leur croissance, et réduire encore davantage la période des semis en avançant le moment où les semis doivent céder la place aux opérations de sarclage. De plus, des semis tardifs augmentent le risque d'obtenir des bas rendements dus au stress hydrique de fin de saison.

4. La traction animale permet l'utilisation plus productive des enfants, et ainsi la réduction des contraintes sur le travail des adultes pendant les périodes critiques.
5. La répartition critique dans la saison des différentes opérations avec traction animale, qui sont ici associées avec une saison courte et une production dépendante des pluies, réduit le potentiel pour le développement des marchés de location, et limite ainsi les avantages pour les petits exploitants.
6. Il existe des économies d'échelle associées à la traction animale.
7. La traction animale et les technologies pour conserver la fertilité et l'humidité des sols telles que les engrais azotés et la culture en billons, sont complémentaires.
8. Les augmentations actuelles de production peuvent être différentes des augmentations potentielles à cause de l'effet des revenus associé à la productivité croissante de la main d'oeuvre: les exploitants peuvent choisir de travailler moins, tout en maintenant ou augmentant le niveau global de production.
9. La productivité accrue des facteurs de production, utilisés en combinaison avec la traction animale, conduit à une allocation plus importante de ces facteurs aux cultures de vente.
10. Le coût d'opportunité de l'investissement en animaux de trait représente, pour de nombreux petits exploitants, le sacrifice des bénéfices qui auraient pu être dérivés de l'investissement en bétail plus "disponible", tel que la chèvre et le mouton qui sont utilisés comme une forme d'assurance et une réserve de fonds.
11. L'entretien des animaux de trait ne présente pas de problèmes majeurs, sauf pour les ménages de très petite taille, qui ont peu de main d'oeuvre fournie par des enfants.
12. En labourant une partie de leurs champs, les exploitants peuvent réduire les manques critiques de main d'oeuvre au moment du sarclage en échelonnant cette opération, puisque la surface labourée exigera généralement un sarclage plus tardif. Mais ceci n'est réalisé que si les premières pluies ont provoqué la pousse des mauvaises herbes avant le labour.

En général, les exploitants s'attendent à des avantages considérables de l'utilisation de la traction animale. Cependant, les réponses à propos de l'augmentation, dans le temps, des superficies cultivées n'ont pas été concluantes: bien que presque tous les exploitants aient reporté avoir cultivé plus de terre qu'avant l'adoption de la traction animale, la plupart ont augmenté aussi bien le nombre de travailleurs actifs, et d'autre part, les exploitants sans traction animale ont donné les mêmes réponses. Il y a eu cependant une augmentation notable des excédents mis sur le marché: tous les exploitants de Diapangou et 75 % des exploitants de Nédogo qui utilisent la traction animale, ont rapporté vendre davantage de la récolte du champ principal en millet qu'avant l'adoption de la traction animale. Les récoltes des champs individuels sont aussi plus souvent commercialisées; cette augmentation concerne principalement le millet, suivi de l'arachide, et à Diapangou, du soja.

Dans les deux villages, le premier sarclage semble être la principale période de pointe pour la main d'oeuvre, suivie par le semis à Nédogo et le labour à Diapangou. La traction animale semble avoir déplacé ces contraintes sur la main d'oeuvre de l'exploitant. Il a été demandé aux agriculteurs d'indiquer l'activité dans laquelle le manque de main d'oeuvre restreignait leur possibilité d'augmenter leur production, avant comme après l'adoption de la traction animale. Les résultats sont présentés dans le tableau 1. A Nédogo, le labour n'est pas normalement réalisé. Même avec la traction animale, le tracage des sillons et la scarification superficielle avec la "Houe Manga" sont les seules activités de préparation du sol (la Houe Manga est un outil à usage multiple avec des dents et des crochets pour la scarification et le travail du sol entre les rangs). L'usage de la Houe Manga semble avoir diminué d'une manière substantielle l'obligation du premier sarclage: deux tiers des exploitants avec traction animale ont rapporté que la main d'oeuvre n'est plus une contrainte. A Diapangou, la traction animale semble faciliter le labour, et réduire la contrainte du premier sarclage. Le semis fut le plus fréquemment cité comme l'activité où le manque de travail est critique, probablement parce que le labour réduit la période pendant laquelle le semis peut être effectué. La mécanisation du semis et de la récolte est rare en Haute-Volta.

Le tableau 2 résume les opinions des exploitants au sujet de la productivité des facteurs avec la traction animale. Les augmentations de rendement causées par le labour sont considérées comme étant les plus importantes pour le maïs et l'arachide, suivis par le sorgho et le millet. Les exploitants comptent effectuer les opérations de sarclage deux fois plus vite avec la traction asine que manuellement, et une fois et demi avec la traction bovine. Apparemment, les boeufs sont capables de labourer deux fois plus de terre par jour que les ânes, mais il semble que le labourage moins profond avec les ânes puisse être effectué dans un sol plus sec. (A Nédogo, la scarification superficielle est réalisée aussi bien avec la traction asine qu'avec la traction bovine à un seul animal.)

TABLEAU 1

ACTIVITE PERCUE PAR LES AGRICULTEURS COMME LA PLUS CONTRAIGNANTE

	<u>Labour</u>	<u>Semis</u>	<u>Premier Sarclage</u>	<u>Second Sarclage</u>	<u>Travail non Contraignant</u>
<u>DIAPANGO</u>					
Avant Adoption de la Traction Animale (n = 48)	43 %	11 %	66 %	19 %	0 %
Après Adoption de la Traction Animale (n = 48)	6 %	38 %	49 %	21 %	9 %
Sans Traction Animale (n = 11)	36 %	36 %	55 %	0 %	0 %
<u>NEDOGO</u>					
Avant Adoption de la Traction Animale (n = 36)	--- ^a	36 %	81 %	0 %	3 %
Après Adoption de la Traction Animale (n = 36)	---	14 %	25 %	0 %	67 %
Sans Traction Animale (n = 24)	---	30 %	70 %	0 %	0 %

Note: Les totaux dépassent 100 % à cause des réponses multiples. Le semis et le premier sarclage sont souvent cités ensemble.

^a Le labour n'est pas pratiqué ici. Des ânes tractant des outils ajustables sont parfois utilisés pour scarifier le champ avant le semis.

TABLEAU 2

TRACTION ANIMALE ET PRODUCTIVITE DES RESSOURCES

REPNSES SUBJECTIVES DES EXPLOITANTS

	NEDOGO (n=36)	DIAPANGO (n=48)
Augmentation du Rendement espéré avec le Labour		
Millet	20 % - 50 %	20 % - 50 %
Sorgho	10 % - 60 %	30 % - 60 %
Mais	50 % - 150 %	20 % - 50 %
Arachide	20 % - 100 %	50 % - 100 %
Un champ, demandant dix jours de sarclage manuel, demande combien de jours avec:		
Traction Asine?	5 jours	4 - 6 jours
Traction Bovine?	3 jours (un seul boeuf)	2 - 4 jours
Un champ, demandant cinq jours de labour avec un boeuf, demande combien de jours avec un âne?	7 - 8 jours	8 - 12 jours
Nombre d'heures par jour où les animaux peuvent labourer:		
Ane?	4 - 6 heures	3 - 4 heures
Boeuf?	7 - 8 heures	4 - 5 heures
Nombre de jours après une bonne pluie où le labour est possible avec:		
Traction asine?	3 - 5 jours	4 jours
Traction bovine?	4 - 6 jours	3 jours
Nombre d'heures par jour où les animaux peuvent sarcler:		
Ane?	5 - 7 heures	4 heures
Boeuf?	6 - 8 heures	5 heures

RESULTATS DE L'ENQUETE SUR LA PRODUCTION AGRICOLE

Les données en coupe transversale, contenues dans les enquêtes du Farm System Unit en 1982, sont examinées de cinq façons distinctes, mais interdépendantes, pour mettre en évidence les bénéfices de la traction animale. Premièrement, la superficie cultivée est comparée pour chaque culture (totalité des superficies et sa répartition par culture). Deuxièmement, les rendements sont comparés entre les groupes. Troisièmement, la production totale par culture, qui intègre les effets nets des différences en rendement et en surface, est analysée. Quatrièmement, la production totale est évaluée avec les prix de vente au moment de la récolte, afin de comparer les effets directs de la traction animale sur le revenu agricole. Finalement, l'utilisation de la main d'oeuvre est comparée dans les sous-échantillons, afin de mettre en évidence les changements dans l'emploi du travail familial.

Effets de la Superficie

Les tableaux 3 et 4 comparent les moyennes arithmétiques des surfaces cultivées pour chaque culture. Les cultures mineures occupant moins de 1 % des terres sont exclues. Les champs avec plusieurs cultures associées sont classifiés selon la culture principale.

A Nédogo, où la Houe Manga est principalement utilisée pour le sarclage, un travailleur cultive en moyenne 1,23 hectares dans les exploitations avec traction asine, mais 0,94 hectares dans celles sans traction animale. Cette augmentation de 32 % est significative au seuil de 0,01, et résulte de l'augmentation des surfaces en millet, sorgho blanc, maïs et arachides. L'assolement des deux groupes est presque identique, sauf pour une petite substitution du sorgho rouge par le sorgho blanc dans les exploitations à traction animale.

A Diapangou, où le labour est plus répandu et où seulement 60 % des exploitations à traction animale possèdent des équipements pour le sarclage, aucune augmentation de la surface cultivée par travailleur n'est observée. Des augmentations en surface cultivée par exploitation sont observées pour le millet/sorgho, le maïs et les arachides, mais elles sont attribuables au nombre plus grand de travailleurs dans les exploitations avec traction animale. La proportion plus petite de superficie cultivée en millet dans les exploitations avec traction animale s'accompagne d'une augmentation de celles cultivées en sorgho blanc, arachides, riz et soja. Ceci indique une substitution des cultures vivrières par des cultures de vente.

Effets du Rendement

Les tableaux 5 et 6 comparent les rendements pour les deux villages. Les résultats pour Nédogo montrent une diminution des rendements pour le sorgho blanc, et une augmentation identique (mais pas

TABLEAU 3
UTILISATION DE LA TERRE ET ASSOLEMENT, NEDOGO

	Manuelle (n = 24)		Traction Asine (n = 36)		Différence
	Superficie	%	Superficie	%	
Millet	2.74	62.0	5.20	63.0	2.46***
Sorgho Blanc	0.68	15.4	1.51	18.5	0.83***
Sorgho Rouge	0.56	12.7	0.71	8.6	0.15
Mais	0.09	2.0	0.20	2.4	0.11***
Arachides	0.24	5.4	0.45	5.5	0.21***
Pois de Terre	0.08	1.8	0.10	1.2	0.03
Riz	0.02	0.5	0.01	0.1	0.01
Total	4.41	100.0	8.18	100.0	3.77***
Trav. Actifs/Exploitation	4.71		6.64		
Surface moyenne/Travailleur	0.94		1.23		0.3** (Augment. de 32%)

Niveaux de Signification : * = 0.1; ** = 0.05; *** = 0.01.

TABLEAU 4
UTILISATION DE LA TERRE ET ASSOLEMENT, DIAPANGO

	Manuelle (n = 11)		Traction Asine (n = 21)			Traction Bovine (n = 27)		
	Superficie	%	Superficie	%	Différence	Superficie	%	Différence
Millet/ Sorgho	4.48	89.1	5.59	75.0	1.10	6.27	81.2	1.79
Sorgho Blanc	0.14	2.8	0.87	11.7	0.73*	0.25	3.2	0.11
Maïs	0.14	2.8	0.17	2.3	0.03	0.28	3.6	0.14**
Arachides	0.18	3.5	0.45	6.0	0.27	0.58	7.5	0.40*
Pois de Terre	0.03	0.6	0.04	0.5	0.01	0.06	0.8	0.03
Riz	0.01	0.2	0.13	1.8	0.12	0.07	0.9	0.06
Soja	0.05	1.0	0.20	2.7	0.15	0.22	2.9	0.17
Total	5.03	100.0	7.45	100.0	2.42	7.73	100.0	2.70
Trav. Actifs/ Exploitation	4.36		6.38			7.63		
Superficie/ Travailleur	1.15		1.17		0.02	1.01		-0.14

Signification: * = 0.1; ** = 0.05; *** = 0.01.

statistiquement significative) pour le sorgho rouge⁴.

Les effets du rendement sont plus prononcés à Diapangou. Des augmentations statistiquement significatives sont observées pour le sorgho blanc, le millet-sorgho, le maïs et les arachides. Une importante réduction des rendements du soja est observée dans les exploitations à traction asine. (Cependant, la comparaison est discutable puisque l'échantillon des exploitations sans traction animale ne contient que six observations pour une superficie totale de 0,55 hectares. De même, pour le sorgho blanc et les arachides, le nombre de ces exploitations est faible.)

Production Agricole Totale

Les différences en poids récoltés, entre les catégories d'exploitations, devraient être proche de la multiplication des deux effets présentés ci-dessus (effet de surface et effet du rendement). Les différences actuelles, qui sont présentées dans les tableaux 7 et 8, vont diverger des différences calculées pour deux raisons. La première est que les cultures combinées sont représentées ici séparément, quand elles sont récoltées et pesées séparément; et la deuxième est que le produit du rendement moyen et de la surface moyenne sera différent de la moyenne du produit du rendement et de la surface si ces deux termes sont corrélés⁵. La mesure choisie est la plus directe: additionner le poids récolté par culture et par exploitation.

En dépit des différences des effets de surface et de rendement entre les deux villages, les effets globaux sur la production par travailleur sont étonnamment similaires: les deux villages montrent (i) des augmentations significatives de production pour le millet, le millet-sorgho, le maïs et les arachides, (ii) une réduction pour les pois de terre (mais pas statistiquement significative) et (iii) pas de changement pour la quantité de niébes récoltée par travailleur. A

⁴ Dans chaque exploitation, les rendements moyens ont été corrigés par la surface respective du champ, mais les rendements moyens pour chaque groupe sont les moyennes arithmétiques de ces rendements moyens par exploitation. Les cultures mineures en association ainsi que les cultures de tourière sont ignorées. Les récoltes sont additionnées quand les céréales sont cultivées en association.

⁵

$$1/n \left(\sum_{i=1}^n a_i b_i \right) \neq 1/n \left(\sum_{i=1}^n a_i \right) \left(\sum_{i=1}^n b_i \right)$$

où: $\text{corr}(ab) \neq 0$

a_i = Rend. (Kg/Ha) pour le champ i

b_i = Surf. (Ha) du champ i

TABLE 5
 RENDEMENTS PAR TECHNOLOGIES DE LABOUR A NEDOGO
 (Kilogrammes / Hectare)

	Labour Manuel	Traction Asine		
	Rendement moyen	Rendement moyen	Différence	Diff. %
Millet	350 (n=24)	336 (n=36)	-14	-4,0 %
Sorgho Blanc	515 (n=19)	343 (n=30)	-172**	-33,4 %
Sorgho Rouge	421 (n=20)	578 (n=32)	157	37,3 %
Mais	1140 (n=24)	971 (n=35)	-169	-14,8 %
Arachides	502 (n=24)	435 (n=36)	-67	-13,4 %

Niveau de Signification: ** = 0,05

TABLEAU 6

RENDEMENTS PAR TECHNOLOGIE, DIAPANGO
(Kg./Ha.)

	Manuelle	Traction Asine			Traction Bovine		
	Rend. (n)	Rend. (n)	Différence	%	Rend. (n)	Différence	%
Millet/Sorgho	329 (n=11)	403 (n=21)	74*	22%	391 (n=26)	62*	19%
Sorgho Blanc	171 (n=5)	428 (n=13)	256	150%	368 (n=9)	197*	115%
Maïs	1429 (n=11)	1636 (n=21)	208	15%	1879 (n=26)	451**	32%
Arachides	256 (n=6)	519 (n=19)	263***	102%	548 (n=20)	292**	114%
Soja	762 (n=6)	297 (n=18)	-465***	-61%	764 (n=19)	2	0.3%

Signification: * = 0.1; ** = 0.05; *** = 0.01.

TABLE 7
 PRODUCTION PAR TRAVAILLEUR A NEDOGO

	Labour Manuel (n=24)	Traction Asine (n=36)		
	Kg. / Travailleur	Kg. / Travailleur	Différence	Diff. %
Millet	190,8	262,6	71,9 ^{***}	38
Sorgho Blanc	83,2	71,6	-11,6	-14
Sorgho Rouge	57,6	49,5	-8,1	-14
Mais	15,4	24,1	8,7 ^{**}	56
Arachide	17,0	23,6	6,6 [*]	39
Noix de Bambara	8,5	2,2	-6,3	-74
Niébé	7,5	7,7	0,2	3

Niveau de Signification: * = 0,1 ; ** = 0,05 ; *** = 0,01

TABLEAU 8

PRODUCTION PAR TRAVAILLEUR, DIAPANGO

	Manuelle (n = 11)	Traction Asine (n = 21)		Traction Bovine (n = 27)			
	Kg/ Trav.	Kg/ Trav.	Différence	%	Kg/ Trav.	Différence	%
Millet/Sorgho	294.3	454.7	160.4**	54.0%	416.2	121.9*	41.0%
Maïs	42.2	46.5	4.3	10.2%	74.1	31.9**	75.6%
Arachides	6.7	27.0	20.3***	303.0%	27.5	20.8**	310.0%
Pois de Terre	6.8	5.6	-1.15	-16.9%	3.35	-3.4	-50.0%
Niebe	44.6	51.5	6.9	15.5%	44.7	0.1	0.2%
Soja	6.5	7.2	0.7	10.7%	7.21	0.71	10.9%

Signification: * = 0.1; ** = 0.05; *** = 0.01.

Nédogo, bien que la production de millet par travailleur a augmenté par 38 %, la production de sorgho rouge et blanc a diminué (mais pas d'une manière statistiquement significative), résultant en une nette augmentation de 16 % pour le millet et les deux types de sorgho.

Utilisation du Travail

Les augmentations en production totale par travailleur ne sont pas suffisantes pour conclure que la traction animale affecte directement la productivité du travail ou de la terre. Les changements dans l'utilisation du travail ou d'autres entrants associés avec un des deux sous-échantillons conduiraient à des conclusions éronnées. Les effets de revenu et/ou de substitution, dûs aux changements dans la productivité du travail, peuvent conduire à des augmentations ou des diminutions du nombre d'heures de travail pour chaque membre du ménage. Si il était observé dans l'échantillon d'exploitations avec traction animale qu'un plus grand nombre d'heures par personne était passé aux opérations de sarclage, il deviendrait plus difficile de maintenir qu'une augmentation des surfaces cultivées est causée par la productivité plus élevée du travail, plutôt que par une simple augmentation de la quantité totale de travail (diminution des loisirs).

Cependant, les comparaisons dans le tableau 9 montrent que, en aucun cas, la quantité de travail par membre du ménage n'a augmenté d'une manière significative dans les exploitations à traction animale, et que même dans plusieurs cas, elle a diminué. La combinaison de cette observation avec les augmentations en production agricole par travailleur mentionnées auparavant permet de supporter l'hypothèse que la traction animale améliore la productivité du travail. De plus, ceci entraîne que le effet du revenu, associé à cette augmentation de la productivité du travail, domine l'effet de substitution dans le choix travail-loisir. Mais, le tableau 9 ne supporte pas l'hypothèse que la traction animale conduit à une substitution du travail des adultes par celui des enfants.

Revenu Agricole

Afin de combiner les deux effets de rendement et de superficie associés à la traction animale, la production de chaque culture a été évaluée avec le prix au moment de la récolte, dans les villages respectifs (en utilisant les moyennes de trois mois, commençant par la récolte précoce), et ensuite, les valeurs de la production par travailleur ont été comparées pour les différentes catégories d'exploitations. Les variations présentées dans le tableau 10 sont significatives pour toutes les catégories. Le fait que l'augmentation la plus importante soit observée pour les exploitations de Diapangou avec traction asine (bien qu'elle ne soit pas vraiment différente de celle observée pour les exploitations avec traction bovine) est quelque peu surprenant.

TABLEAU 9
 NOMBRE D'HEURES MOYEN POUR LES OPERATIONS PRINCIPALES
 PAR TRAVAILLEUR ACTIF

	<u>NEDOGO</u>					
	Homme		Femme		Enfants ^a	
	Manuel	Traction Animale	Manuel	Traction Animale	Manuel	Traction Animale
	(n=24)	(n=36)	(n=24)	(n=36)	(n=12)	(n=29)
Labour	17,3	13,1*	20,6	11,1***	6,9	9,8
Semis	55,8	49,3	76,4	76,3	37,1	40,4
Premier Sarclage	225,0	196,9	217,2	200,9	82,5	124,4
Second Sarclage	132,2	130,1	120,4	113,1	44,2	79,1*

	<u>DIAPANGO</u>					
	Homme		Femme		Enfants ^a	
	Manuel	Traction Animale	Manuel	Traction Animale	Manuel	Traction Animale
	(n=11)	(n=48)	(n=11)	(n=48)	(n=8)	(n=40)
Labour	74,5	70,7	37,0	31,5	37,5	57,5
Semis	93,8	45,9***	77,2	92,0	45,1	40,2
Premier Sarclage	239,1	202,4	144,4	143,5	166,5	101,9*
Second Sarclage	316,2	203,2**	185,6	120,8**	189,9	95,0***

^a Les enfants sont des travailleurs actifs âgés de moins de 15 ans.

TABLEAU 10
VALEUR DE LA PRODUCTION PAR TRAVAILLEUR
(en francs CFA)^a

NEDOGO

	Manuel ----- (n=24)	Traction Asine ----- (n=31)	Traction Bovine -----	Traction Asine & Bovine ----- (n=5)
(A) Revenu / Trav.	24 422	28 418 [*]	---	31 862 [*]
(B) Difference	---	4 473 [*]	---	7 439 [*]
(C) %	---	18,3%	---	30,4%
(D) Trav./Exploitation	4,71	6,45	---	7,8
(E) Diff./Trav x No. de Trav. (D x B = E)	---	28 850	---	58 024

DIAPANGO

	Manuel ----- (n=11)	Traction Asine ----- (n=21)	Traction Bovine ----- (n=20)	Traction Asine & Bovine ----- (n=7)
(A) Revenu / Trav.	22 191	32 670	31 196	29 556
(B) Difference	---	10 479 ^{***}	9 004 ^{**}	7 358 [*]
(C) %	---	47%	40%	33%
(D) Trav./Exploitation	4,36	6,38	7,50	8,0
(E) Diff./Trav x No. de Trav. (D x B = E)	---	66 856	67 530	58 864

Niveau de Signification: * = 0,1 ; ** = 0,05 ; *** = 0,01

Supposant alors que les augmentations associées avec la traction animale soient attribuables à la traction animale, on peut multiplier les différences par travailleur par le nombre moyen de travailleurs par exploitation pour estimer les bénéfices de la traction animale dans chaque catégorie d'exploitations. Dans ce cas, la traction bovine est légèrement en tête à Diapangou, par rapport à la traction asine; les résultats montrent une augmentation de 67 500 francs CFA dans le revenu agricole pour les exploitations avec une paire de boeufs, et 66 900 francs CFA pour celles avec un seul âne. Puisque les catégories d'exploitations ont été définies sans référence au nombre d'années d'expérience avec la traction animale, les bénéfices potentiels de la traction animale après plusieurs années d'expérience seront sous-estimés.

Bien que des comparaisons groupées de cette sorte offrent des arguments en faveur de la traction animale, ils ne sont que des moyens grossiers pour mesurer les différentes productivités du travail. Une approche plus directe et plus perspicace capturerait la relation entre entrants et sortants grâce à une analyse de régressions. Puisque ni la terre, ni le capital ne jouent un rôle économique significatif dans la fonction de production, la spécification appropriée est simplement la régression du revenu sur les cinq différents types de travail (la terre n'a pas de valeur de marché, elle est abondante dans la plupart du pays, et il serait impossible d'évaluer sa valeur à cause des variations qualitatives. Le capital est pratiquement inexistant, sauf pour la traction animale, où il est inclus implicitement dans les entrants de travail.) Les coefficients obtenus vont représenter les valeurs marginales et moyennes de ces entrants, puisque les relations sont linéaires et passent par l'origine.

Les résultats du tableau 11 laissent peu de doute quant aux différences substantielles de productivité entre les entrants de main d'oeuvre et ceux de la traction animale. Dans les deux villages, la traction asine est approximativement six fois plus productive que la main d'oeuvre d'adulte, et la traction bovine à Diapangou, sept fois. En prenant en compte le nombre de travailleurs qui dirigent les attelages, il apparaît que deux adultes sont à peu-près trois fois plus productifs quand ils travaillent avec des animaux de trait que manuellement.

La validation de ces résultats peut être obtenue avec deux tests évidents. D'abord, la théorie économique prédit que ces coefficients, représentant la valeur du produit marginal, seront égaux aux salaires et aux loyers actuels. Ils coïncident avec une précision étonnante. Les salaires moyens, observés à Diapangou et à Nédogo, étaient respectivement de 36 et 45 francs CFA par heure. La location d'animaux de trait était presque 300 francs CFA par heure. D'autre part, ces estimations correspondent plutôt bien aux productivités relatives, qui étaient implicites dans les réponses des exploitants interrogés.

Le contraste des coefficients concernant le travail des enfants dans les deux villages est quelque peu surprenant. Cependant, en groupant

TABLEAU 11

REGRESSIONS SUR LES REVENUS AGRICOLES
VARIABLE DEPENDANTE: VALEUR DE LA PRODUCTION AGRICOLE^a

NEDOGO

	Coefficient ----- 0 ^b	t (loi de Student) -----
Constante		
Main d'Oeuvre (heures)		
Homme ^c	40,3	3,0***
Femme	43,1	3,9***
Enfant ^d	48,1	2,8***
Traction Asine (heures)	271,1	5,9***
Traction Bovine (heures)	143,2	2,2**

$$R^2 = 0,93$$

$$F = 151$$

$$n = 60$$

DIAPANGO

	Coefficient ----- 0 ^b	t (loi de Student) -----
Constante		
Main d'Oeuvre (heures)		
Homme ^c	58,1	4,0***
Femme	50,4	4,7***
Enfant ^d	-14,0	-0,7***
Traction Asine (heures)	398,7	3,8***
Traction Bovine (heures)	428,6	4,5**

$$R^2 = 0,90$$

$$F = 95$$

$$n = 59$$

^a Les récoltes sont évaluées avec les prix à la moisson

^b La droite de la régression est contrainte de passer par l'origine, puisque logiquement, l'absence d'entrants doit entraîner l'absence de production.

^c La variable "main d'oeuvre" ne comprend pas les heures passées à diriger les animaux. Un attelage d'ânes nécessite 2 personnes, et un de boeufs, 3 personnes.

^d Les enfants sont des travailleurs actifs age de moins de 15 ans.

Niveaux de Signification: * = 0,1 ; ** = 0,05 ; *** = 0,01

des enfants âgés de 15 ans avec ceux âgés de 7 ans, il n'est pas étonnant de trouver des inconsistances dans les estimations de leur productivité.

L'existence d'une "courbe d'apprentissage" associée à la traction animale est démontrée plus clairement à Nédogo avec une régression logarithmique-linéaire du nombre des années d'expérience sur la superficie cultivée. Le résultat de la régression est présenté dans le tableau 12, et l'estimation de la courbe d'apprentissage est illustrée dans la figure 1. Il apparaît qu'un exploitant, ayant utilisé des ânes pendant 4 ans, augmente sa superficie de plus de 2 hectares. Non seulement ceci démontre la relation dynamique entre l'expérience et la productivité avec une traction animale, mais aussi, cela réfute l'hypothèse que la terre est la contrainte limitante dans cette partie du plateau Mossi. Les agriculteurs semblent pouvoir agrandir leur exploitation au fur et à mesure que la productivité de leur force de travail familial augmente avec la traction animale et leur années d'expérience.

RENTABILITE DE L'INVESTISSEMENT EN TRACTION ANIMALE

Comme pour n'importe quel investissement, l'adoption de la traction animale doit être évaluée dans le temps et comparé avec son coût d'opportunité. Les résultats des sections précédentes, courbe d'apprentissage incluse, sont intégrés dans les budgets partiels présentés dans les tableaux 13, 14 et 15. Dans ces projections, il est assumé (i) aucune augmentation de la production pour la première année, mais (ii) une courbe d'apprentissage linéaire pour les quatre années suivantes et définie d'une telle manière que pour la dernière année, l'agriculteur ayant adopté la traction animale obtienne l'augmentation moyenne de revenu définie dans le tableau 10. Le coût des animaux et tous les coûts variables sont les moyennes dérivées de l'information recueillie dans les deux villages. Le coût espéré (ou la perte financière) associé à la mort d'un animal, est calculé directement à partir de l'information historique sur l'utilisation de la traction animale qui a été recueillie dans les exploitations sélectionnées. Les prix des équipements sont les prix actuels de l'APICOMA, qui est un des deux principaux fournisseurs d'équipements agricoles dans le pays. Les valeurs utilisées ont été choisies pour donner des résultats modérés quant à la rentabilité de la traction animale. Par exemple, la valeur de la plupart des ânes vendus est restée la même, ou a légèrement augmentée. Néanmoins, dans l'étude, une dépréciation de 40 % sur 4 ans a été assumée. En moyenne, la valeur des boeufs a augmenté de 15 000 francs CFA par an; dans l'analyse, on a utilisé 12 500 francs CFA. Ces budgets indiquent un taux de rentabilité interne pour la traction asine égal à 9,8 % à Nédogo, et 31,2 % à Diapangou, et pour la traction bovine, 20,7 % à Diapangou.

TABLEAU 12

REGRESSION SUR LA SUPERFICIE CULTIVEE, NEDOGO
 VARIABLE DEPENDANTE: SUPERFICIE TOTALE CULTIVEE PAR EXPLOITATION

Variable	Coefficient	t (loi de Student)
-----	-----	-----
Constante	0	
Hommes	0,57	2,4**
Femmes	1,14	5,4***
Enfants	0,51	1,9*
Ln (1 + années d' expérience avec traction animale)	1,35	4,9***

$$R^2 = 0,93$$

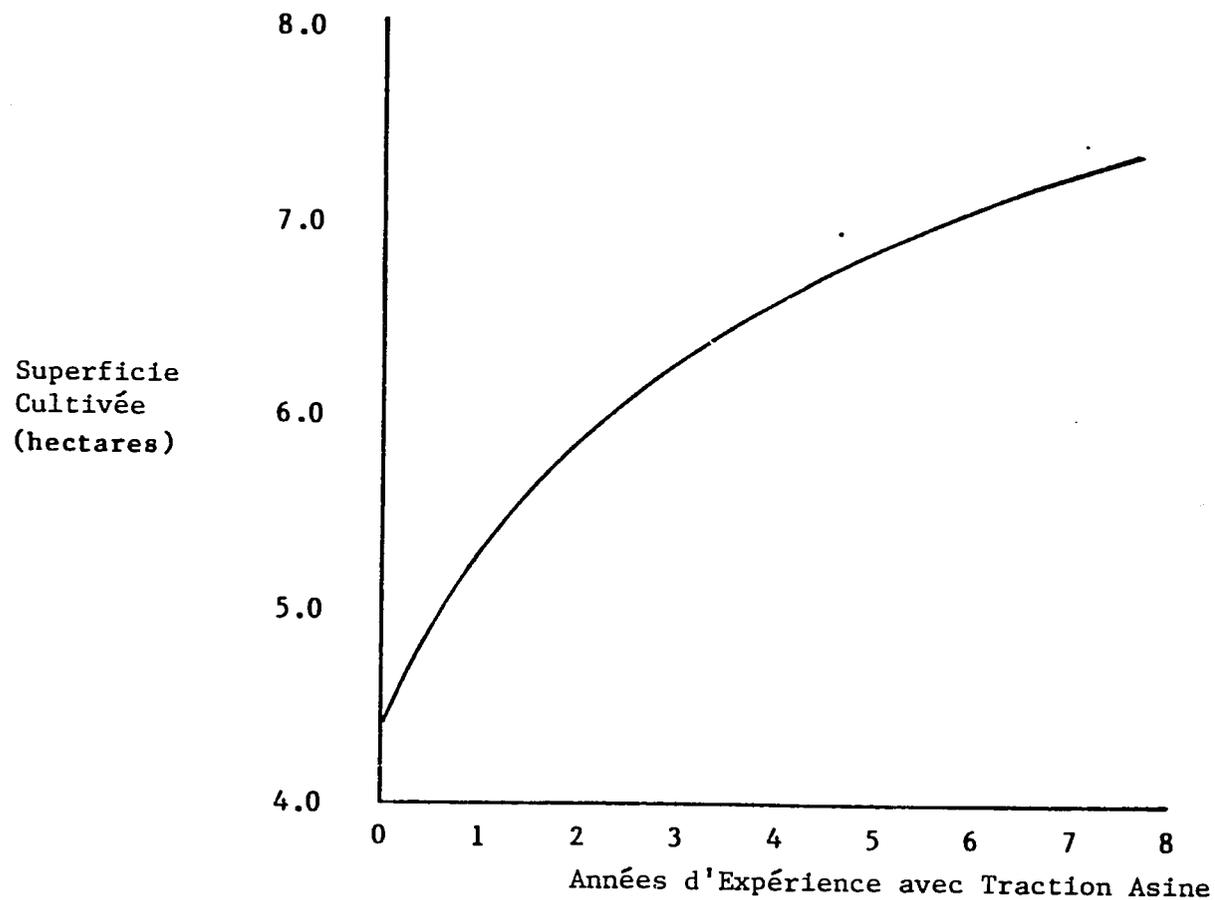
$$F = 182$$

$$n = 60$$

Niveaux de Signification: * = 0,1 ; ** = 0,05 ; *** = 0,01

FIGURE 1

ILLUSTRATION DE LA COURBE D'APPRENTISSAGE
AVEC TRACTION ANIMALE, NEDOGO



Source: Equation de régression, Tableau 12.

TABLEAU 13
BUDGET PARTIEL POUR TRACTION ASINE, NEDOGO

	Annees							
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>
<u>Revenu</u>								
Valeur Additionnelle de la Production	0	7,000	14,000	21,000	28,000	28,000	28,000	28,000
Vente des Animaux	--	--	--	--	15,000	--	--	15,000
Vente des Equipements	--	--	--	--	--	--	--	2,000
<u>Coûts Variables</u>								
Achat d'Equipements	29,000	--	--	--	--	--	--	--
Achat d'Animaux	25,000	--	--	--	25,000	--	--	--
Réparation	--	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Grains pour Animaux, Sel	4,310	4,310	4,310	4,310	4,310	4,310	4,310	4,310
Pertes Prévues - Mort d'Animaux (5% par an)	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250	1,250
<u>Bénéfices Escomptés</u>	-60,050	-560	6,440	13,440	10,440	20,440	20,440	37,440

Taux de Rentabilité Interne = 9,84%

TABLEAU 14
BUDGET PARTIEL POUR TRACTION ASINE, DIAPANGO

	Annees							
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>
<u>Revenu</u>								
Valeur Additionnelle de la Production	0	16,500	33,000	49,500	66,000	66,000	66,000	66,000
Vente des Animaux	--	--	--	--	15,000	--	--	15,000
Vente des Equipements	--	--	--	--	--	--	--	2,000
<u>Coûts Variables</u>								
Achat d'Equipements	39,060	--	--	--	--	--	--	--
Achat d'Animaux	25,000	--	--	--	25,000	--	--	--
Réparation	--	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
Grains pour Animaux, Sel	4,310	4,310	4,310	4,310	4,310	4,310	4,310	4,310
Pertes Prévues - Mort d'Animaux (5% par an)	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000	2,000
<u>Bénéfices Escomptés</u>	-70,370	8,190	24,690	41,190	47,690	57,690	57,690	74,690

Taux de Rentabilité Interne = 31,2%

TABLEAU 15

BUDGET PARTIEL POUR TRACTION BOVINE, DIAPANGO

	Annees							
	<u>1</u>	<u>2</u>	<u>3</u>	<u>4</u>	<u>5</u>	<u>6</u>	<u>7</u>	<u>8</u>
<u>Revenu</u>								
Valeur Additionnelle de la Production	0	16,750	33,500	50,250	67,000	67,000	67,000	67,000
Vente des Animaux	--	--	--	--	200,000	--	--	175,000
Vente des Equipements	--	--	--	--	--	--	--	4,000
<u>Coûts Variables</u>								
Achat d'Equipements	48,710	--	--	--	--	--	--	--
Achat d'Animaux	100,000	--	--	--	100,000	--	--	--
Réparation	--	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000	3,000
Grains pour Animaux, Sel	8,275	8,275	8,275	8,275	8,275	8,275	8,275	8,275
Pertes Prévues - Mort d'Animaux (5% par an)	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000	6,000
<u>Bénéfices Escomptés</u>	<u>-162,985</u>	<u>-525</u>	<u>16,225</u>	<u>32,975</u>	<u>149,725</u>	<u>49,725</u>	<u>49,725</u>	<u>228,725</u>

Taux de Rentabilité Interne = 20,7%

CONCLUSION

Comme avec tout fichier de données empiriques, aucune déduction au delà de la portée des observations ne devrait être faite. Mais, en dépit des nombreuses sources de biais, les résultats représentent un net contraste par rapport aux études antérieures, qui ont été incapables de démontrer les bénéfices significatifs de la traction animale. Les conclusions de cette analyse sont que (1) le sarclage avec traction asine ou bovine augmente la productivité du travail par un coefficient approximativement égal à trois, et permet une augmentation significative de la surface cultivée, là où la terre n'est pas une contrainte, (2) le labour conduit à des améliorations substantielles de rendement, quand les premières pluies permettent le labour avant les semis, (3) les boeufs ont un avantage absolu pour le labour et le sarclage, (4) les ânes ont un avantage comparatif pour le sarclage qui nécessite moins de puissance et plus de contrôle.

Avec la traction animale, les petits exploitants ont tendance à augmenter la proportion des ressources utilisées pour les cultures de vente. Les agriculteurs indiquent que leurs excédents commercialisés augmentaient avec l'adoption de la traction animale. Dans les deux villages, les accroissements de production concernaient le millet, le sorgho, les arachides et le maïs, et ne semblaient pas résulter d'une augmentation du travail utilisé. Au contraire, il y a des preuves de quelques réductions dans la quantité de travail.

Une meilleure compréhension quant aux faibles taux d'adoption de la traction animale nécessiterait des analyses supplémentaires au-delà du cadre de cet article, mais quelques remarques peuvent être faites à ce point:

1. Le labour avec traction animale rencontrera quelque résistance dans les régions où la saison des pluies est courte et les risques de pertes associées à des semis tardifs sont élevés.
2. L'adoption du sarclage avec traction animale dépend de la quantité et de la proximité de terre disponible.
3. Bien que les taux de rentabilité interne calculés précédemment apparaissent satisfaisants, il n'existe pas de manière adéquate pour évaluer le coût d'opportunité (ou la valeur en cas de manque) du capital en absence de marché organisé.
4. En reconnaissant le risque intrinsèque de la production agricole sous les conditions décrites avant et le caractère inacceptable de larges pertes pour l'agriculteur déjà proche des conditions de subsistance, l'analyse suggère que l'adoption de la traction animale serait plus facile si le sarcloir précédait la charrue et les ânes précédaient les boeufs.

REFERENCES

- Barrett, Vincent, G.Lassiter, D. Wilcock, D. Baker et E. Crawford, Animal Traction in Eastern Upper Volta: A Technical, Economic Institutional Analysis. MSU International Development Paper N
- Delgado, Christopher L., 1979. Livestock Versus Foodgrain Producti Southern Upper Volta: A Resource Allocation Analysis. Ann Arb University of Michigan, CRED, Livestock Production and Market the Entente States of West Africa, Monograph No. 1.
- _____ and John McIntire, 1982. "Oxen Cultivation in the Sahel American Journal of Agricultural Economics 64:188-196.
- McIntire, John, 1981. "Two Aspects of Farming in Central Upper Vol Animal Traction and Intercropping." Village Studies Report No ICRISAT West Africa Economics Program.
- Sargent, Merrit W., J.A. Lichte, P.J. Matlon et R. Bloom, 1981. "An Assessment of Animal Traction in Francophone West Africa. "Africa Rural Economy Program Working Paper No. 34, Michigan State University.
- Vail, D., 1973. "Induced Farm Innovations and Derived Scientific Research Strategies: The Choice of Techniques in Development of Smallholder Agriculture in Land Abundant Areas." Eastern African Journal of Rural Development 6:1-2.