

Institut d'Elevage et de Médecine  
Vétérinaire des Pays Tropicaux  
10, rue Pierre Curie  
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Ecole Nationale Vétérinaire  
d'Alfort  
7, avenue du Général-de-Gaulle  
94704 MAISONS-ALFORT Cedex

Institut National Agronomique  
Paris-Grignon  
16, rue Claude Bernard  
75005 PARIS

Muséum National d'Histoire Naturelle  
57, rue Cuvier  
75005 PARIS

---

DIPLOME D'ETUDES SUPERIEURES SPECIALISEES  
PRODUCTIONS ANIMALES EN REGIONS CHAUDES

---

**SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**

LA CULTURE ATTELEE ET L'EXTENSIFICATION  
DES CULTURES EN AFRIQUE

*par*

**Xavier CROCQUEVIEILLE**

**année universitaire 1993-1994**





## RESUME

Même si les premières charrues furent importées en 1825 en Guinée, la période la plus propice à l'implantation de la culture attelée fut l'après guerre et plus spécialement après la grande sécheresse de 1974.

Les vulgarisateurs voyaient en la culture attelée, un moyen d'intensification de la production agricole mais les résultats escomptés ne furent pas à la hauteur des espérances.

Cette synthèse bibliographique étudiera tout d'abord les apports théoriques que devaient apporter la culture attelée à l'agriculture en Afrique; puis dans un second temps il sera développé le rôle qu'a eu la traction attelée dans l'extensification des cultures.

Même si la culture attelée a connu une large extension dans les zones où les cultures de rente (coton, arachide..) sont importantes, elle a le plus souvent abouti à l'extensification de celles-ci.

MOTS-CLEFS: Culture attelée - Intensification - Extensification des cultures - Afrique.

# SOMMAIRE

INTRODUCTION.....	1
I HISTOIRE DE LA TRACTION ANIMALE.....	2
1.1 Les années précédant la seconde guerre mondiale.....	2
1.2 De la seconde guerre mondiale à 1973.....	3
1.3 De 1973 à nos jours.....	4
II LES APPORTS "THEORIQUES" DE LA CULTURE ATTELEE.....	6
2.1 La préparation du sol.....	6
2.2 Les semis.....	7
2.3 Le sarclage et la récolte.....	8
2.4 L'épuisement des sols.....	8
2.5 L'aspect économique.....	9
III LES RESULTATS : LA CULTURE ATTELEE ET L'EXTENSIFICATION	10
3.1 Son développement en Afrique.....	10
3.2 L'accession à la culture attelée.....	11
3.3 La culture attelée et l'extension des cultures .....	12
3.4 L'aspect économique.....	13
CONCLUSION.....	14
ANNEXES.....	15

## INTRODUCTION

L'autosuffisance alimentaire tant recherchée pour les pays d'Afrique ne pourra être effective que par l'amélioration de la productivité de l'agriculture. La séparation de l'agriculture et de l'élevage est jugé comme un véritable frein à cette amélioration. De plus, il semble impératif de moderniser cette agriculture traditionnelle en y incorporant la mécanisation. Dans ce contexte la culture attelée apparaît comme la solution providentielle alliant la mécanisation et l'intégration agriculture-élevage.

Cette synthèse bibliographique étudiera dans un premier temps l'historique de la mise en place de la culture attelée en Afrique.

Au cours de ce siècle, de nombreux chercheurs, techniciens, vulgarisateurs ont tenté d'implanter avec ténacité la culture attelée dans le milieu agricole africain. Afin de mieux comprendre leurs raisons, dans la seconde partie nous étudieront les facteurs "théoriques" qui ont motivé cette mise en place.

Puis, nous décrirons les différents freins que cette pratique a connu lors de sa vulgarisation. Nous insisterons sur le fait que la culture attelée fut développée afin de permettre l'intensification de l'agriculture, alors que les résultats ne semblent aller dans ce sens.

## I- HISTORIQUE DE LA TRACTION ANIMALE

En rétrospective, l'introduction et la diffusion de la traction animale en Afrique peuvent être divisées en trois périodes: les années précédant la deuxième guerre mondiale, les années allant de la seconde guerre mondiale à 1973 et la période suivant la sécheresse (de 1973 à nos jours).

### 1.1 Les années précédant la seconde guerre mondiale.

Des charrues attelées auraient été utilisées au Sénégal depuis 1850 ( CASSE et al., 1965 ), mais leur adoption est demeurée limitée jusqu'au début du 20ème siècle. C'est en Guinée en 1974, qu'ont eu lieu les premiers efforts concertés pour introduire la technique de la traction animale. L'adoption de cette technique fut relativement importante puisque 4000 agriculteurs l'utilise en 1914.

Dans les années 20-30, des outils de conceptions européennes importés par les gouvernements coloniaux sont mis à la disposition des agriculteurs qui profitent d'une aide financière. Mais ce matériel importé n'est souvent pas adapté aux conditions écologiques de l'Afrique de l'ouest. Des recherches d'adaptations sont entreprises dans des stations de recherches, comme au Sénégal à la station de l'IRAT à Bambey, où est construite une houe légère nommée "alouette" pour la scarification de la terre au moyen d'un âne ou d'un cheval.

Pendant ces années 1920-1930, les efforts de vulgarisation portèrent essentiellement sur les régions à potentiel élevé de culture marchande ( GAURY 1977, 273-275; LABROUSSE 1971, 3-5). L'introduction des charrues s'est traduite par un échec par manque de formation des éleveurs à la conduite des animaux , de leur entretien et de l'utilisation approprié du matériel.

Pendant les années 30, le pouvoir colonial créa des "fermes d'état" qui devaient servir de centre de formation pour des agriculteurs pilotes et leurs boeufs, de fermes de démonstration pour promouvoir une plus vaste adoption, ainsi que de centres de formation réservés aux conducteurs de boeufs. Ce programme accéléra considérablement l'adoption de la charrue attelée.

En 1940, plus de 20000 charrues avaient été distribuées (CASSE et al. 1965)

## 1.2 De la seconde guerre mondiale à 1973.

Avec le début de la seconde guerre mondiale, les ressources nécessaires pour mettre au point et rendre populaire la traction animale diminuèrent substantiellement. En prévision de pénuries d'aliment, le régime colonial français décida d'entreprendre des projets de grande envergure qui s'appuyaient sur l'utilisation de tracteurs pour cultiver (LABROUSSE 1971). Ces projets ont vu le jour dans des régions à potentiel élevé, mais l'utilisation de matériel européen inadéquat, les problèmes d'entretien et la hausse rapide des coûts d'exploitation, ont provoqué l'abandon de ceux-ci.

En 1952, les programmes de développement en étaient revenus à la promotion de l'agriculture attelée. Le plan Marshall qui finançait les centres de recherche locaux et les entreprises manufacturières tout en garantissant un volume accru de crédits et de charrues Massey-Harris vint donner à la traction animale un nouvel élan (CASSE et al. 1965). Le nombre des exploitations gouvernementales de formation et de démonstration fut considérablement majoré (plus de 500) entre 1954 et 1958 (BONNEFOND 1967). Les recherches furent axées sur la mise en place de matériel plus durable, plus souple et bon marché (Polyculteur).

C'est à cette période que les chercheurs se rendirent compte que l'adoption de la traction animale faisait intervenir une évolution radicale de tous les aspects des systèmes traditionnels d'exploitations et qu'il existait des complémentarités possibles entre les activités pastorales et culturelles.

Ainsi à partir de ces années 50, chercheurs et vulgarisateurs s'intéressent à la mise au point de système intégré d'exploitation mixte. Mais ces différents projets basés sur des fermes pilotes ne s'accommodaient que très rarement aux conditions locales. En Mauritanie, les seuls efforts pour développer la traction animale ne donnèrent aucun résultat car les seuls animaux que pouvaient se payer les agriculteurs étaient des ânes ou des chevaux, lesquels n'avaient pas la puissance suffisante pour labourer les sols épais des champs de riz dans la vallée du fleuve Sénégal.

Au Niger, le système foncier ne favorisait pas l'appropriation des surfaces défrichées et cultivées. Au Burkina Faso (ancienne Haute-Volta) l'adoption fut limitée pour des problèmes d'alimentation et d'abreuvement des animaux et la concurrence qui s'établissait entre l'homme et l'animal. De même dans le sud du pays, la culture attelée provoqua l'érosion du sol et des problèmes localisés de latérisation.

Toutes ces difficultés rencontrées lors de sa mise en place, rendirent plus difficile l'adoption de la culture attelée.

### 1.3 De 1973 à nos jours.

Les sécheresses sahéliennes de 1967-1973 et de 1984 ont montré de manière frappante la nécessité qu'il y a d'améliorer les systèmes de production agricole. Il en a résulté une augmentation considérable de l'aide étrangère et notamment pour l'agriculture. Sa part passant de 9,9% en 1975 à 24,3 en 1977 (CILSS, 1978).

Dans les projets agricoles, une grande part était allouée à la culture attelée. Les différentes forces de traction ont été utilisées: la traction bovine a été le plus souvent vulgarisée à cause du besoin de puissance nécessaire sur les sols durs d'Afrique et de leur fréquence dans ces régions; mais les tractions équinées et asines ont également été utilisées ( Sénégal, Burkina...) ainsi que la traction cameline en Afrique de l'Est, essentiellement au Soudan (ANON, 1986).

Cette volonté de mettre en place des projets de mécanisation basés sur la culture attelée reposait sur l'analyse des résultats obtenus dans le cadre de recherches sur les avantages techniques et économiques de la traction animale. Ces différents apports seront développés au cours de la seconde partie.

## II- LES APPORTS "THEORIQUES" DE LA CULTURE ATTELEE

Le présent chapitre examine les avantages techniques et économiques que peut donner la traction animale comme le laissent entendre les résultats des essais effectués dans des stations de recherche.

La vulgarisation de la culture attelée a essentiellement été motivée par la possibilité d'intensifier les cultures afin d'améliorer les rendements à l'hectare.

### 2.1 La préparation du sol

L'utilisation de la traction animale lors des différentes phases de la préparation du sol va permettre d'obtenir un meilleur lit de semence .

Le labour à grande profondeur avec des animaux de trait peut améliorer l'homogénéité de la taille et de la cohésion des particules tout en renforçant la porosité du sol (NICOU et POULAIN, 1972). Cela, à son tour augmente le taux d'infiltration et la capacité de rétention en eau tout en améliorant la résistance à la sécheresse dans les régions où les précipitations sont irrégulières. De plus, le labour à grande profondeur améliore considérablement la croissance des racines de plusieurs grandes cultures vivrières et marchandes (maïs, sorgho, coton... ). (ANNEXE N°1)

Les effets potentiels de ce type de labour ( 15 à 20 cm de profondeur) sur les rendements sont considérables: des essais effectués au Sénégal montrent une augmentation du rendement d'une moyenne de 19% pour les arachides (40% d'après KLINE et al. en Gambie), 20 à 30% pour les céréales, 27% pour le coton (130% au Siné Saloum) et plus de 50% pour le riz pluvial (NICOU et al 1972). Il faut tout de même se méfier de ces chiffres car la plupart de ces études ne montrent pas clairement si une partie de l'effet attribué au labour sur le rendement n'est dû également à l'utilisation de variétés améliorées et d'engrais.

L'annexe 1 montre qu'en moyenne l'augmentation est plus élevée pour la traction bovine (21%) que pour la traction asine (5%). Ce qui tend à confirmer que la profondeur du labour tient un rôle important tant que le labour n'est pas trop profond pour ne pas détériorer le sol par latérisation.

Pour certaines cultures (comme le coton) , un billonnage peut être effectué. Ce travail sera plus facile et plus rapide à l'aide des boeufs que de façon manuelle. Ce billonnage peut permettre un meilleur lit de semence.

## 2.2 Le semis.

Il est également connu de tous, que la courte saison des pluies qui caractérise la zone soudano-sahélienne rend nécessaire, les semis de variétés de pleine campagne, immédiatement après le début des précipitations. Ce qui provoque un conflit du travail entre une préparation adéquate des sols et des semis avancés. Il sera donc nécessaire que ces tâches soient effectuées le plus rapidement possibles. Ainsi, la mécanisation de la préparation du sol permet un travail plus rapide et facilite le calage du calendrier culturale lors des premières précipitations.

Il a été montré au Nigéria, qu'un retard de deux semaines peut amputer près de 10% de la production de coton, plus de 30% celle d'arachide et pas moins de 60% celle de sorgho (ANDREWS, 1975).

Des essais similaires au Burkina ont montré qu'un retard de 2 semaines et demi sur le semis de sorgho provoquait une baisse de production de 40 à 60%.

### 2.3 Le sarclage et la récolte.

Les semis en ligne et non à la volée vont ainsi permettre l'utilisation des attelages pour le sarclage, principal obstacle à la production en système traditionnel. De surcroît, l'utilisation de la charrue à versoir pendant la préparation des semis enfouira les mauvaises herbes et les empêchera de pousser ce qui réduit donc la nécessité de procéder à un sarclage supplémentaire (KLINE et al, 1979).

Malgré ces avantages, le sarclage mécanique est encore peu utilisé car la majorité des paysans sèment à la volée. La main d'oeuvre requise pour le faire demeure un goulot d'étranglement critique qui limite les rendements.

Lors de la récolte, la traction animale ne peut être que très rarement utilisée par manque de matériel approprié. La seule opération possible est l'extirpation de l'arachide quoique son intérêt n'est pas prouvé. Mais pour la plupart des autres cultures, la récolte ne peut être mécanique et deviendra le goulot d'étranglement qui limitera l'extension des cultures.

### 2.4 L'épuisement des sols.

D'autre part, dans les systèmes traditionnels des cultures itinérantes, le rendement des champs nouvellement défrichés s'épuise d'une campagne à l'autre. La mise en jachère des terres permettait à celles-ci de se régénérer.

Le défrichement (nécessaire en culture attelée), la pression démographique nécessite la mise en place d'une culture constante. La durée de la jachère devient minimale pour cela de nouvelles techniques de conservation du sol ont été mises en place.

Des cultures fourragères mises en place après la récolte permettront de nourrir le bétail en saison sèche, de réduire l'érosion, d'améliorer la structure des sols et d'accroître les teneurs en matières organiques ( CROWDER et CHEDDA, 1977). ( ANNEXE N°2)

Une autre méthode pour préserver la fertilité des sols et améliorer leur teneur en matières organiques consiste à incorporer les engrais du bétail dans le sol, ce qui est très important pour un système d'exploitation à traction animale dont les terres doivent être continuellement cultivées. Nombreuses sont les preuves montrant que l'épandage de 6 à 10 tonnes d'engrais par hectares et par an fera passer le rendement de la plupart des cultures à un niveau supérieur (TOURTE et al.).

## 2.5 L'aspect économique.

Pour de nombreux auteurs, la culture attelée par l'intensification des méthodes doit permettre une augmentation des revenus de l'agriculteur ( MONNIER, 1972; BONNEFOND, 1967 ...).

Ces études économiques sont faites à partir des surfaces cultivées pouvant être travaillées par une paire de boeufs ou un attelage asin ou équin et les rendements obtenus en station. Une comparaison des recettes escomptés et des coûts annuels de trésorerie engendrés par l'adoption de la traction animale permet de sortir des soldes positifs (ANNEXES N°3-4-5). De plus le revenu de l'exploitant augmente avec la force de traction. Mais ceci ne s'est pas retrouvé sur le terrain, nous essayerons d'en montrer les raisons.

A ce niveau de l'étude il est important de voir si toutes ces conclusions de recherche se retrouvent bien sur le terrain et si la culture attelée a permis réellement une augmentation de la production vivrière dans les pays d'Afrique.

### III LES RESULTATS: LA CULTURE ATTELEE ET L'EXTENSIFICATION

L'introduction de la mécanisation entraîne de profonds bouleversements par rapports aux méthodes traditionnelles. Le paysan devient dès lors plus dépendant de l'environnement (approvisionnement des intrants, commercialisation des produits...).

#### 3.1 Son développement en Afrique.

La culture attelée n'a pas connu un développement dans toute l'Afrique. Les zones, les plus propices au développement sont les zones de productions marchandes (coton, arachide, zone irriguée...). Ces productions pouvaient fournir un revenu suffisant permettant l'investissement. De plus, ces productions étaient dotées de sociétés d'encadrement (la CFDT dans la plupart des pays francophones, la CIDT en République de Côte d'Ivoire, la SOCECOTON au Cameroun...) qui ont pu développer un système de crédit et de soutien aux paysans. Mais à l'intérieur de ces zones favorables, l'adoption de l'innovation est différente selon les Ethnies (ROUPSARD, 1984). Ceci est souvent dû à leurs structures sociales et à leur adaptation face aux techniques.

De plus, chez certaines Ethnies comme chez les Foulbé "l'ascension sociale va du cultivateur à l'éleveur et non le contraire" (ROUPSARD, 1984), chez d'autres comme les Baoulés de République de Côte d'Ivoire l'utilisation de bêtes de trait par l'agriculteur est dévalorisante.

D'autre part, dans les zones à trypanosomiase (zone guinéenne), le faible développement est due à la faible force de travail que procurent les animaux trypanotolérants (ceci de par leur petite taille).

### 3.2 L'accession à la culture attelée.

Il est important de noter que les unités familiales de production accèdent d'autant plus facilement à la culture attelée voire motorisée qu'elles disposent socialement, au départ, des terres cultivables abondantes et d'une force de travail conséquente. (BIGOT, 1991).

Il a été constaté que le nombre de personnes composant l'unité familiale de production et son niveau d'équipement sont positivement corrélés. Ce sont les grosses unités, qui, par la pratique des surfaces conséquentes de la culture manuelle de coton ou d'arachide, accumule suffisamment pour accéder à la culture attelée. (BIGOT, 1987)

L'augmentation de revenu va permettre d'accroître le troupeau bovin et y sélectionner les boeufs de trait. Ceci n'est réalisable que si le terroir villageois le permet et que si la concentration des bénéfices et du troupeau ne se fait au profit d'une seule personne (le chef de concession). C'est cette personne seule qui pourra engager les investissements.

La surface économique des grosses exploitations facilite l'introduction de nouvelles techniques qui peuvent être testées sans risque avant d'être soit abandonnées si non rentables ou au contraire développées à une plus grande échelle. (BIGOT, 1987)  
Il est donc clair que cette technique n'est pas accessible à toutes les exploitations.

La présence d'une main d'oeuvre abondante alliée au constat que certaines opérations culturales sont plus efficacement réalisables à la main qu'en culture attelée ou motorisée va induire un effet de surface lié à l'équipement (ANNEXE N°6). Cette augmentation de surface va induire une augmentation et une stabilisation de la main d'oeuvre (d'où absence de l'exode rurale contrairement à ce qui s'est passé dans les pays occidentaux).

### 3.3 La culture attelée et l'extension des cultures

Contrairement à ce que nous avons pu voir au chapitre II, l'introduction de la traction animale accroît globalement et par actif la charge en travail manuel. En revanche, les surfaces labourées s'accroissent mais les facteurs tels que la date de semis, les sarclages, les rendements et la "sédentarisation des cultures" ne subissent pas de changements notables. Il est tout de même remarqué un gain certain de la productivité du travail (ANNEXE N°7). Mais ce gain de productivité du travail est surtout valable pour le travail des hommes (préparation du sol). Le gain de productivité est plus faible chez les femmes et les enfants car leur nombre d'heures de travail va augmenter par l'effet de l'augmentation des surfaces à sarcler et à récolter (ANNEXE N°8).

L'augmentation des superficies induites par le passage de la culture manuelle à la culture attelée (plus 20% en moyenne) n'apparaît qu'après un délai d'apprentissage de 2 ou 3 ans nécessaire à la maîtrise des attelages mais aussi après que l'agriculteur ait réalisé que la mécanisation n'entraînait pas une augmentation des rendements (JAEGER, 1985). Il faut noter que l'amélioration des rendements s'opère au moment de la culture manuelle et non après, lors de la mécanisation (BIGOT et al., 1985).

L'augmentation des rendements en coton graine est dû surtout à la sélection variétale à la fumure organique mais très peu à la technique de labour. Il n'est donc pas utile de faire des enquêtes, ni nécessaire de renforcer l'encadrement sur ce thème (LOSCH, 1984; SOFITEX, 1988).

D'autre part, bon nombre de chercheurs affirmaient que la mécanisation permettrait la stabilisation des cultures, ce qui faciliterait leur intensification. Or, BIGOT a montré en 1984-1985 sur des investigations faites en Côte d'Ivoire et au Burkina que la mécanisation n'a pas entraîné une "stabilisation des cultures" plus importante qu'en culture manuelle (BIGOT, 1985) (ANNEXE N°9).

L'entretien du sol ne s'est donc pas fait par apport d'engrais ou de fumure mais par rotation et jachère. Il est à noter que les apports organiques ne seront utilisés par les paysans que lorsque ceux-ci seront fournis par les sociétés de développement.

Il est donc clair que l'introduction de la culture attelée n'a pas eu les effets escomptés au niveau de l'intensification des cultures. L'extensification peut elle aussi aboutir à une augmentation de la production mais entraîne souvent de graves problèmes foncier, d'épuisement des sols et un taux élevé de l'enherbement. Voyons dès à présent si les apports économiques de la traction animale sont vérifiés.

### 3.4 L'aspect économique.

Les apports de la culture attelée au niveau du revenu de l'agriculteur sont relativement faibles. Les chercheurs se sont basés sur des rendements à l'hectare trop importants pour effectuer leur base de calcul économique, ce qui a faussé les résultats.

L'augmentation des rendements ne peut s'effectuer que par un apport massif d'engrais et de désherbant très coûteux. Ce qui nécessite de la part de l'agriculteur une capacité de financement importante (LOSCH 1984). Or, le paysan ne peut pas en début de campagne assurer ce financement.

L'accroissement des revenus sera effectif grâce à l'augmentation substantielle des surfaces. Mais, pas autant que ce que permet l'intensification de la production.

## CONCLUSION

La culture attelée n'a pas eu les résultats escomptés au niveau de l'intensification de la production et de l'augmentation des revenus des agriculteurs.

Mais il faut noter que son implantation engendre de tels bouleversements par rapport à la culture traditionnelle que le temps d'adaptation de l'innovation est très long. Cette technique doit être bien assimilée par l'agriculteur avant qu'il puisse véritablement en tirer profit.

Cependant, la culture attelée reste un bon moyen d'intégrer l'agriculture à l'élevage. Cette intégration agriculture-élevage reste le moyen le plus efficace pour améliorer les résultats de l'agriculture. De plus, la traction animale permet d'approcher la mécanisation agricole. Mais il ne faut surtout pas oublier que cette mécanisation ne sera effective que si toute la filière des produits agricoles se développent permettant ainsi l'écoulement des productions.

# ANNEXE N° 1

## ETAT RECAPITULATIF DE L'AUGMENTATION EN POURCENTAGE DES RENDEMENTS PAR RAPPORT AU CONTROLE, MALI, 1978<sup>a/</sup>

	Arachides	Coton	Maïs	Sorgho	Mil	Total
<u>Effets de la traction animale</u>						
Traction asine	- 2	- 2	+ 18	+ 24	- 12	+ 5
Traction bovine	+17	+ 9	+ 37	+ 36	+ 6	+21
<u>Effets des engrais</u>						
Epannage recommandé	+15	+46	+ 53	+ 61	+455	+44 <sup>b/</sup>
Epannage épais	+32	+74	+ 61	+ 93	+545	+65
<u>Effet combiné</u>						
TR. asine-EP. recommandé	+14	+44	+208	+ 94	-	+51 <sup>c/</sup>
TR. bovine-EP. recommandé	+41	+55	+295	+ 72	-	+56
TR. asine-EB. recommandé	+44	+80	+313	+150	-	+91
TR. bovine-EB. épais	+58	+100	-	-109	-	+79

Source: SRCVO, 1978, Chapitre IV, p. 5.

<sup>a/</sup> Contrôle = aucune traction animale, aucun engrais.

<sup>b/</sup> A l'exclusion du mil.

<sup>c/</sup> A l'exclusion du maïs.

Tableau 4. EFFETS DU CALENDRIER DE LABOUR ET DE SEMIS, SENEGAL; 1971.

Culture	Indice du rendement (Contrôle = 100)			
	Labour fin de campagne semis avancés	Labour début de campagne semis avancés	Labour début de campagne semis tardifs	Contrôle pas de labour semis avancés
Arachides	121	123	100	100
Sorgho	153	147	132	100
Maïs	157	162	146	100
Coton	141	139	132	100

Source: Tourte et al., 1971, p. 638.

## ANNEXE N° 2

### EFFETS DIRECTS ET RESIDUELS SUR LE RENDEMENT D'UN LABOUR SOUS MATIERES ORGANIQUES, SENEGAL, 1971

Assolement <sup>a/</sup>	Contrôle <sup>b/</sup> (kg/ha)	Rendement moyen avec labourage <sup>c/</sup>	
		kg/ha	Augmentation en %
1. Arachide	1.731	1.881	9
2. Mil	873	1.173	28
1. Mil	867	1.288	49
2. Arachide	1.516	1.740	15
1. Maïs	1.474	2.444	66
2. Sorgho	2.325	2.915	25
1. Maïs	1.744	3.231	85
2. Sorgho	2.919	2.662	32
3. Arachide	2.000	2.280	14
1. Sorgho	1.520	1.879	24
2. Sorgho	1.618	2.323	43
3. Arachide	2.489	2.665	7

Source: Tourte et al., 1979, p. 640. Charreau et Nicou, 1971, P. 650.

<sup>a/</sup> Tous les assolements sont précédés de cultures en jachère et ont une croissance naturelle, qui sont cultivées avec des engrais verts ou dont la croissance naturelle est complétée par du chaume. Toutes les matières organiques sont enfouies dans le sol à la fin de la campagne.

<sup>b/</sup> Contrôle = en jachère l'année précédente, écobuée, pas de labour.

<sup>c/</sup> Dans le calcul de ses effets sur le rendement moyen, Tourte et al. n'ont pas utilisé les résultats négatifs de 23 des 135 essais. Charreau et Nicou ont eux aussi renoncé aux résultats négatifs.

## ANNEXE N° 3

### ETAT COMPARATIF DES RENDEMENTS DE TROIS ENSEMBLES HYPOTHETIQUES DE TRACTION ANIMALE A SINE-SALOUM, SENEGAL

	Traction asine	Traction bovine <sup>a</sup> à sillon unique <sup>a</sup>	Traction bovine <sup>a</sup> à sillons multiples
Nombre d'ouvriers <sup>b</sup>	3,4	5,1	6,3
<u>Cultures<sup>c</sup> (hectares)</u>			
Maïs	1,3	2,1	3,0
Coton	,78	1,26	1,8
Sorgho	1,3	2,1	3,0
Arachides	<u>1,82</u>	<u>2,94</u>	<u>4,2</u>
TOTAL	5,20	8,40	12,0
<u>Rendements (kg:ha)</u>			
Maïs	1.000	2.000	3.000
Coton	800	1.500	2.000
Sorgho	1.000	2.000	3.000
Arachides	1.000	1.500	2.000
<u>Valeur de la production (FCFA)</u>	94.562	279.155	511.200
<u>Coûts de la production (FCFA)</u>			
Variables	19.820	50.194	72.420
Fixes <sup>d</sup>	10.200	34.000	59.100
Rendement net <sup>e</sup> (Revenu agricole net, FCFA)	64.542	189.961	379.680
Indice du rendement net	100	294	588
Rendement net/ha <sup>f</sup> (FCFA)	12.412	22.614	31.640
Rendement/ouvrier <sup>g</sup> (FCFA)	18.983	37.247	60.267

Source: Monnier (1972), pp. 41-43.

<sup>a</sup> Les deux ensembles à traction bovine comprennent un niveau plus élevé d'engrais et d'autres produits chimiques, des pratiques culturales améliorées et un niveau plus élevé de terre, de main-d'oeuvre et de capital.

<sup>b</sup> Main-d'oeuvre nécessaire pour cultiver une surface maximale avec un ensemble donné sur la base des coefficients obtenus en station de recherche.

<sup>c</sup> Surface maximale pouvant être cultivée avec l'ensemble donné sur la base des coefficients obtenus en station de recherche.

<sup>d</sup> Anes amortis, coût des boeufs non compris.

<sup>e</sup> Rendement net = valeur de la production moins les coûts de production.

<sup>f</sup> Rendement net divisé par le nombre d'hectares.

<sup>g</sup> Rendement divisé par le nombre d'ouvriers.

## ANNEXE N° 4

### CHIFFRES INDICATIFS DES RECETTES ET DES COUTS ANNUELS DE TRESORERIE POUR UNE EXPLOITATION ADOPTANT LE SYSTEME DE TRACTION BOVINE<sup>a</sup>

Poste	Année				
	0	1	2	3	4
Arachides (ha)	3,0	3,15	3,31	3,48	3,65
Mil (ha)	3,0	3,15	3,31	3,48	3,65
Total (ha)	6,0	6,30	6,62	6,96	7,30
(jachère)	(7,0)	(6,70)			
<u>Valeur de la production<sup>b</sup> (FCFA)</u>					
Arachides	105.825	133.340	140.112	147.308	154.505
Mil	45.000	61.425	65.545	67.860	71.175
Recettes de transport sur demande	-	10.390	10.390	10.390	10.390
Recettes d'ensemencement sur demande	-	1.842	1.842	1.842	1.842
Ventes de boeufs quatrième année <sup>c</sup>	-	-	-	-	88.440
Total	150.825	206.997	216.889	227.400	326.452
<u>Coûts de la production (FCFA)</u>					
Acompte (25% de la valeur de l'investissement) <sup>e</sup>	-	31.740	-	-	-
Service de la dette (3 ans à 7,5% par an)	-	38.882	36.501	34.121	-
Réparations (10%)	-	7.936	7.936	7.936	7.936
Outils manuels	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
Semences de mil (6 kg/ha)	540	567	596	627	657
Semences d'arachides (100 kg/ha)	12.450	13.073	13.737	14.442	15.148
Ration de travail des boeufs <sup>f</sup>	-	800	800	800	800
Produits vétérinaires	-	150	150	150	150
Achats de boeufs quatrième année <sup>c</sup>	-	-	-	-	47.600
Total	13.990	94.148	60.720	59.076	73.291
<u>Revenu agricole net</u>	136.835	112.849	156.169	168.324	253.161
<u>Indice du revenu agricole net</u>	100	82	114	123	185
<u>Valeur de la subsistance et impôts<sup>d</sup></u>	68.003	68.003	68.003	68.003	68.003
<u>Revenu net de trésorerie (profit et amortissement)</u>	68.832	44.846	88.166	100.321	185.058
Dollar E.U. (chiffres arrondis) <sup>g</sup>	(\$275)	(\$179)	(\$353)	(\$401)	(\$740)
Indice du revenu monétaire (Année 0 = 100)	100	65	128	146	269

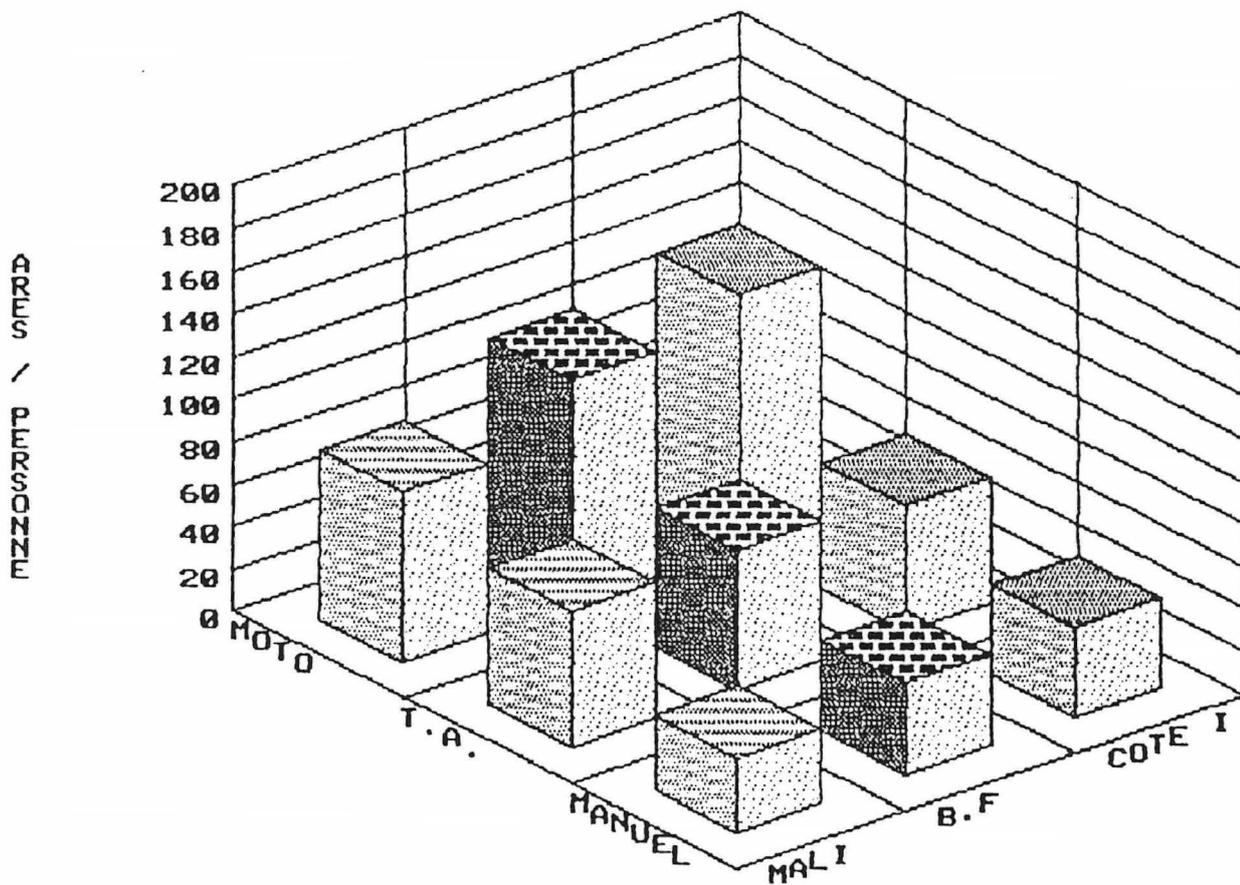
Source: Sleeper, 1978, pp. 35-37.

Tableau 14. AVANTAGES HYPOTHETIQUES DE L'ADOPTION DU SYSTEME DE TRACTION BOVINE:  
SINE-SALOUM, SENEGAL, 1976-77

	Traction asine		Traction bovine à sillon unique (année)				
	0	1	2	3	4	5	6
<b>Cultures<sup>a</sup> (hectares)</b>							
Arachides	5,9	6,2	6,5	6,8	7,0	7,0	7,0
Mil	<u>3,5</u>	<u>3,5</u>	<u>3,6</u>	<u>3,7</u>	<u>3,8</u>	<u>3,8</u>	<u>3,8</u>
	9,4	9,7	10,1	10,5	10,8	10,8	10,8
<b>Rendements<sup>b</sup></b>							
Arachides	1.620	1.645	1.670	1.695	1.721	1.721	1.721
Mil	1.212	1.247	1.282	1.317	1.350	1.350	1.350
<b>Valeur de la production<sup>c</sup></b>							
Arachides (41,5 FCFA/kg)	396.657	423.259	450.483	478.329	499.951	499.951	499.951
Mil (37 FCFA/kg)	156.954	161.487	170.762	180.297	189.819	189.810	189.810
Ventes de boeufs (4ème année)	-	-	-	-	<u>130.000</u>	-	-
	553.611	584.745	621.245	658.626	819.761	689.761	689.761
Indice	100	106	112	119	148	125	125
<b>Coûts de la production</b>							
Service de la dette (7,5% x 5 ans) <sup>d</sup>		55.342	55.342	55.342	55.342	55.342	-
Réparations <sup>e</sup> (10%)	9.800	13.120	13.120	13.120	13.120	13.120	13.120
Outils manuels	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
Semences de mil 6 kg/ha	777	777	799	821	844	844	844
Semences d'arachides 100 kg/ha	24.485	25.730	26.975	28.220	29.050	29.050	29.050
Engrais <sup>f</sup>	29.380	30.340	33.728	35.068	36.070	36.070	36.070
Entretien et ration de travail <sup>g</sup>	4.750	13.820	13.820	13.820	13.820	13.820	13.820
Produits vétérinaires	150	150	150	150	150	150	150
Remplacement de boeufs (4ème année)	-	-	-	-	<u>90.000</u>	-	-
	71.342	141.279	145.934	148.541	240.396	150.396	95.054
<b>Revenu agricole net<sup>h</sup></b>	482.269	443.446	475.311	510.085	579.365	539.365	594.707
Indice	100	92	99	106	114	112	123
Augmentation du revenu agricole net	-	(38.823)	(6.858)	27.816	72.838	57.096	112.438
<b>Consommation et réserve de la famille<sup>i</sup></b> (11 membres, 6 ouvriers) <sup>j</sup>							
Mil (220-260 kg/ca)	89.540	93.610	97.680	101.750	105.820	105.820	105.820
Arachides (15 kg/ca)	<u>11.413</u>	<u>11.413</u>	<u>11.413</u>	<u>11.413</u>	<u>11.413</u>	<u>11.413</u>	<u>11.413</u>
	100.953	105.023	109.093	113.163	117.233	117.233	117.233
<b>Revenu monétaire net<sup>k</sup></b>	381.316	338.423	366.218	396.922	462.132	422.132	477.474
Indice	100	89	96	104	121	111	125

ANNEXE N° 6

GRAPHIQUE N° 3  
Superficies des cultures/équipements



## ANNEXE N° 7

### Travail nécessaire et productivité du travail dans le nord - Côte d'Ivoire

	Exploitations en culture manuelle (Coton associé)	Exploitations en culture manuelle (Coton en culture pure)	Exploitations équipées en traction animale	Exploitations équipées en traction animale et motorisation
	<b>Nombre de journées de travail par actif et par an</b>			
Total Par actif et par an	125	185	225	290
	<b>Surfaces travaillées par actif</b>			
Surface totale (en ares)	60	85	120	235
Surface exclusivement cotonnière (en ares)	0	25	60	160
	<b>Rendement et production de coton-graine</b>			
Rendement coton-graine kg/ha	100	1200	1200	900
Production coton-graine kg/actif	60	300	720	1440
	<b>Productivité moyenne du travail</b>			
En jours de travail/ha	210	220	190	125
En kg de coton-graine par jour de travail	0,5	1,6	3,2	5,0
	<b>Productivité marginale du travail (1)</b>			
En jours de travail/ha	240	115	65	
En kg de coton-graine par jour de travail	4,0	10,5	11,1	

(1) respectivement : Jours de travail supplémentaires/superficie cultivée accrue  
kg de coton-graine supplém./jours de travail supplémentaires.

## ANNEXE N° 8

### Variation de la quantité de travail fournie par catégorie d'actifs entre la culture manuelle et la traction animale (Base 100 : travail des hommes en culture manuelle)

	Hommes		Femmes		Enfants	
	Culture manuelle	Traction animale	Culture manuelle	Traction animale	Culture manuelle	Traction animale
ORSTOM IDESSA Nord C.I. 1975/82	100	100	90	100	nd	nd
WHITNEY Sud Mali 1981	100	93	39	93	29	70
DIARRA Sud Mali 1987	100	91	69	168	205	268
ICRISAT Burkina 1981/82	100	111	9	14	24	47
MOYENNE	100	99	52	94	65	128

### Productivité du travail en période de récolte (jours par actif)

	NIELLE 1979 - 1980			NIARADOUGOU 1987		
	Culture manuelle	Traction animale	petite motorisation	Culture manuelle	Traction animale	Petite motorisation
Nombre d'actifs enquêtés	27	52	54	19	91	55
<b>COTON</b>						
Surface par actif (ares)	46	62	174	32	48	60
Rendement (kg/ha)	1330	1460	1020	1065	1230	1260
Travail auto-fourni par actif	37	47	60	24	33	38
Solde extérieur moyen par actif	+8	+20	+90	-2	+2	+4
Total travail par actif	45	67	150	22	35	42
Travail par hectare	98	108	86	72	73	70
kg de coton récoltés/j. de trav.	13,6	13,5	11,8	14,8	16,9	17,6
<b>CÉRÉALES</b>						
	MAIS + RIZ			SORGHO		
Surface par actif (ares)	37	38	47	72	80	70
Rendement (kg/ha)	2250	2350	1860	785	800	820
Travail auto-fourni par actif	21	16	16	7	11	11
Solde extérieur moyen par actif	ε	ε	ε	+1	ε	+6
Total par actif	21	16	16	8	11	17
Travail par hectare	57	42	34	11	14	24
kg de céréales récoltés/j.de tr.	40	56	55	71	57	34

Sources : BIGOT 1981 ; DIARRA 1987

## ANNEXE N° 9

### «Age» moyen des parcelles après défrichement

LIEU	DATE	SOURCE	CULTURE MANUELLE	TRACTION ANIMALE	PETITE MOTORISATION
KARAKPO	1975-78	LE ROY	2,15	nd	nd
KASSERE	1976-77	IDESSA	3,23	4,03	nd
G'BON	1981	CIRES	2,20	3,50	2,68
MORONDO	1981	CIRES	3,34	3,11	2,93
NIELLE	1979	IDESSA	2,36	2,69	2,39
NIELLE	1980	IDESSA	3,82	2,85	2,46
NIELLE	1981	IDESSA	3,79	3,26	3,68
NIELLE	1982	IDESSA	4,03	3,19	3,90
N'DOROLA	1984	H.GUIBERT	3,20	4,50	7,60 *
N'DOROLA	1985	H.GUIBERT	4,90	4,10	5,60

### Répartition de la taille des parcelles pour 100 hectares mis en culture en 1ère année (Nielle 1982 - IDESSA)

ANNEE 1	100	100	100
ANNEE 2	97	99	89
ANNEE 3	87	77	83
ANNEE 4	72	63	55
ANNEE 5	61	39	49
ANNEE 6	26	14	8
ANNEE 7/11	27	20	20

Ces observations montrent que la mécanisation n'a pas entraîné, en général, une «stabilisation des cultures» plus importante qu'en culture manuelle ou attelée (\* exception faite à N'Dorola pour l'observation de 1984).

## BIBLIOGRAPHIE

- ADORAH E. : Culture attelée en République du Bénin. Thèse DAKAR 1979 N°2.
- ANDLAU G. (d') - CANDAU M. - CANAILLES J. et collab. : Etude sur la rentabilité de la culture attelée en REPUBLIQUE CENTRE AFRICAINE. 21 juillet 1965 - 21 septembre 1965.
- ANON : Camel traction in Soudan; Small Ruminant and Camel Group Newsletter (ETH). 1986 Vol. 5 p. 11-13
- ANDREW, D.J. : "Sorghum Varieties for the late season in Nigeria". Samaru reasearch bulletin 227. Zaria, Sumaru, Sumaru, Nigeria: Institute for Agricultural Reasearch, Samaru, Ahmadu Bello University. (1975)
- BENOIT- CATTIN : Effets socio-économiques du progrès technique sur des exploitations agricoles au Sénégal. Communication faite à la session de la société française d'économie rural présentant une exposition des travaux actuels des sciences humaines dans le monde rurale. PARIS INA 27-28 oct. 1978. BAMBEY ISRA 1977. BIB1203
- BERE A. : Contribution à l'étude de la traction bovine au Sénégal. DAKAR 1981.
- BICHAT H. : L'homme, la machine et le milieu rural. Revue Générale Africaine Industrie des Mines et Travaux Publiques. 1977.
- BIGOT - ANNES : Référence d'utilisation des animaux et du matériel agricole de traction attelée en milieu rural. BAMBEY IRAT 1974.

- BIGOT Y. : Revenus agricoles, diffusion des innovations techniques dans les unités expérimentales et conséquences immédiates des gestions individuelles et de politiques agricoles pour le sud Sine Saloum. BAMBEY IRAT 1974.
- BIGOT Y. : La traction animale et les relations agriculture-élevage en Afrique sub-saharienne. Document Systèmes Agraires. France. 1985 MONTPELLIER CIRAD DSA. 337 pages.
- BIGOT Y. : Productivité du travail, emploi et mécanisation agricole dans le centre de la Côte d'Ivoire. MAT Vol. 72 p. 15-27. 1981.
- BIGOT Y. : La culture attelée et ses limites dans l'évolution des systèmes de production en zone de savane de Côte d'Ivoire. Cahiers du CIRES. N° 30 p.9-29
- BIGOT Y. : Analyse comparée de transformations opérées par la traction animale et la motorisation agricole dans les systèmes agraires des zones cotonnières du Mali, du Burkina Faso et du nord de la Côte d'Ivoire. 1987. MONTPELLIER CIRAD. 19pages.
- BIGOT Y. : Traction Animale et Motorisation en Zone Cotonnière d'Afrique de l'Ouest. Document Système Agricole (France) 1991.
- BIGOT Y. - ESTOR G. : L'utilisation effective de la culture attelée lors de la mise en place des cultures dans le nord de la Côte d'Ivoire en 1976. MONTPELLIER CIDT. 9 pages.
- BILLAZ R. : Problèmes posés par l'évaluation d'un programme de culture attelée, l'exemple du Yatenga en Haute Volta. 1985.
- BINSWANGER : Le machinisme agricole: histoire comparée. BANQUE MONDIALE : PARIS. Rapport ARV N°1.
- BONNEFOND P. : Problème de rentabilité d'une action de développement agricole. L'opération SATEC en pays Mossi (Haute Volta). ORSTOM PARIS .

- BONTEMPI R. : Machinisme agricole et traction animale. SENEGAL. ZIGUINCHOR/ SAINT LOUIS. 1982.
- BOUDET G. - DUMAS R. : Intégration de la production animale dans l'exploitation agricole dans le cadre de l'aménagement des Voltas. MAISONS ALFORT; IEMVT 1975.
- CASSE et al. : Bilan des expériences de culture attelée en Afrique occidentale d'expression française, Guinée excepté. Bureau pour le développement de la production (BDPA). 3 vols. Ministère d'Aide et de la Coopération. FRANCE.
- CEEMAT : Mécanisation des exploitations individuelles des pays chauds. Séminaire. PARIS.
- CESAR : Elevage et agriculture dans le nord de la Côte d'Ivoire: l'utilisation pastorale de la savane. Cahiers de la Recherche Développement. FRANCE. N° 7 p. 11-15.
- CROWDER L.V. et CHEDDA H.R. : Forage et foeder crops. in Food Crops of the Lowland Tropics. Edité par C.L.A. leakey et J.B. Wills. Oxford University Press. 1977.
- FORT J. : Mécanisation des pratiques agricoles traditionnelles en zone sahéenne du nord. Machinisme Agricole Tropicale 1973 N° 41 p. 34 - 40.
- FOURNIER A. : La culture attelée au nord Cameroun. Bilan et perspectives d'avenir. 1973.
- FOURNIER A. : La culture attelée et l'association agriculture-élevage dans la province du nord Cameroun. Bilan d'une innovation technologique en milieu traditionnel soudano-sahélien. PARIS, EPHE 1974.
- GAURY C. : "Agricultural Mechanisation" in Food Crop of in the Lowland Tropics. 1977
- GERDAT (Groupe de Travail "Economie Rural") : L'introduction du progrès technique dans les systèmes de production agricole de l'Afrique de l'Ouest. PARIS GERDAT 1982.

- GERDAT : Actes de séminaire : Thèmes : Filière des produits vivriers, condition de développement de la culture attelée. MONTPELLIER 14-18 sept. 1981. PARIS. GERDAT 1982.
- GOE M.R. - HAILU M. : Animal Traction. ILCA. ADDIS ABEBA. ILCA 1983.
- GREGOIRE R. : La culture attelée en zone soudano-sahélienne. Courrier C.E. ACP 1976; (37) 31-34
- HAUDRICOURT A. et al. : L'homme et la charrue à travers le monde. Géographie Humaine. Gallimard PARIS 1953. 487 pages.
- HERBLOT G. : Culture avec traction animale. Journée d'étude sur la traction animale du 56ème SIMA. M.A.T n°91 p.3-80. PARIS.1985.
- INNS F.M. : L'énergie animale dans les systèmes de production agricole, spécialement en Tanzanie. Revue Mondiale Zootechnique. (34) p.2-10.1980.
- JAEGER W.K. : Agricultural mechanization : the economics of animal traction in Burkina-Faso. Ph.D.Th. Stanford University. 1984. 261 pages
- KLINE et al. : Agricultural mechanisation in équatorial Africa. Research Report n°6. East Lansing, Michigan : Institute of International Agriculture, Michigan State University.
- KOUBLENOU A. : Animaux de trait et développement agricole, la culture attelée comme moteur du développement agricole dans la région des savanes. Mémoire DESS Sciences-éco. MONTPELLIER 1981.
- LABROUSSE G. : Historic-Economic aspects of the development of mechanised cultivation of food crops in tropical countries. BAMBEY, SENEGAL : Agricultural Research Center. 1971.
- LASSITER G. : The impact of animale traction on farming system in Eastern Upper Volta. CornellUniversity. 1982. 291 pages.
- LHOSTE PH. : L'évolution de la culture attelée au Siné Saloum (1970-1981). SENEGAL (DAKAR) LNERV 1982.

- LOSCH B. : Situation économique et financière des exploitations suivies dans le département de Boundiali et les thèmes techniques proposés par le projet national de promotion de la mécanisation paysanne. CIMA. BOUAKE. 1987
- MARTI A. - ALLAFORT : La traction animale. Mémoire et travail de l' IRAT. IRAT 1985.
- NICOU R. - POULAIN J.F. : Les effets agronomiques du travail du sol en zone tropicale sèche. Machinisme Agricole Tropicale. Janvier-mars 1972.
- PARE J. : La traction asine en Haute Volta. Les risques d'érosion et l'extension des cultures. PARIS. IRAT 1962.
- PLANCHET C. : La traction bovine . Thèse ALFORT 1946 n° 86. PARIS 1946.
- RAMOND C. : Comparaison de deux modes d'exploitation au Sénégal oriental en culture entièrement manuelle, en culture attelée bovine. BAMBEY. SENEGAL. CNRA. 1967. 24 pages
- RANAIVOZAFY P. : La traction animale dans l'agriculture malgache. Thèse ALFORT 1978. PARIS 1978.
- RICHARD J.F. : Quinze années de diffusion de la traction bovine au Sénégal, le cas des unités expérimentales au Siné Saloum. 1981.
- SARGENT M.W. et al. : Une évaluation de la traction animale dans les pays francophones d'Afrique de l'ouest. East Lansing. Michigan State University, département of agricultural economics. 1981.
- TOURTE R. et al. : Thèmes légers - Thèmes lourds : Systèmes intensifs : Voies différentes ouvertes au développement agricole du Sénégal. Agronomie Tropicale XXVI mai p. 632-671.
- TOURTE R. et al. : Le rôle du facteur mécanique (travail du sol) dans la création et l'amélioration du profil culturel en zone tropicale sèche, incidence sur la productivité agricole Colloque. sur la fertilité des sols tropicaux. TANANARIVE. Novembre 1967.

TRAN VAN NHIEU J. : La culture avec traction animale à Madagascar. ANTHONY. CEEMAT 1979.

VIETMEYER : La science ignorée de l'énergie animale. CERS 1982. (88) 42-45.

VIGNOLLES P. : Description des thèmes relatifs à l'élevage dans le projet SODEVA-KAOLACK. 1977.

VISSAC B. : Traction animale et système agraires. JOUY EN JOSAS. INRA- CNRI 1982.

WATSON P. : Animal traction. Artisan Edition Summit. N.J. artisan édition. 1983.