9. Les matériels moins courants

9.1 Introduction

Ce chapitre traite des matériels à traction animale qui sont rarement utilisés par les petits exploitants. Leur emploi restreint peut être dû à:

- une grande spécialisation,
- leur appartenance à une technologie nouvelle encore peu, ou pas, diffusée,
- une inappropriation aux petites exploitations, des points de vue économique, social ou technique.

D'autres ouvrages ont décrit ce type de matériel dans le cadre d'une présentation générale; leur mérite est d'offrir un vaste panorama d'applications de matériels et de conceptions, mais ils ont, malheureusement, donné l'impression injustifiée que ces matériels sont largement utilisés et adoptés. Dans le présent ouvrage, nous avons délibérément pris le parti d'accorder une réflexion séparée à ces technologies particulières, dans la mesure où elles peuvent être source de problèmes spécifiques si leur introduction se fait sans une soigneuse planification. Dans les pages qui vont suivre, les technologies elles-mêmes seront très brièvement étudiées; par contre, on y trouvera quelques sources d'informations complémentaires. Notre objectif est de lancer, ainsi, un avertissement à la prudence aux personnes concernées par le développement de ces technologies, et de les inciter à s'appuyer sur les expériences du passé.

9.2 Les polyculteurs

Les polyculteurs sont des matériels qui peuvent être employés pour le labour, le semis,

Fig. 9-1: Le polyculteur Nikart évalué en labour par un paysan, au Mali, en 1986. Le paysan jugea ce matériel intéressant ... mais l'abandonna l'année suivante. (Photo: Bart de STEENHUYSEN PITERS)

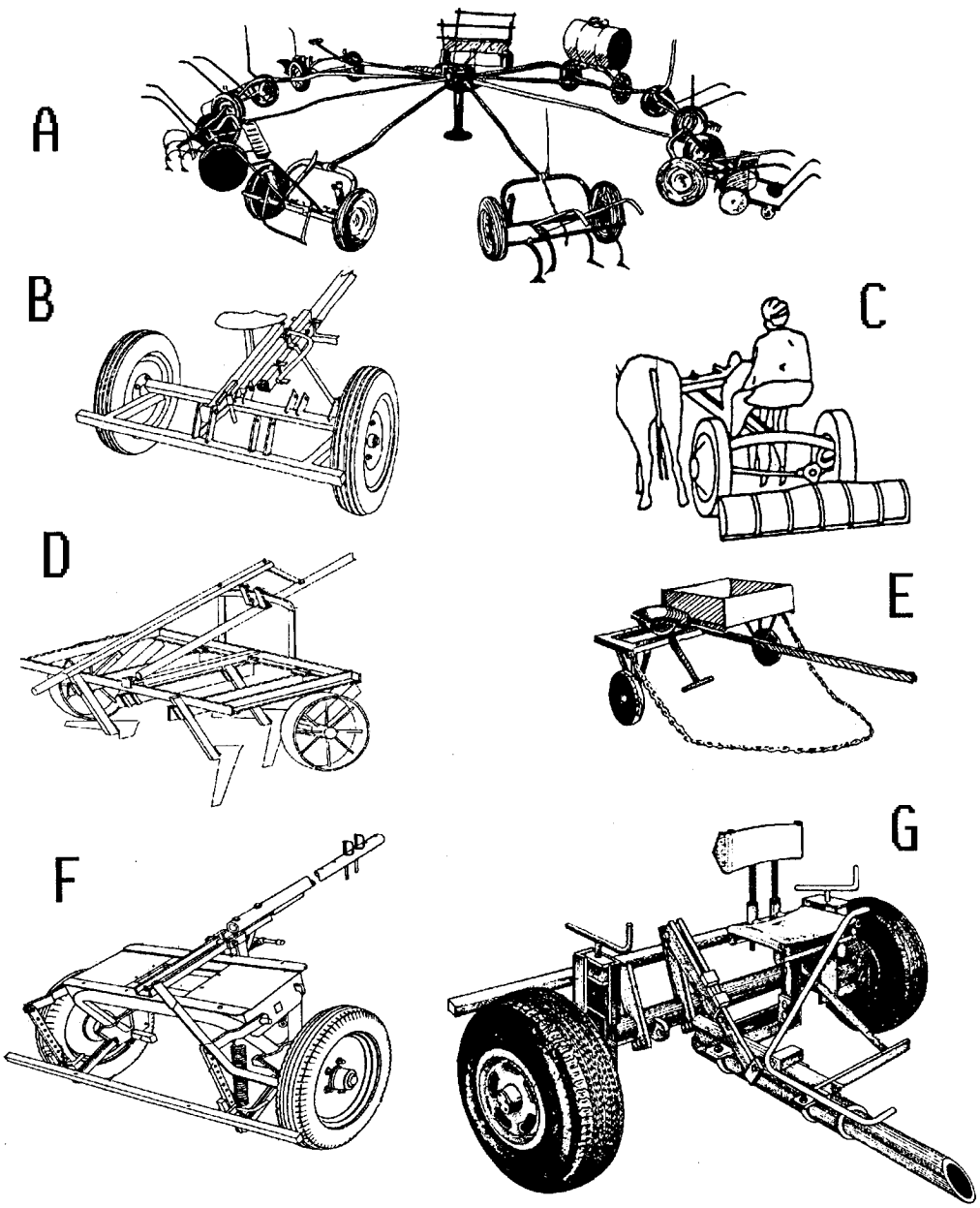


Fig. 9-2: Quelques polyculteurs.

A: Le polyculteur mis au point par J. NOLLE au Sénégal, entre 1955 et 1960, représenté ici dans neuf fonctions.

B: Le polyculteur mis au point par le NIAE, en Grande-Bretagne, de 1959 à 1968.

C: Le polyculteur Nair mis au point en Inde, de 1960 à 1963.

D: Le Mochubi, mis au point au Botswana, de 1973 à 1979.

E: Le Lioness mis au point en Grande-Bretagne, en 1982-83 .

F: Le Tropicultor, mis au point par J. NOLLE à Madagascar et en France en 1962 et à l'Icrisat, en Inde, de 1975 à 1987.

G: Le Yunticultor inspiré du Nikart, et mis au point en Inde par l'Icrisat et l'AFRC-Engineering de 1978 à 1987.

(Sources: A: STARKEY, 1988; B: WILLCOKS, 1969; C: CEEMAT, 1971; D: ESHLEMAN, 1975; E: STARKEY, 1988; F: ICRISAT, 1985; G: SIMS et al., 1985)

le sarclage et le transport. Il s'agit généralement de matériels de type assis, également connus sous l'appellation «tracteurs à bœufs», image qui plaît beaucoup aux politiciens et aux agences de coopération. Dans différents pays, de 1955 à 1987, on a mis au point au moins cinquante modèles de polyculteurs, présentant des degrés de complexité divers.

La plupart des polyculteurs comprennent un châssis métallique monté sur deux roues, généralement à pneumatiques, et un timon rigide Le châssis porte une barre porte-outils qui peut être relevée ou abaissée; elle peut recevoir toute une gamme d'outils, notamment: corps de charrue, dents de sarclo-binage ou corps billonneurs. Ces matériels comportent généralement un siège pour l'opérateur, et sont transformables en charrettes.

C'est en 1955 que l'ingénieur français Jean NOLLE a développé au Sénégal une conception novatrice (NOLLE, 1986). Les modèles de NOLLE les plus célèbres sont le *Polyculteur* et le *Tropicultor*, qui ont été expérimentés dans plus de 25 pays. En 1960, le British National Institute of Agricultural Engineering (NIAE) a mis au point et expérimenté un prototype en Afrique orientale, et des matériels dérivés de ce modèle ont été diffusés dans plus de 20 pays (WILLCOCKS, 1969). Plus récemment, de 1974 à 1986, l'ICRISAT a initié un important programme de recherche portant sur l'utilisation de polyculteurs dans un système de production basé sur les «planches larges». Ce programme a mis en valeur le Tropicultor, et débouché sur la mise au point d'un nouveau modèle de polyculteur, c onnu sous le nom de *Nikart* en Inde (BANSAL et THIERSTEIN, 1982; ICRISAT, 1983; KEMP, 1983, 1987).

Dans l'ouvrage très complet qu'il a rédigé, en 1988, sur l'histoire du développement des polyculteurs, P. STARKEY arrive à la conclusion que sur les quelque 10 000 unités de ce type produites de 1956 à 1986, le nombre de polyculteurs effectivement utilisés comme matériels polyvalents est resté *négligeable*: la plupart ont, en effet, été soit abandonnés, soit utilisés comme charrettes – très chères – qui, en raison des contraintes dues à la polyvalence, se sont révélées en réalité moins efficaces que des charrettes simples. Si les polyculteurs n'ont pas été adoptés par les agriculteurs, c'est en raison de leur coût et de leur poids élevés, de leur manque de maniabilité, de leur fonctionnement délicat, de la complexité des réglages et des difficultés pour passer d'une fonction à l'autre. Le principe même de la polyvalence, c'est-à-dire le fait d'associer plusieurs fonctions sur une seule machine, a augmenté le risque et réduit la souplesse qu'offre la disponibilité d'une gamme de matériels monovalents. La conception de ces polyculteurs a été un compromis entre des impératifs difficilement compatibles. Dans la plupart des cas, les paysans pouvaient utiliser, pour le même prix (voire à moindre prix), des charrues monovalentes, des semoirs, des houes et des charrettes, et obtenir des résultats équivalents (voire meilleurs) en encourant moins de problèmes et moins de risques.

STARKEY (1988) fait observer que l'attitude négative des paysans – qui en fait s'est manifestée dès le début des années 60 – n'a pas empêché, en 1980 encore, la plupart des personnes travaillant pour des agences de coopération, des centres internationaux et des programmes agricoles nationaux, d'avoir *l'impression* que les polyculteurs étaient largement adoptés dans certains pays. Ces impressions ont été alimentées par la

diffusion de nombreux rapports particulièrement favorables et optimistes. La totalité des polyculteurs mis au point se sont révélés adéquats et, la plupart du temps, efficaces, et offrant une très grande précision pour les travaux conduits dans les conditions optimales des stations de recherche, et la majorité des publications reprennent ce type d'expériences. Les modèles économiques établis ont démontré que l'emploi de ces matériels est théoriquement rentable, sous réserve que soient réunies de nombreuses hypothèses concernant la dimension des exploitations et les normes d'utilisation. Il n'existe, en revanche, pratiquement aucune publication traitant des vrais problèmes qu'affrontent les agriculteurs dans les conditions écologiques et économiques réelles.

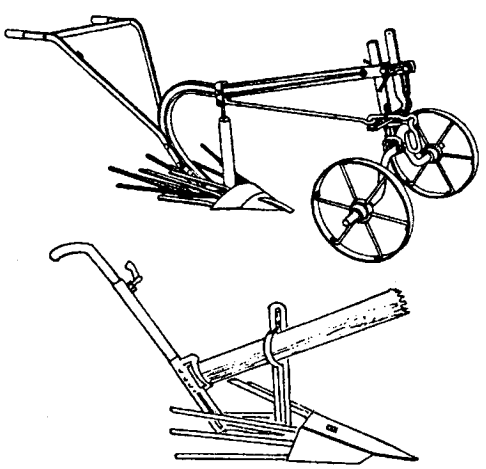
Le concept de polyculteur est très séduisant, et de nombreux modèles techniquement adéquats sont disponibles. Cependant, STARKEY (1988) estime que l'avenir de tels matériels dans les systèmes de production actuels en Afrique, en Asie et en Amérique latine est plutôt sombre. Les organismes désireux d'expérimenter ou de concevoir de nouveaux polyculteurs, feraient bien de revoir en détail les expériences acquises sur des projets antérieurs. Des détails sur plusieurs d'entre eux sont présentés dans l'ouvrage de STARKEY (1988), et les adresses de quelques organismes, qui ont travaillé sur cette technologie en Afrique, figurent dans l'Annuaire de la traction animale du GATE sur l'Afrique (STARKEY, 1988).

9.3 Les matériels de récolte

Les souleveuses d'arachide à traction animale ont été étudiées dans un chapitre précédent (cf. 7.8). Ces matériels sont très largement employés; il s'agit soit d'outils monovalents, soit d'outils adaptables sur multiculteurs.

Les souleveuses sont rares dans les pays tropicaux. Les matériels à traction animale sont mal adaptés au soulevage du manioc, car c'est une culture à système radiculaire ligneux et profond, dont la récolte se déroule généralement quand le sol est dur, ce qui suppose une force de traction très élevée pour permettre à la lame de passer sous les racines. La coupe de la plante pour permettre le soulevage en culture attelée limiterait la possibilité d'utiliser les longues tiges pour arracher à la main les tubercules réticentes. L'igname est généralement cultivé dans des régions où la traction animale est fort peu répandue. En Côte d'Ivoire, la culture sur billons de petites variétés d'igname et le soulevage en culture attelée ont été expérimentés, mais quelques problèmes se sont posés pour parvenir à associer des pratiques

Fig. 9-3: Souleveuse de pommes de terre.
En haut: Ancien modèle européen.
En bas: Prototype mis au point pour le Pérou.
(Sources: CEEMAT, 1971; HERRANDINA, 1987)



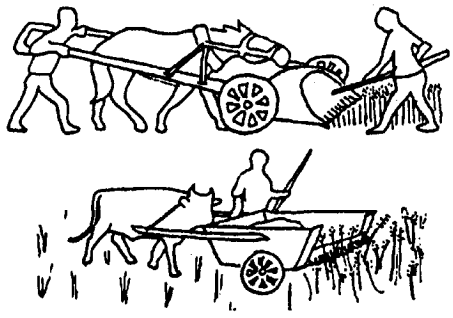


Fig. 9-4: Anciens modèles de récolteuses poussées par des animaux. (Source: GILL, 1977)

culturales efficaces, des variétés appréciées par la population et un soulevage facile (BIGOT *et al.*, 1983). Les pommes de terre cultivées sur billons sont mieux adaptées au soulevage mécanique et il existe plusieurs modèles commercialisés de souleveuses à traction animale d'origines chinoise, indienne, marocaine, polonaise et (ITP, 1985).

Le matériel à traction animale pour la récolte des céréales existe depuis longtemps. Il existe des traces de l'existence de moissonneuses gallo-romaines: elles se composaient d'une charrette à deux roues *poussée* par des animaux, munie d'un peigne et d'une lame réglables à l'avant; au fur et à mesure quelles avançaient dans le champ de céréales, les épis étaient coupés et tombaient dans la charrette, la plus grande partie de la paille restant sur pied dans le champ. Puisqu'il n'existe plus d'exemples de ce type en service de nos jours, il est difficile d'évaluer les problèmes de «bourrage» et de pertes au champ que pouvaient entraîner un tel système (SMITH, 1979; GILL, 1977). Des formes dérivées ont été employées au Royaume Uni au XVIII siècle, mais uniquement sur des terrains plats où la paille était abondante (SMITH, 1979). De 1840 à 1930 environ, des matériels plus complexes, cette fois non plus poussés mais *tractés* par des animaux, ont été très largement utilisés en Europe et en Amérique du Nord sur les céréales à tiges courtes, le blé et l'orge, notamment: les faucheuses et les moissonneuses. Nécessitant une force de traction élevée et une bonne vitesse, elles étaient souvent utilisées avec des chevaux puissants plutôt qu'avec des bovins (BINSWANGER, 1984). Et longtemps, la récolte motorisée représenta une solution peu réaliste.

Le CEEMAT (1971), la FAO (1972) et VIEBIG (1982) ont fourni des données illustrées et des détails sur les matériels à traction animale utilisés pour la récolte. Malgré quelques essais en régions tropicales, il n'existe pratiquement aucune publication concernant l'emploi de ce matériel dans des pays en développement, dans lesquels les bovins fournissent la plus grande part de l'énergie requise par l'agriculture, et où la plupart des céréales pluviales (sorgho, maïs et mil) ont de longues tiges. Les principales raisons de leur rejet semblent être:

- leur coût, trop élevé par rapport aux revenus qu'ils permettent sur une petite exploitation,
- leur complexité, qui implique des investissements considérables en temps de formation,
- le fait qu'ils peuvent être facilement endommagés par des souches ou des obstacles, ce qui limite leur utilisation aux terrains correctement nettoyés,
- leur poids élevé et leurs besoins importants en énergie et en vitesse.

Mais ces conditions, si elles peuvent être favorables à la récolte mécanique lorsque le revenu agricole est élevé, que les connaissances techniques sont d'un bon niveau et

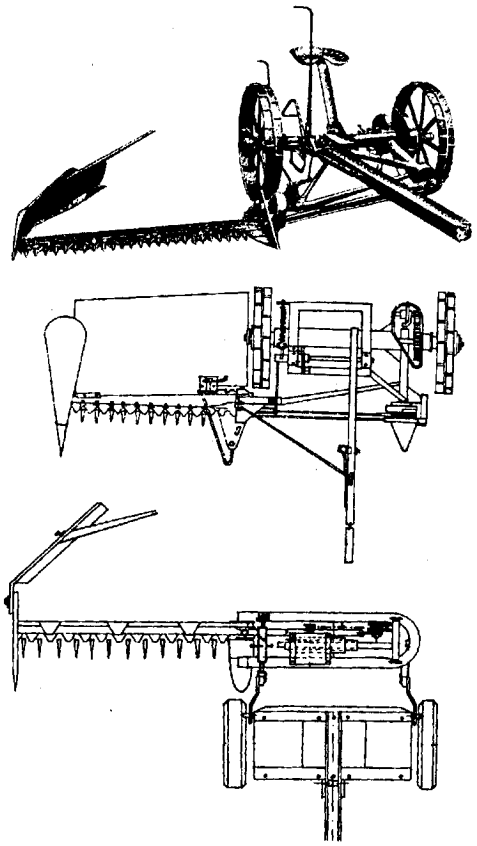


Fig. 9-5: Faucheuses à traction animale.
En haut: Ancien modèle européen.
au milieu: Prototype mis au point au Penjab (Inde).
en bas: Faucheuse adaptée sur le Tropicultor; la barre de coupe est entraînée par un petit moteur à essence monté derrière le polyculteur.
(Sources: VIEBIG, 1982; DEVNANI, 1980; NOLLE, 1986)

que le terrain est convenablement nettoyé, peuvent l'être également à la motorisation. De même, les circonstances qui favorisent la propriété en commun de matériels à traction animale ou leur location pour la récolte, sont également celles qui favorisent les solutions motorisées; ceci ne veut pas dire qu'aucun matériel à traction animale ne sera jamais adapté à la récolte dans les pays en développement, mais signifie plutôt que les passionnés de matériels à traction animale européens ou américains ne doivent pas s'attendre à pouvoir transférer facilement ces technologies dans les systèmes de production des petites exploitations africaines.

Des charrettes ou des porte-outils à traction animale équipés de faucheuses motorisées ont existé (NOLLE, 1986). Ils présentaient l'avantage de ne nécessiter qu'un petit moteur pour la faucheuse, les animaux fournissant l'énergie nécessaire au transport. Le coût moyen des petits moteurs à essence a baissé ces dernières années, mais les pays en développement ont de plus en plus besoin de devises étrangères pour les acheter. De plus, les faucheuses sont peu utilisées dans les pays tropicaux, car la production de foin et de fourrage vert pour l'ensilage y est problématique et la majorité des pâturages sont constitués d'herbes épaisses. A ce jour, l'emploi de tels matériels semble s'être limité aux stations de recherche pour des essais sur la production de fourrage. Bien qu'il n'existe pas d'informations conséquentes en faveur ou à l'encontre de ce type de matériel agricole, il s'agit bien d'un nouvel exemple d'un thème de recherche s'étant avéré étranger aux besoins des petits agriculteurs.

9.4 Les distributeurs d'engrais

Dans les petites exploitations des pays tropicaux, la plupart des engrais chimiques sont distribués manuellement (HOPFEN, 1969). Les distributeurs d'engrais monovalents à traction animale sont rares, mais ils existent encore sur le marché et ont été utilisés en Europe et en Amérique du Nord jusqu'au début de ce siècle (ITDG, 1985). Les raisons de leur emploi limité dans les pays en développement sont: l'utilisation restreinte des engrais chimiques et la facilité de distribuer

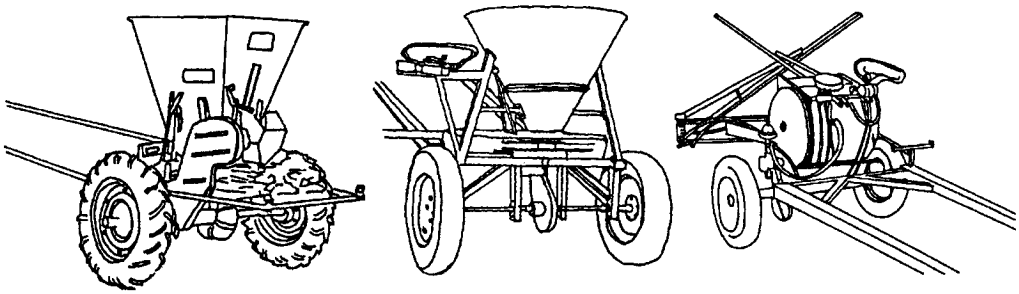


Fig. 9-6: Distributeurs d'engrais et pulvérisateur. L'acquisition de tels matériels ne se justifie qu'en cas d'importantes surfaces cultivées à traiter. (Source: ITP, 1985)

les engrais manuellement. Elles peuvent être aussi associées à la faible utilisation de semoirs de précision facilitant la distribution précise de l'engrais sur le rang, et permettant ainsi de l'économiser.

Des matériels combinés, très complexes, associant un distributeur d'engrais et un semoir, ont été mis au point dans de nombreux pays, mais sans grands succès commercial (MUNZINGER, 1985). Cela peut être dû à leur coût élevé et à leur complexité, ainsi qu'à la plus grande facilité à faire le travail manuellement. Des essais en station ont montré les avantages de ce matériel dans des conditions optimales. Il est souvent difficile pour les paysans de maintenir une distribution homogène des semences et des engrais en conditions réelles, moins régulières et plus rigoureuses. La nature hygroscopique de la plupart des engrais est un problème: les granulés deviennent collants en absorbant l'humidité de l'air et les organes de distribution perdent en efficacité. On citera également la corrosion très rapide des appareils métalliques utilisés pour distribuer les engrais.

A l'opposé des matériels de précision coûteux, beaucoup d'outils simples ont été fabriqués en Inde comme, par exemple des petites trémies en bois avec des tubes en PVC, reliées à des socs qui ouvrent le sol; les quantités nécessaires de semences ou d'engrais sont versées à la main dans la trémie; ce dispositif peut s'adapter sur des charrues existantes pour associer le semis et l'apport d'engrais, ou sur des sarcleuses pour assurer l'épandage d'engrais pendant le sarclage (Fig. 9-8).

Fig. 9-7: Un combiné d'épandeur d'engrais de surface sarcleuse mis au point à titre expérimental au Botswana. Un châssis de semoir a été utilisé; si l'on monte conjointement l'unité d'épandage et le semoir, on obtient un semoir combiné. (Source: ILO, 1983)

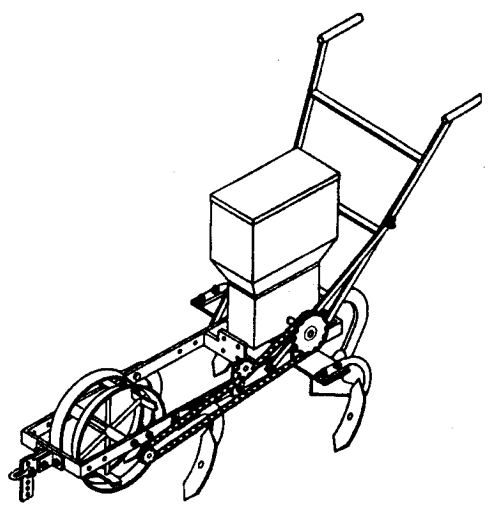
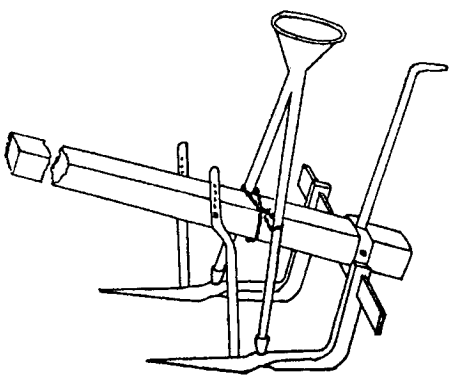


Fig. 9-8: Tropicultor équipé pour le semis et l'épandage d'engrais, sur la station de l'ICRISAT. L'engrais, déposé à la main dans une petite trémie, tombe par des tubes en matière plastique dans des sillons formés par les socs.
(Source: Archives ICRISAT)

Fig. 9-9: Détail du système de distribution à alimentation manuelle d'un semoir «Duphan» indien à deux rangs (variable pour distribution d'engrais).
(Source: GITE et PATRA, 1981)



Notre propos n'est pas de décourager ceux qui réalisent des travaux sur l'épandage d'engrais avec des matériels de culture attelée car les avantages d'une distribution précise et en temps voulu ne sont plus à vanter; néanmoins, des ingénieurs très enthousiastes d'au moins 20 pays d'Afrique, et plus encore d'autres pays, ont déjà consacré un temps considérable à l'étude d'autant de prototypes de semoirs combinés, hélas, sans grands résultats auprès du paysannat. Cette répétition vaine d'expériences similaires est un gaspillage énorme de ressources, et elle nous conduit à penser qu'il n'est pas suffisant de réaliser LE travail ad hoc sur le matériel pour connaître des résultats favorables dans ce domaine.

Fig. 9-10: Cloisonnage de billons sur une station de recherche en Gambie. (Photo: Archives AFRC-Engineering)

9.5 Les cloisonneurs de billons

L'association de billons pour former un réseau constitué de buttes et de sillons, peut améliorer la conservation des sols et de l'eau dans les régions semi-arides où les pluies annuelles sont de 400 à 700 mm. On a montré en station de recherche l'intérêt que peut présenter cette technique. Plusieurs modèles de cloisonneurs de billons à traction animale ont été mis au point, mais les paysans ne semblent pas leur manifester un réel intérêt. Au Nigéria, dans les années 60 (STOKES, 1963; ITDG, non daté) et en Gambie dans

Fig. 9-11: Expérimentation de cloisonneurs de billons adaptés sur le multiculteurs («Unibars»), dans une station de recherche en Gambie. (Photo: Archives AFRC-Engineering)

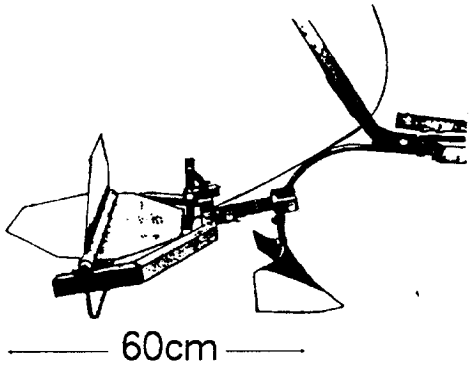


Fig. 9-12: Prototype de cloisonneur de billons mis au point par la SAFGRAD et l'IITA, au Burkina Faso (un câble de bicyclette est utilisé pour «déclenchér» le dispositif et lui permettre de tourner).
(Source: WRIGHT et RODRIQUEZ, 1986)

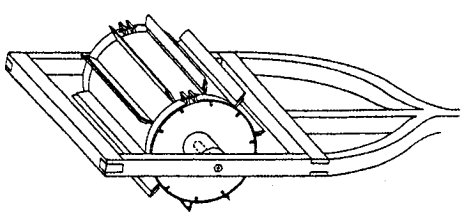
les années 70 (MATTHEWS et PULLEN, 1974), on a expérimenté des modèles simples, formant les creux entre les billons et que l'on devait soulever sur quelques mètres pour passer au-dessus des tas de terre, afin d'obtenir un billonnage cloisonné. C'est un travail très dur pour l'agriculteur et les animaux et peu de fermiers sont convaincus que le bénéfice justifie les efforts fournis. Au Burkina Faso, on a récemment mis au point deux prototypes de matériels de ce type à traction animale: le premier, conçu par des chercheurs de l'ICRISAT, est basé sur une billonneuse munie d'une grande roue porteuse excentrique qui modifie la profondeur à intervalles réguliers et forme ainsi des cloisons graduelles; le second, mis au point par des chercheurs de l'IITA et du SAFGRAD possède quatre pales positionnées à angle droit; l'opérateur fait tourner la lame de 90° et dépose ainsi le sol en formant un billon (WRIGHT et RODRIGUEZ, 1986). Au Brésil, le CPATSA, l'EMBRAPA et le CEEMAT ont aussi mis au point un cloisonneur de billons, adaptable sur le polyculteur du CEMAG (DURET et al., 1986).

On doit absolument signaler que, bien que les chercheurs soient très optimistes en ce qui concerne l'avenir de ces matériels, aucun modèle n'a encore été accepté par les agriculteurs. Au Burkina Faso, on peut obtenir de plus amples informations sur les recherches en cours auprès d'instituts comme l'ICRISAT et le SAFGRAD.

9.6 Les débroussailleuses à rouleaux

En Tanzanie et au Cameroun, des projets financés par la GTZ, ont expérimenté des rouleaux larges et lourds équipés de lames coupantes (BECKER, 1987; IAD, 1987). Les rouleaux ont une largeur variant de 60 à 100 cm; ils sont fixés sur des bâtis métalliques pivotants qui possèdent 6 à 12 lames (Fig. 9-13). Au fur et à mesure que le rouleau avance, les lames pivotantes coupent l'herbe, les petits buissons et les débris végétaux de la surface, laissant ainsi une sorte de paillis sur le sol. L'estimation du poids de ces matériels varie de 80 kg pour un modèle à huit lames testé au Cameroun (IAD, 1987), à 450 kg pour un prototype tanzanien à 10 lames (BECKER, 1987). Au Cameroun et en Tanzanie, lors d'essais préliminaires, on a utilisé ces rouleaux pour enlever les broussailles et les herbes avant la mise en culture. Les rendements ont été de 5-6 attelage-jour/ha (pour 4-5 heures par jour), alors qu'il faudrait 27-30 homme-jour pour ac-

Fig. 9-13: Prototype de débroussailleuse à rouleau, à bâti en bois (concept). (Source: BECKER, 1987)



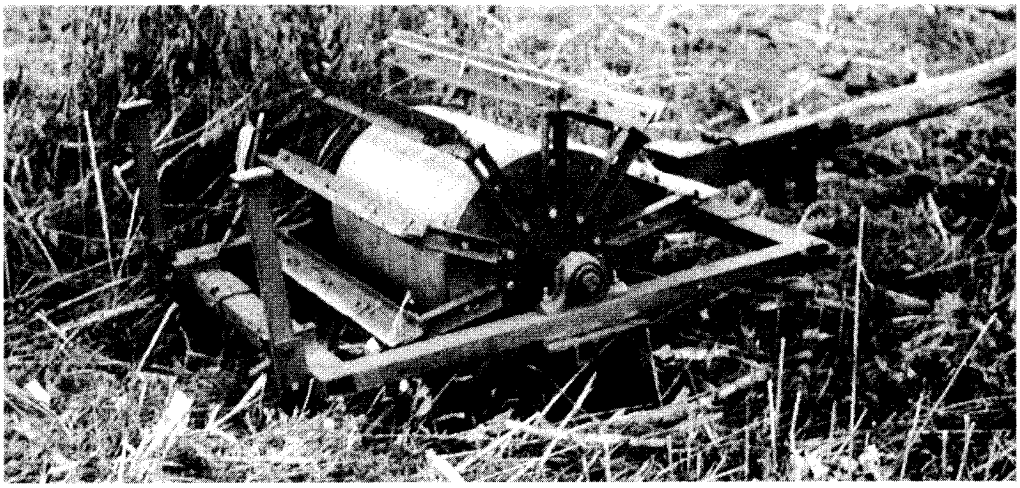


Fig. 9-14: Prototype de débroussailleuse à rouleau, à bâti métallique, mis au point en Tanzanie.
(Photo: Henner BECKER)

complir le même travail sans mécanisation. Les débroussailleuses sont très pratiques pour le sarclage dans les vergers et en arboriculture, et leur utilisation dans les systèmes basés sur les cultures en allées pourrait être intéressante.

Au début de l'année 1989, ces matériels n'étaient pas encore entièrement au point, bien qu'une pré-série ait été lancée au Cameroun. Il est trop tôt pour savoir si ces matériels remporteront un réel succès, mais on peut déjà prévoir les problèmes qui se poseront si les agriculteurs les adoptent. Les petits exploitants hésiteront à acheter ces matériels en raison de leur coût élevé et de leur emploi limité dans l'année. Différentes solutions de substitution à l'achat individuel, telles les systèmes de propriété collective ou de location de service, ont été envisagées pour permettre la diffusion de gros matériels à traction animale, mais en fait, peu ont réellement été appliquées. Les agriculteurs reculent parfois devant le poids excessif des matériels, leur manque de maniabilité au champ ou sur les plantations, et les problèmes de transport d'un champ à l'autre. Leur utilisation pour éliminer les herbes épaisses et les petits buissons peut être dangereuse pour les animaux: ils doivent ouvrir le chemin à travers les broussailles, devant le rouleau, et les tiges ligneuses des herbes et les arbustes peuvent leur occasionner des blessures aux yeux ou sur la peau. Normalement le bâti qui entoure les lames pivotantes est destiné à protéger les pieds des hommes d'éventuelles coupures, mais il faut toujours faire preuve de la plus grande prudence lorsque l'on conduit ce type d'engin.

Les essais préliminaires de ces débroussailleuses à rouleaux se sont révélés prometteurs. D'autres expérimentations seront menées au Brésil, au Cameroun, au Ghana et en Tanzanie avec la participation de la GTZ et de l'Université de Giessen. Pourtant, ce matériel n'est toujours pas populaire auprès des agriculteurs, et les personnes intéressées par cette technologie devraient tenter d'obtenir des renseignements récents avant d'aller plus avant. Il serait très utile de savoir si les agriculteurs estiment ces matériels

techniquement adaptés à leur système de production et économiquement acceptable. On peut obtenir de plus amples informations auprès de la GTZ (Allemagne), du TIRDEP (Tanzanie) et du PAFSAT (Cameroun) (pour obtenir des adresses, se reporter à l'annexe et à l'Annuaire du GATE sur la traction animale).

9.7 Les matériels pour l'aménagement des parcelles

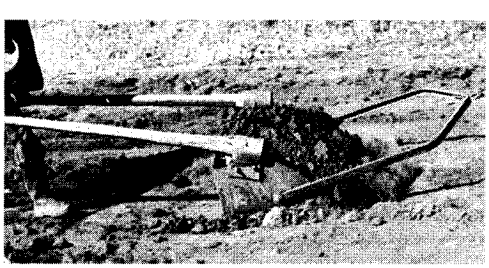
On utilise depuis longtemps, en Afrique notamment, des pelles à terre pour le planage ou la récolte dans l'eau (HOPFEN, 1960). Les pelles à terre sont constituées d'une plaque métallique sur laquelle sont fixées deux poignées de direction et une barre d'attelage mobile, métallique, en forme de «U» (Fig. 9-15).

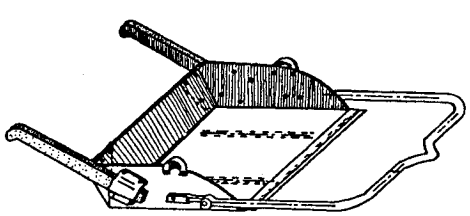
Excepté s'il est léger ou sablonneux, le sol doit être préalablement ameubli à la charrue ou aux dents. Plus récemment, on a utilisé au Kenya ce type de pelles avec des ânes, pour la récolte en zone inondée (ITDG, 1985), et en Ethiopie, pour creuser des mares à l'aide d'attelages de bovins. En Ethiopie, les paires de bœufs peuvent déplacer 8 à 10 m^3 de terre par jour (ABIYE ASTATKE, BUNNING et ANDERSON, 1986). Bien qu'elles soient solides, les pelles sont assez coûteuses et demandent une force de traction considérable, raison pour laquelle elles sont souvent communautaires.

De simples planches, ou des madriers, sur lesquels se tiennent les ouvriers sont couramment employés pour les travaux de planage entre le labour et le semis, principalement les parcelles appelées à être mises en eau. Les formeuses de diguettes à traction animale s'utilise depuis longtemps en Asie pour préparer des billons en courbe de niveau dans les rizières irriguées (HOPFEN, 1969). On a expérimenté en Afrique des modèles constitués de deux planches assemblées pour former un «V»; en dehors de Madagascar, ils sont peu utilisés. Ce manque de popularité en Afrique peut s'expliquer par la faible utilisation des animaux de trait en cultures irriguées, et la grande force de traction requise par les matériels; de plus, les diguettes formées avec ces matériels ne résistent pas aux fortes pluies.

Les différentes techniques de préparation du sol pour la conservation de l'eau et du sol, par exemple la confection de terrasses ou de

Fig. 9-15: Pelles à terre (ou ravales) utilisées pour le planage, pour creuser des bassins ou récolter des cultures irriguées.
A gauche: Pelle à terre du CIPEA (Ethiopie). (Photo: Paul STARKEY)
A droite: Pelle à terre indienne. (Source: PATHAK, 1984)





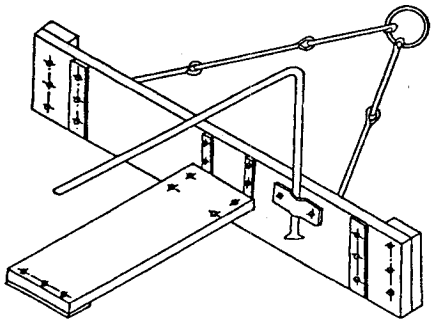


Fig. 9-16: Décapeuse à queue.
(Source: PATHAK, 1984)

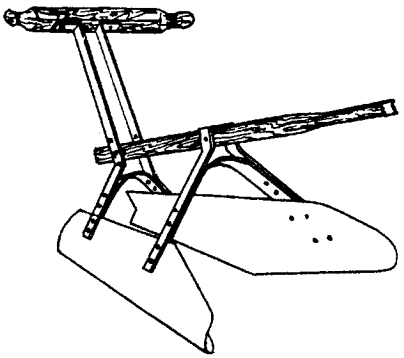


Fig. 9-17: Formeuse de diguettes.
(Source: CEEMAT, 1971)

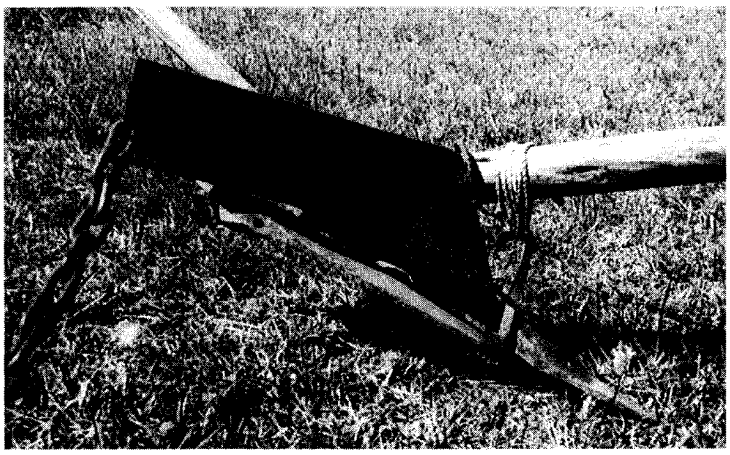
diguettes, peuvent faire appel à des charrues à socs, des billonneuses, des herses ou des niveleuses. Des recherches menées en Inde par l'ICRISAT, et en Ethiopie par le CIPEA, ont démontré que la culture en planches larges peut améliorer le drainage de sols lourds et noirs (Vertisols), et augmenter ainsi les rendements lors d'essais en conditions réelles. L'ICRISAT a mis au point des systèmes de culture en planches larges en utilisant des polyculteurs; bien que les essais se soient avérés encourageants (RYAN et VON OPPEN, 1983), les paysans ont peu adopté les polyculteurs (STARKEY, 1988). En Ethiopie, le CIPEA a expérimenté sommairement les polyculteurs, mais a décidé de perfectionner les matériels déjà utilisés localement pour les travaux de

Fig. 9-18: Planage effectué à l'aide d'une pelle à terre en bois, en Egypte. (Photo: Paul STARKEY)

Fig. 9-19: Evaluation d'un polyculteur GOM équipé de corps billonneurs et d'une lame de nivellement sur une Station de Recherche du CIPEA, en Ethiopie. Cette adaptation ayant été jugée trop coûteuse pour former les planches larges pratiquées dans les systèmes de production locaux, la possibilité d'utiliser une maresha, modifiée dans cette optique, fut étudiée. (Photo: Highlands Programme du CIPEA)

préparation du sol. En Ethiopie, JUTZI, ANDERSON et ASTATKE (1986, 1988) ont étudié des *maresha* améliorées, employées pour la construction de terrasses et la formation de planches larges. Au départ on a utilisé deux araires pour construire un nouveau profileur de planches, mais ils se sont révélés difficiles à transporter, et ils ne pouvaient plus ensuite servir pour le labour normal; on a donc construit un nouveau modèle, comprenant deux araires assemblés provisoirement pour former un seul matériel

Fig. 9-20: Maresha équipée, à titre expérimental, d'un versoir en vue d'une utilisation pour la formation des terrasses et de planches larges. (Photo: Paul STARKEY)



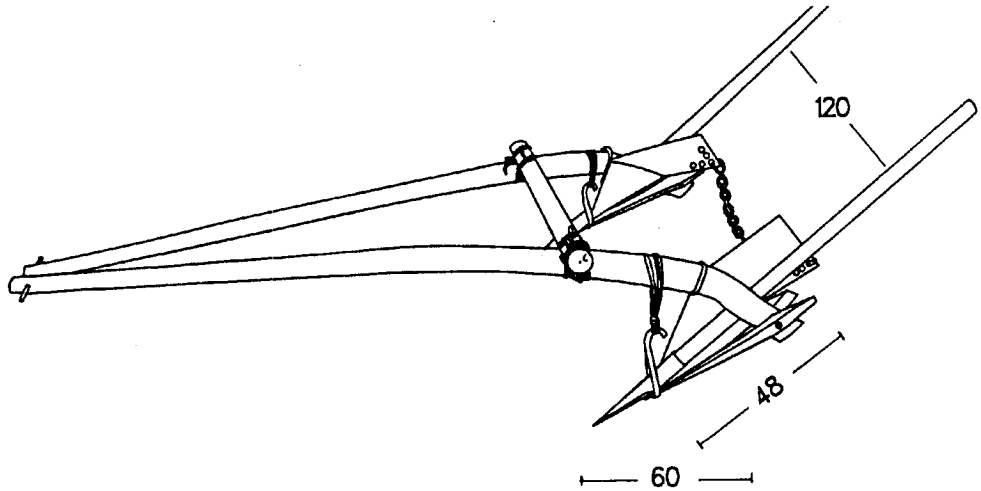


Fig. 9-21: Prototype de formeuses de planches larges mis au point en Ethiopie; il s'agit en fait de deux mareshas (temporairement) réunies et équipées de versoirs en acier doux (cotes en cm). (Source: CIPEA, 1988)

(ILCA, 1988; Fig 9-21). Des socs rudimentaires en acier sont fixés aux araires pour former les billons et les planches larges. Le travail qui est mené par le CIPEA, le ministère de l'Agriculture éthiopien et les agriculteurs locaux en est encore à ses débuts et il est trop tôt pour savoir si cette technologie sera acceptée. Le profileur de planches est très intéressant car il utilise uniquement des matériaux locaux et fait appel à un savoir-faire préexistant. Les premiers résultats agronomiques sont positifs et montrent que même avec des intrants limités, la technique des planches larges est plus en mesure d'as-

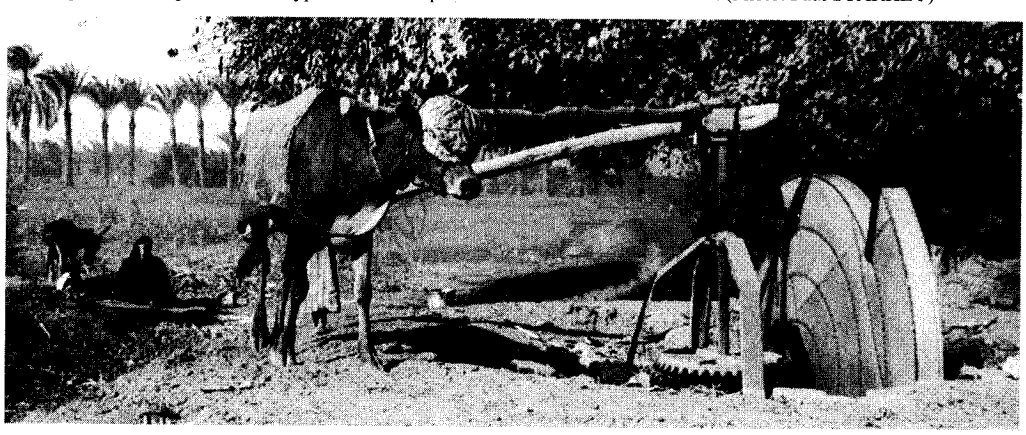
Fig. 9-22: Planage d'une parcelle en Egypte après un labour et avant la mise en eau et le semis. La planche à niveler est constituée, ici, d'un madrier sur lequel se tient le conducteur. (Photo: Paul STARKEY)

surer les récoltes que les systèmes traditionnels. Les inconvénients des profileurs de planches sont les suivants: premièrement ils sont plus longs à fabriquer; deuxièmement la force de traction requise est plus élevée que pour une maresha rudimentaire, et, enfin, ils sont moins maniables au champ. Des recherches sont menées sur des semoirs simples, des désherbeuses à lame et des distributeurs d'engrais qui pourraient s'adapter sur les profileurs de planches. Cependant, au début de l'année 1989 ces modèles en étaient encore au stade de la conception, et il n'est pas certain que le «profileur-maresha» se transforme en un matériel polyvalent, comme le polyculteur. De plus amples informations, concernant la maresha améliorée et le profileur de planches, sont disponibles au CIPEA.

9.8 Les matériels d'exhaure de l'eau

On utilise depuis des siècles, en Afrique du Nord et en Asie, des types traditionnels de roues hydrauliques à traction animale – les norias –, et divers systèmes qui permettent un écoulement permanent d'eau d'irrigation (LÖWE, 1986; KENNEDY et ROGERS, 1985; Inter Tropiques, 1985). Ces systèmes utilisent des matériaux et les sources d'énergie disponibles sur place, et peuvent être fabriqués et entretenus par les artisans locaux. On peut citer, parmi les modèles éprouvés, la «roue persane» et la «sakieh» égyptienne. La roue persane comprend une boucle de corde continue, munie de récipients métalliques qui plongent dans l'eau, remontent, et se vident, juste après avoir atteint le sommet de la roue. La boucle portant les seaux peut être relativement longue; on peut alors réaliser des puisages de 5 à 20 m de profondeur. La sakieh est très efficace pour puiser l'eau de puits peu profonds et la remonter jusqu'aux canaux d'irrigation. En effet, l'eau n'est pas remontée plus haut que nécessaire, contrairement à ce qui arrive avec d'autres systèmes d'irrigation; elle est élevée dans les compartiments d'une spirale, par la rotation de cette dernière, et déversée axialement dans une auge latérale (Fig. 9-24). La hauteur sur laquelle l'eau peut être puisée est limitée par le rayon de la roue qui ne dépasse pas 2 mètres. Cette caractéristique limite l'emploi de ces matériels à des condi-

Fig. 9-23: Sakieh (ou tympan à développantes) actionnée par un bœuf, utilisée en Egypte pour l'irrigation. Des milliers d'exemplaires de dispositifs de ce type sont utilisés pour élever l'eau à faibles hauteurs. (Photo: Paul STARKEY)



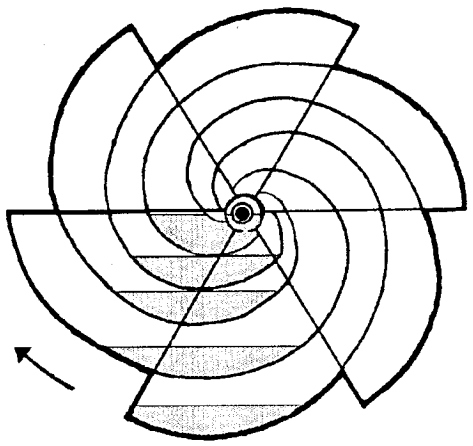


Fig. 9-24: Schéma de la roue d'une sakieh. Lorsque la roue tourne, l'eau est puisée dans les compartiments de la spirale et est déversée au centre dans une auge latérale, l'eau étant ainsi élevée à une bonne hauteur.

tions très particulières: régions plates proches des rivières, lacs ou canaux d'irrigation, ou régions où la nappe phréatique est peu profonde. Le rendement des sakiehs est de l'ordre de 50 à 80 $m^3 h^{-1}$, pour 1 m d'élévation. En Egypte, une seule sakieh peut assurer l'irrigation de 6 à 10 hectares de cultures (LÖWE, 1983; W.BOIE, communication personnelle, 1989).

Dans les régions où l'on utilise des systèmes traditionnels d'exhaure de l'eau, les projets de développement et les organismes d'aide technique ont essayé d'améliorer ces modèles traditionnels, et, dans certains cas, ont mis au point des prototypes entièrement nouveaux (TAINSH et BURSEY, 1985; KENNEDY et ROGERS, 1985; BAQUI, 1986). On notera toutefois que, dans certains pays en développement, notamment l'Inde et l'Egypte, des systèmes de pompage, électriques ou diesel, sont en train de remplacer rapidement les systèmes traditionnels à traction animale; les agences gouvernementales encourageant et subventionnant cette évolution.

Les systèmes d'exhaure de l'eau à traction animale sont absents ou rares dans la plupart des pays de l'Afrique au sud du Sahara. Cependant, on a rencontré dans plusieurs pays de sérieuses difficultés pour l'achat et l'entretien des systèmes d'irrigation basés sur

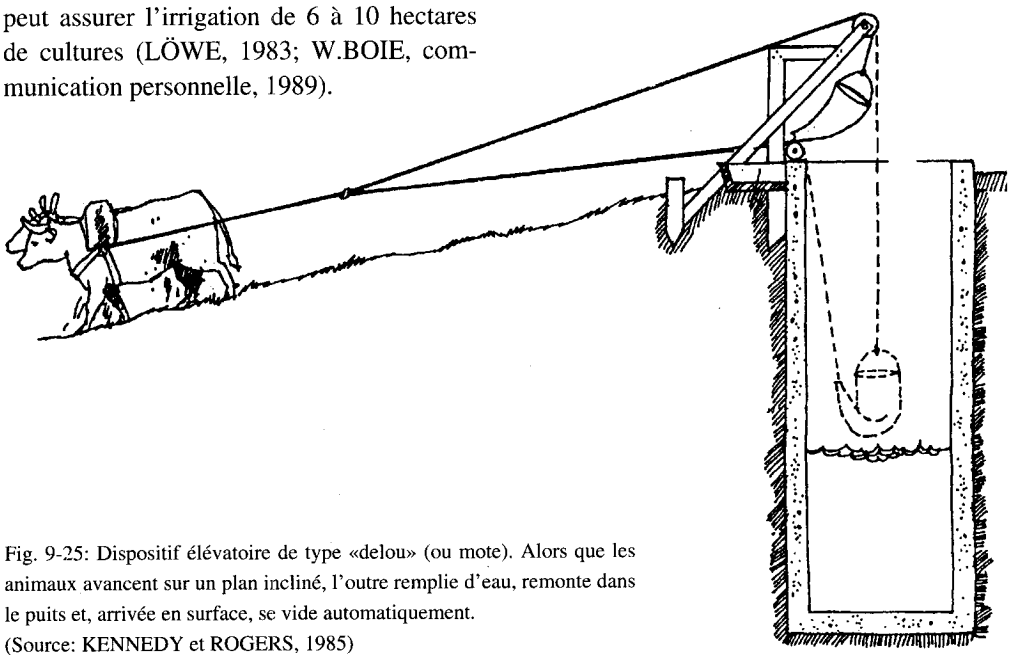


Fig. 9-25: Dispositif élévatoire de type «delou» (ou mote). Alors que les animaux avancent sur un plan incliné, l'outre remplie d'eau, remonte dans le puits et, arrivée en surface, se vide automatiquement.
(Source: KENNEDY et ROGERS, 1985)

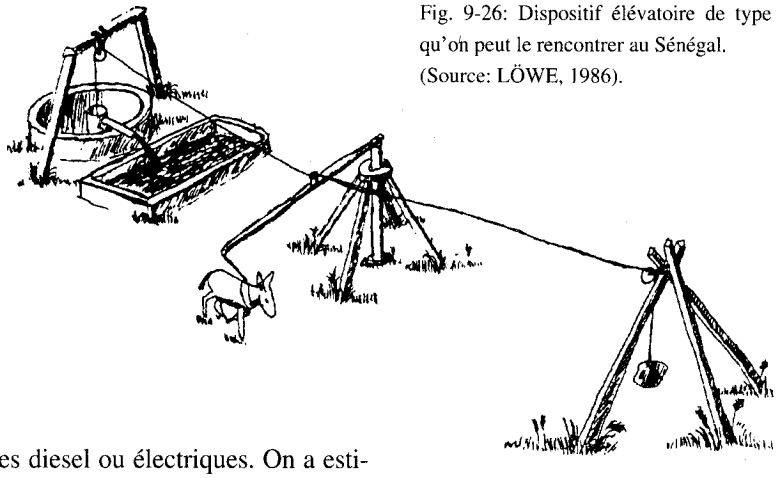


Fig. 9-26: Dispositif élévatoire de type «sahores» tel qu'on peut le rencontrer au Sénégal.
(Source: LÖWE, 1986).

des pompes diesel ou électriques. On a estimé alors que les systèmes à traction animale pouvaient fournir une solution adéquate. En effet, l'emploi de l'énergie animale est considéré comme une des méthodes les plus économiques pour puiser l'eau à de faibles profondeurs (HALCROW, 1983). Bien que cette solution ne soit pas dénuée d'intérêt, elle doit cependant être considérée avec prudence. Si l'on ne peut disposer sur place de la qualification «traditionnelle» requise, l'installation de modèles «traditionnels» demandera un effort d'encadrement et de formation particuliers. Tous les systèmes mécaniques d'exhaure de l'eau exigeant un minimum d'entretien, l'introduction de techniques d'irrigation utilisant la traction animale implique la formation des artisans locaux à la maintenance de ces systèmes (LÖWE, 1986). Un projet a été mené par la FAO afin

Fig. 9-27: Un dispositif élévatoire simple et bon marché, au Niger. Les animaux parcourent une distance d'environ 80 m (correspondant à la profondeur du puits) tirant une corde au bout de laquelle est attachée une outre de 25 l de capacité; lorsque l'outre arrive à la surface, elle est vidée manuellement, les animaux font demi-tour, l'outre retombe dans le puits, et ainsi de suite ... (Photo: Paul STARKEY)

de résoudre ce problème: des artisans marocains sont allés former leurs confrères mauritaniens à la fabrication et à l'entretien des modèles marocains de matériels pour l'exhaure de l'eau (BOURARACH, 1987).

Dans les pays sahéliens, bien que plusieurs projets de coopération s'intéressent aux possibilités d'emploi de la traction animale pour l'irrigation, rien ne permet de penser aujourd'hui que ces techniques peuvent effectivement être introduites dans le contexte économique et social actuel. Aussi, bien que cette possibilité soit intéressante, on ne saurait trop recommander aux organismes impliqués dans cette problématique de prendre contact avec des personnes compétentes impliquées dans ces projets, et de rassembler toutes les informations nécessaires afin d'avoir une vue d'ensemble très récente dans ce domaine particulier.

Pour les besoins domestiques et l'alimentation en eau des animaux et des petits potagers, le puisage de l'eau à l'aide d'animaux tirant sur des cordes est une technique simple qui a fait ses preuves (Fig. 9-27). Ce système peut être employé quelle que soit la profondeur du puits, mais il prend toute sa valeur pour des puits très profonds pour lesquels les systèmes de pompage sont difficiles à mettre en place, ou le puisage manuel particulièrement éprouvant. On peut voir dans plusieurs pays sahéliens des paires de bœufs marcher en tirant des cordes de 80 à 100 m de long. Lorsque le récipient atteint le haut du puits, les animaux font demi-tour et reviennent pour recommencer un cycle. Même si ce système peut sembler lent et fastidieux, il montre bien comment on peut utiliser très simplement l'énergie animale pour se procurer cet élément vital qu'est l'eau. Dans un système traditionnel connu

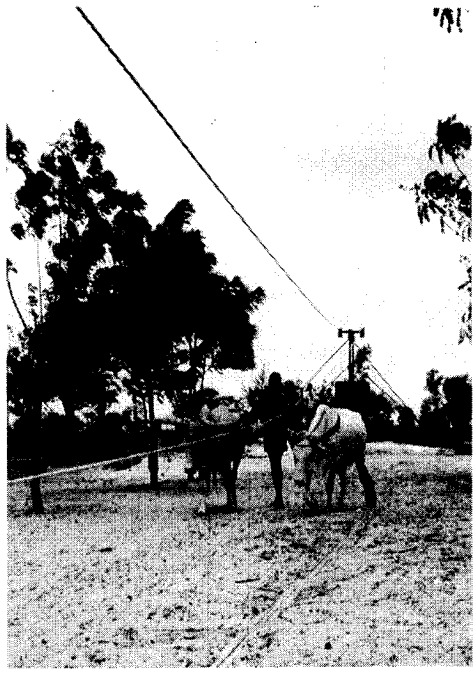


Fig. 9-28: Le manège type «Guéroult» pour puits profonds, installé par l'ENDA, au Sénégal. Les animaux parcourent une distance d'environ 80 m (profondeur du puits) en faisant remonter alternativement (soit un à l'aller et un au retour) deux fûts métalliques de 50 l de capacité chacun. (Photo: Paul STARKEY)

sous le nom de *delou* (ou *mote* en Inde), la remontée du récipient a été améliorée en faisant avancer les animaux (ou l'animal) sur un plan incliné (Fig. 9-25: KENNEDY et ROGERS, 1985; LÖWE 1986). Au Sénégal, une version du delou, appelée *guéroult*, a été mise au point par l'ISRA et l'ENDA: elle permet de limiter le va-et-vient des animaux (GOUBERT, 1982; JACOBI et LÖWE, 1984; DESHAYES, 1988). Ce dispositif se compose de cordes ou de câbles passant au-dessus des animaux, ce qui leur permet de marcher en suivant une grande ellipse et de fournir l'énergie requise pour le puisage, à l'aller et au retour (Fig. 9-28); le rendement de ce dispositif peut atteindre 4m^3/h pour 40 mètres d'élévation, et 2 m^3/h

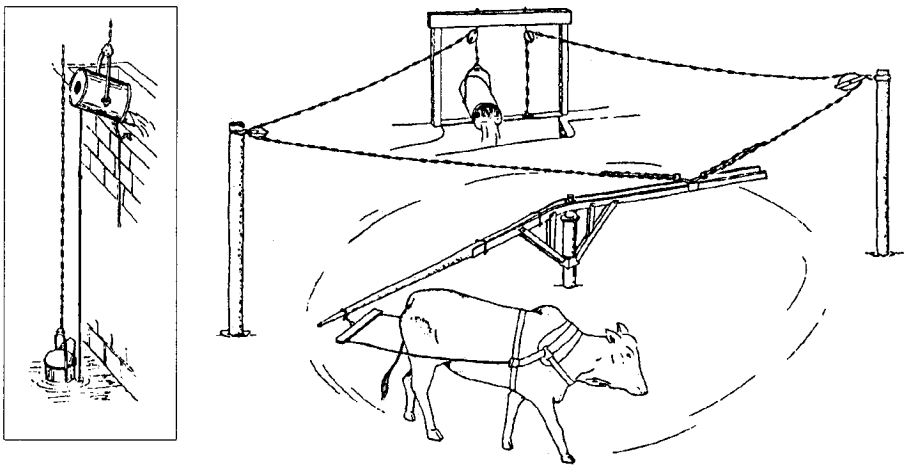


Fig. 9-29: Le système «Stoney», dont le principe est d'usage courant au Sri Lanka.
L'animal parcourt une circonférence, et les deux seaux, attachés à une corde qu'entraîne le mouvement de l'animal, descendent alternativement dans le puits et se vident automatiquement lorsqu'ils arrivent en haut du puits.
(Source: LÖWE, 1986)

pour 80 mètres (LÖWE, 1986). Dans les dispositifs élévatoires «Stoney» (Fig. 9-29) tels qu'on les utilise au Sri Lanka, un ou plusieurs animaux parcourent une circonférence; un arbre attaché à des câbles aériens agit comme une manivelle, en convertissant le mouvement circulaire en un mouvement alternatif vertical appliqué à deux seaux (LÖWE, 1986). Le *manège Sahores* mis au point au Sénégal est une adaptation récente du système Stoney: l'animal (en général un âne) parcourt une circonférence en tirant un arbre auquel est attachée une corde aérienne qui actionne une pompe à piston; les rendements peuvent atteindre 6 m^3/h pour 6 mètres d'élévation, et 1,8 m^3/h pour 20 mètres.

On a également employé la traction animale pour actionner des modèles conçus à partir de pompes disponibles dans le commerce. Au cours d'un essai conduit au Botswana, huit ânes ont pu pomper 5,3 m^3/h pour 38 m d'élévation à l'aide d'une «Monopump» de fabrication britannique (MASENG et JACOBS, 1985). En Sierra Leone, deux bœufs de petite taille ont pompé 2 m^3/h pour 16 m d'élévation, à l'aide d'une pompe commerciale et d'un manège polyvalent. (KOROMA et BOIE, 1988). En Inde, un rendement de 20 m^3/h sur 8 mètres a été obtenu à l'aide d'une pompe «Bünger» de fabrication danoise, actionnée par deux buffles de grand format (BURTON, 1987).

Les dispositifs élévatoires à traction animale peuvent être employés pour l'irrigation à petite échelle comme, par exemple, la production légumière. Malheureusement, dans beaucoup de zones rurales où la traction animale peut être judicieusement employée pour l'irrigation, la commercialisation des produits est une contrainte majeure, et les prix de vente locaux sont trop faibles pour justifier un quelconque investissement dans du matériel d'irrigation. Bien que les systèmes à traction animale soient relativement simples, ils demandent des heures de travail et des matériaux pour construire et entrete-

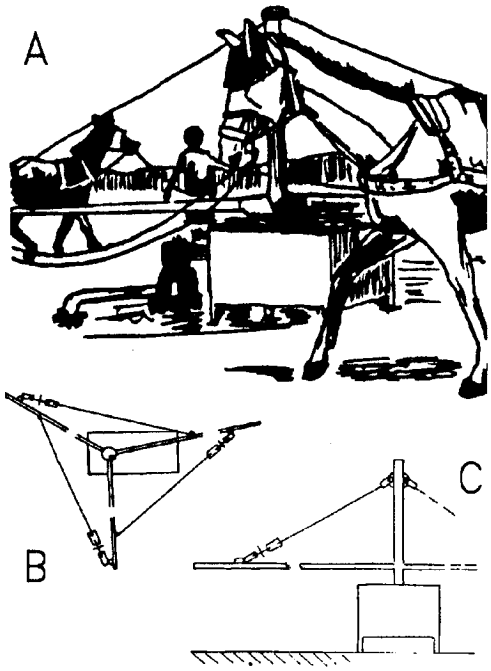


Fig. 9-30: Prototype de pompe à piston utilisant l'énergie animale, au Botswana. Dans le cas de puits profonds, on peut utiliser jusqu'à 9 ânes. A: Impression generale; B: Plan; C: Projection. (Source: AT International, 1988)

nir les câbles aériens et les plate-formes circulaires. Pour les besoins domestiques, une seule unité peut permettre d'approvisionner en eau tout un village, mais cela implique une certaine volonté de coopération et un effort considérable de collaboration, car il est inconcevable que chaque villageois vienne tirer «son» eau avec «son» animal. On doit prendre en compte les conséquences de ces systèmes sur la vie des communautés, au niveau de la répartition du travail et des responsabilités par groupe d'âge, de sexe et de catégorie sociale (JACOBI, 1985).

On a construit, dans plusieurs pays d'Afrique, des prototypes de systèmes d'exhaure de l'eau à traction animale, mais les exemples d'introductions récentes et réussies sont rares. Dans plusieurs cas, l'échec peut être imputé à un défaut technique ou un manque d'adéquation du prototype installé. Dans d'autres cas, le système a fonctionné parfaitement mais c'est la diffusion de la technique qui est restée limitée. Au Sénégal, par exemple, quelques dispositifs fonctionnent depuis plus de 10 ans, mais le nombre total de systèmes actuellement en service est limité. Dans certains cas, de tels dispositifs peuvent améliorer le niveau de vie des populations sans affecter leurs revenus, et ceci doit être pris en compte lors de la mise en place de telles installations dans des communautés aux revenus précaires. L'exhaure de l'eau à l'aide de la traction animale n'est pas aussi simple qu'il y paraît, et une étude attentive des expériences antérieures est particulièrement intéressante à ce sujet. Des informations précises peuvent être recueillies auprès de l'ENDA (Sénégal), du GATE (Allemagne), de l'IAE (Zimbabwe), de l'IT-Dello (France) de l'ITDG (Royaume Uni) et du RIIC (Botswana). Les adresses de ces organismes se trouvent dans l'annexe du présent ouvrage et dans l'Annuaire du GATE sur la traction animale en Afrique.

9.9 Les manèges pour les travaux post-récolte

On utilise depuis des siècles l'énergie animale pour la transformation des produits agricoles; c'est ainsi que certaines céréales peuvent être battues sans recours à des matériels particuliers, simplement par le piétinement des animaux. Cependant, cette opération peut être plus efficace si l'on utilise des batteuses entraînées par des animaux, semblables, en apparence, à des rouleaux piétineurs ou à des pulvériseurs; ces matériels sont utilisés dans plusieurs pays d'Afrique

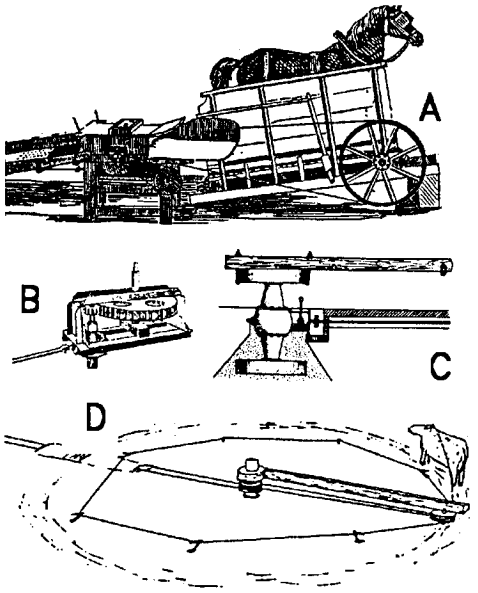


Fig. 9-31: Quelques types de manèges.
A: À plan incliné; B: Au sol; C: Utilisation d'un différentiel de véhicule; D: système à entraînement par corde (concept). (Sources: ROOSENBERG, 1987; ITP, 1985; HOPFEN et BIESALSKI, 1953; THOMAS, 1989)

du Nord. Les moulins traditionnels rudimentaires tournant à vitesse lente, mais avec un couple élevé sont parfaitement adaptés à la traction animale. Au Nord-Est de l'Afrique, on emploie les chameaux pour entraîner des moulins de conception très simple, constitués d'un grand pilon et d'un mortier en bois, et destinés au pressage des oléagineux, le sésame notamment. Les moulins à canne à sucre entraînés par des animaux, tournant aussi à faible vitesse, avec un couple élevé, sont très utilisés dans certaines régions d'Asie, d'Amérique latine, et en Inde (ITP, 1985). Ils ont été modérément adoptés à Madagascar (CEEMAT, 1971) et sont fabriqués industriellement au Kenya (ITP, 1985).

On peut également utiliser les animaux pour entraîner des moulins plus complexes ainsi que divers types de machines pour la transformation des produits agricoles qui demandent une vitesse de rotation élevée et un couple relativement bas. Les mécanismes permettant d'utiliser l'énergie des animaux sont les différents types de manèges (Fig. 9-31); les animaux tournent en suivant un cercle et la puissance est transmise par un système d'engrenages ou de courroies, à la machine réceptrice. Une importante étude bibliographique a été menée dans ce domaine par LÖWE (1986), qui a analysé les modèles anciens ainsi que les applications modernes. On trouvera également des détails sur l'emploi des manèges anciens entraînés par les animaux, dans les ouvrages rédigés par PARTRIDGE en 1974, MAJOR en 1985 et le CEEMAT en 1971.

En Amérique du Nord et en Europe, on a vendu pendant des années des manèges complets prêts à l'emploi, et plus récemment, au Pakistan (ITP, 1985) et en Pologne (Nations Unies, 1975). Il est intéressant de poursuivre la fabrication de manèges polyvalents ou monovalents destinés aux pays en développement. Dans nombre des systèmes conçus au cours de ces cinquante der-

Fig. 9-32: Traîneau de battage à traction animale.
(Source: ITDG, sans date)

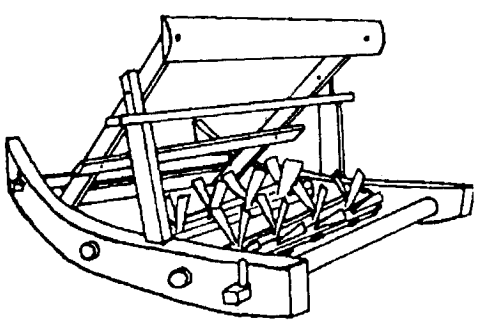


Fig. 9-33: a) Presse à canne à sucre, mue par la force animale (Nord du Nigéria). (Photo: Paul STARKEY)

nières années, les animaux avançaient sur une piste circulaire dont le centre était occupé par un différentiel de vieux véhicules automobiles fournissant le manège de base (HOPFEN et BIESZALSKI, 1953; HOPFEN, 1969; FINN, 1986; SYMINGTON, 1986; ROOSENBERG, 1987; MUELLER, 1987). Un modèle mis au point par l'AFRC-Engineering utilisait le système de pignons d'une bétonnière. Une approche différente a été suivie par l'Unité de Développement Technique de l'Université de Warwick, qui a essayé de mettre au point un système à entraînement par cordes: l'animal, attelé à une flèche munie d'une poulie, décrit un cercle en suivant une corde; tandis que la poulie tourne autour de la corde, son mouvement de rotation est transmis à une seconde corde, puis à la machine réceptrice (THOMAS, 1989). La déformation des longues cordes est l'inconvénient majeur de ce système.

Fig. 9-33: b) Broyeur à canne à sucre à manège. (Source: CEEMAT, 1971)

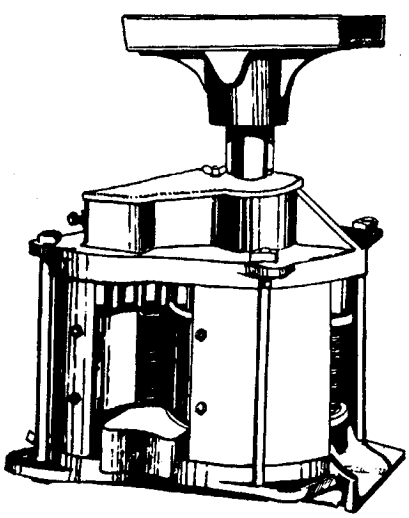
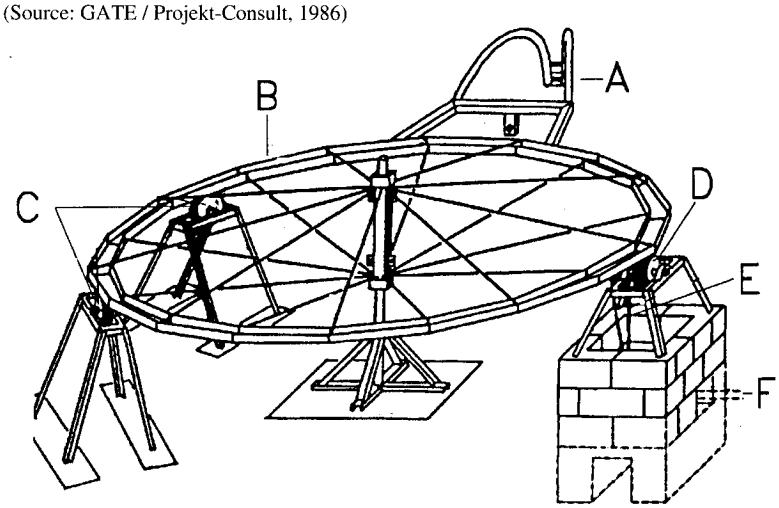


Fig. 9-34: Prototype de manège installé au Rolako Work Oxen Centre en Sierra Leone. La roue horizontale est lestée pour augmenter son frottement sur le rouleau porteur (au centre de la photo). L'arbre de sortie n'est pas visible sur la photo. (Photo: Paul STARKEY)

Au début des années 80, le GATE a mis en place un projet pilote destiné à l'installation de systèmes à traction animale pour l'exhaure de l'eau ou la mouture des céréales dans plus de 20 sites d'Afrique occidentale (BUSQUETS, 1986). La plupart de ces systèmes étaient destinés à des travaux spécifiques (pompage ou mouture), à l'exception de l'un d'entre eux envisagé pour entraîner différents matériels pour le pompage, le décorticage et la mouture (Fig. 9-34; 9-35); cette polyvalence rendant une telle unité

Fig. 9-35: Manège mis au point par le GATE. Les animaux (A) entraînent une roue horizontale (B) de 4 m de diamètre, supportée par deux rouleaux (C). La roue, dans sa rotation, s'appuie sur un troisième rouleau (D) qu'elle fait tourner, entraînant une chaîne (E) reliée à l'arbre de sortie (F); l'arbre de sortie peut être enterré, de façon à ne pas gêner les animaux. (Source: GATE / Projekt-Consult, 1986)



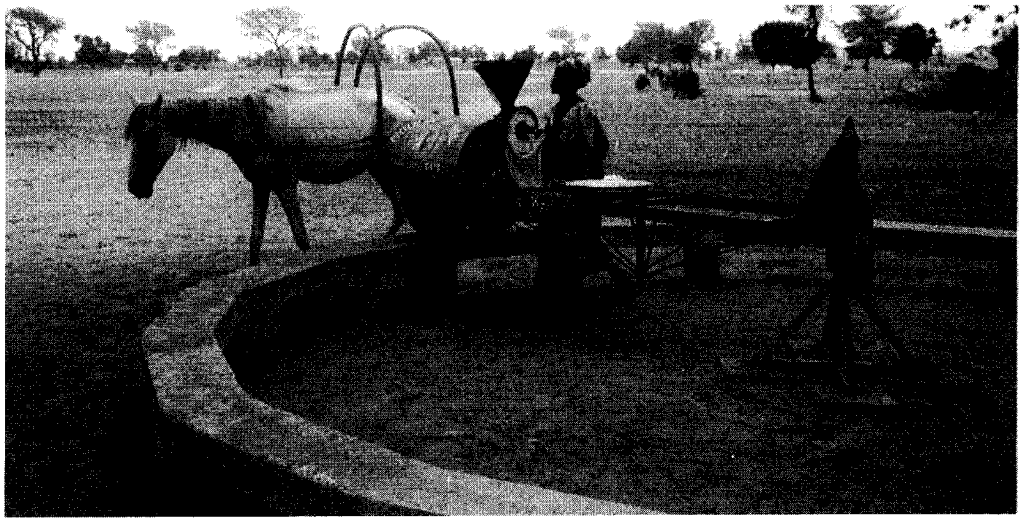


Fig. 9-36: Prototype de manège installé dans un village du Sénégal, et résultant de la concrétisation d'une collaboration entre les villageois, l'ENDA, le GATE et le forgeron du village. (Photo: Paul STARKEY)

particulièrement coûteuse; une unité polyvalente est actuellement en cours d'évaluation en Sierra Leone où elle est utilisée pour l'exhaure de l'eau pour un centre de traction animale et le décorticage du paddy. Un prototype de râpe à manioc est actuellement mis au point pour ce type de manège (KOROMA et BOIE, 1988).

Un type de matériel totalement différent a été mis au point par le projet du GATE; il s'agit d'un moulin monovalent (Fig. 9-37) dont la puissance nécessaire au fonctionnement est fournie par une courte chaîne entraînée par une roue porteuse se déplaçant sur une murette circulaire de 5 à 6 mètres de diamètre; la rotation de l'animal entraîne la rotation de la roue qui tourne à une vitesse dix fois supérieure à celle de la flèche (BIELENBERG, 1988). Si l'on utilise un seul âne, ce système, équipé de meules, est capable de traiter 5-15 kg de mil/h et de produire une farine relativement fine et de bonne qualité (BOIE, 1989); avec des chevaux ou des bœufs, on peut obtenir 20 kg/h de farine de maïs assez grossière. Dans le village sénégalais où il a été installé (Fig. 9-36) ce moulin fonctionne 6 heures par jour, les femmes utilisant leurs propres ânes ou leur chevaux pour fournir la puissance nécessaire à la mouture de «leur» mil (BUSQUETS, 1986; BOIE, 1989). On a observé que les grains destinés à être moulus à l'aide de ces systèmes doivent être secs (plus secs que pour le pilage manuel ou pour des moulins à moteur diesel), ce qui implique des modifications dans l'emploi du temps quotidien des femmes qui doivent laisser sécher les grains tout une nuit; mais les grains ou la farine séchés peuvent être stockés. Un débat s'est engagé pour savoir quelle technique fournissait la meilleure farine: le pilage, la mouture avec des moulins entraînés par des animaux ou un moteur? Toutes ces techniques comportent des avantages et des inconvénients. Les premiers prototypes rudimentaires de moulins à traction animale donnaient généralement une farine grossière, mais les modèles suivants ont tenté d'y remédier. La nature communautaire du mou-

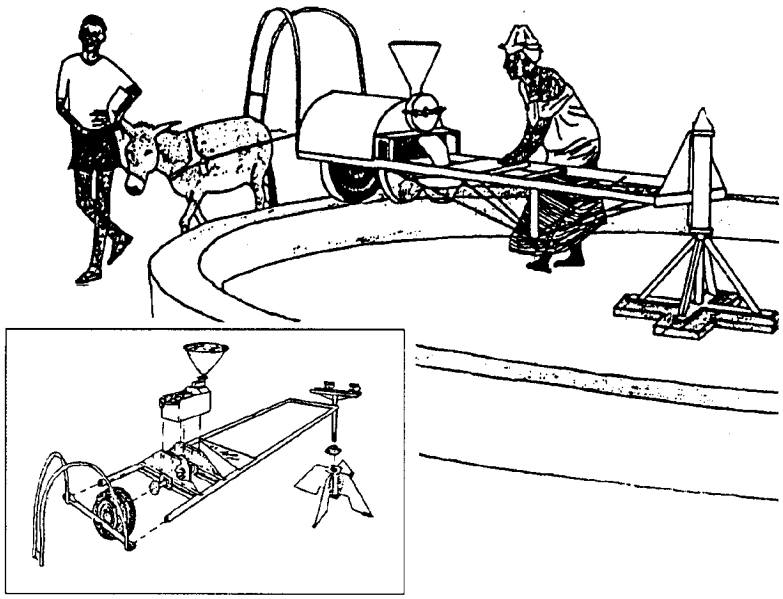


Fig. 9-37: Première version d'un moulin à céréales proposé part le projet du GATE consacré aux manèges. (Sources: ENDA, 1986 et BIELENBERG, 1988)

lin a entraîné quelques problèmes d'organisation ou de relations sociales; par exemple, pour gérer le temps d'utilisation de l'animal ou du moulin. Cependant, les femmes sont conscientes que le moulin les libère de certaines contraintes pénibles, telles que le pilage des graines ou les longs trajets pour rejoindre le moulin le plus proche (STARKEY et FAYE, 1988). Les moulins à traction animale ont été conçus pour pouvoir être fabriqués sur place, et une vingtaine d'unités ont été construites et installées au Sénégal par des artisans locaux (ENDA, 1987); dans ce pays, tous les moulins étaient initialement importés, puis des moulins entiers ont été fabriqués sur place (BOIE, 1989). Au cours d'études de faisabilité socio-économique, on a fait observer que l'utilisation à grande échelle des manèges entraînés par des animaux dans les zones rurales d'Afrique de l'Ouest améliorerait le niveau de vie dans la mesure où, à l'inverse des solutions motorisées, ils permettent d'économiser les combustibles fossiles et les devises étrangères. Cependant, il reste à démontrer que de tels systèmes peuvent être mis en place et fonctionner durablement sans faire appel aux agences de développement. L'ouvrage de BOIE (1989) offre de plus amples détails sur la conception et le fonctionnement de ces moulins à manège.

Dans plusieurs publications ou propositions de projets, on a déclaré que les manèges, les systèmes à cordes, à pignons ou à flèche, ou d'autres mécanismes pouvaient être introduits dans des pays africains, pour entraîner des matériels de transformation (moulins, batteuses et séchoirs), du matériel industriel (tours, meules et scies) et même des générateurs de froid et d'électricité. Les initiatives en matières de conceptions de modèles de matériels et de techniques ne manquent pas mais, il est impossible de savoir si tel ou tel système aura un impact à long terme dans les pays en développement. A ce jour, aucun

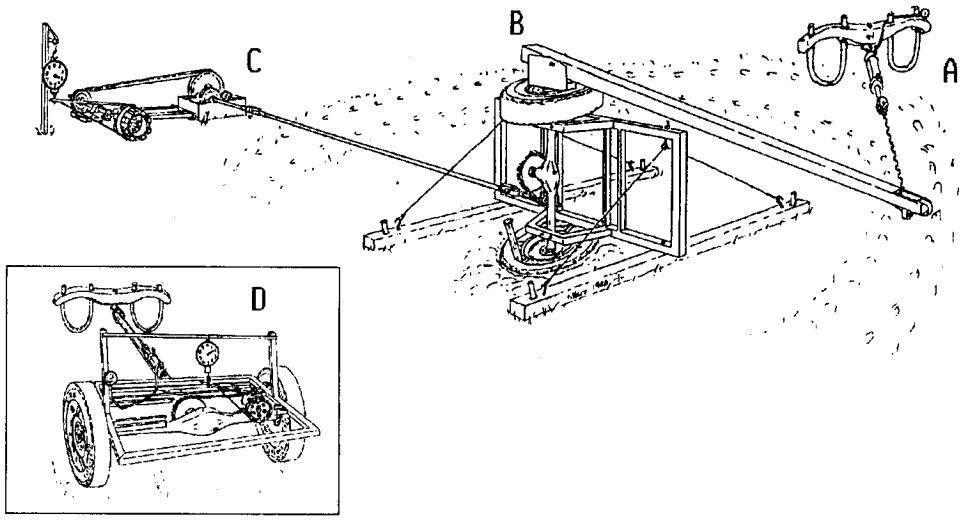


Fig. 9-38: Exemple de prototype de manège utilisant un différentiel de véhicule. Le modèle présenté ici a été mis au point aux Etats-Unis dans le cadre du Tillers Small Farm Program; des prototypes similaires sont à l'étude dans différents pays. Les animaux (A) tournent à environ 2 r.p.m attelés à une flèche reliée à un manège composé d'un différentiel de vieux véhicules; le différentiel fait tourner un pignon et une chaîne entraînant l'arbre de sortie qui, par l'action d'une boîte de vitesse, entraîne un système de courroies et de poulies dont la vitesse finale est de l'ordre de 500 r.p.m; le manège (D) peut également être utilisé au sol, l'énergie étant alors fournie par la rotation des roues.
(Source: MUELLER, 1987)

programme n'a pu définir quels sont les manèges à traction animale entraînant des matériels à poste fixe qui pourraient être efficacement introduits en Afrique. Les difficultés sont d'ordre technique aussi bien que socio-économique. Dans les manèges, la vitesse de rotation des animaux est de l'ordre de 2-3 r.p.m, alors qu'elle doit être d'au moins 200-1000 r.p.m. pour la plupart des machines. Par conséquent, un système d'engrenage complexe est nécessaire, ce qui implique inévitablement des pertes par frottement et réduit d'autant le rendement des manèges à traction animale. Les engrenages et les roulements à faible frottement sont généralement onéreux. Les animaux de trait étant forts et lourds, il est difficile de mettre au point des systèmes de transmission efficaces et bon marché, et par ailleurs suffisamment solides pour supporter les forces très intenses, soudaines et asymétriques qu'imposent les animaux, même s'ils sont dociles. De plus, il est difficile d'obtenir des machines (moulins, décortiqueurs, pompes, etc..) adaptables à la traction animale, car la plupart des machines modernes fabriquées en série tournent à grande vitesse. Lorsque l'on a pu, techniquement, résoudre ces problèmes, cela s'est fait au prix de dépenses importantes, et la plupart des manèges à traction animale restent très onéreux à installer.

Autrefois, les manèges à traction animale étaient d'usage courant en Europe et en Amérique du Nord, et l'on y rencontre encore quelques installations en service. Mais il

faut reconnaître que si cette technique, qui par ailleurs a largement fait ses preuves, a connu un tel succès, c'est parce qu'il n'existait pas de solutions de rechange valables, comme l'emploi de petits moteurs à poste fixe. Actuellement, des petits moteurs à essence, diesel, ou électriques sont disponibles dans le monde entier, mais leur prix est souvent élevé par rapport au niveau de vie du monde rural. Dans plusieurs régions d'Asie, les villages ont l'électricité, et les moteurs électriques peuvent être employés pour la transformation des produits agricoles, le pompage et dans les ateliers. Même dans les régions rurales d'Afrique, où l'électricité est rare, des petits moteurs de différents types sont de plus en plus utilisés, parfois grâce à des initiatives financées par des agences de coopération. Il est possible que les moteurs coûtent cher, soient difficiles à trouver et à entretenir, mais la popularité des «taxis brousse» ou des motocyclettes personnelles montre que les difficultés économiques et techniques pour l'entretien des moteurs, en zones isolées, peuvent être surmontées s'ils sont assez solides. Les petits moteurs permettent généralement de réaliser rapidement le même travail qu'un animal (et son conducteur) mettrait plusieurs heures à effectuer; dans ce cas, les agriculteurs ou les entrepreneurs de service ne choisissent la traction animale que si elle revient vraiment moins cher à l'achat, à l'emploi et à l'entretien. Cependant, il est certain qu'une fois le système mis en place, le coût de fonctionnement journalier d'un manège à traction animale est inférieur à celui d'un système à combustible fossile, mais cela ne veut pas dire que la force animale est «gratuite». Même si l'utilisation d'animaux n'entraîne aucune dépense directe, il faut toujours comparer les implications sociales et les bénéfices induits par l'entretien d'un animal avec ceux des systèmes motorisés ou manuels.

Les arguments en faveur ou à l'encontre des manèges sont les mêmes que ceux qui concernent la culture attelée, et dans beaucoup de pays africains ayant opté pour cette solution, ce choix se révèle judicieux. Mais, la vitesse requise pour les opérations culturales est peu élevée (et les animaux sont très bien adaptés), contrairement aux installations à poste fixe qui demandent une vitesse de rotation élevée. Par conséquent, la traction animale semble nettement moins bien adaptée que la motorisation à ce type de travaux, en termes de coût, d'efficacité, et de facilité de travail. Historiquement, les premiers systèmes à être passés de la traction animale à la motorisation sont les pompes et les moulins. Cette évolution s'est observée en Europe et en Amérique du Nord et se retrouve en Asie et en Afrique du Nord, dans les schémas d'introduction de pompes et de moulins motorisés dans des régions utilisant jusque-là la traction animale (BINSWANGER, 1984): des machines à traction animale ayant fait leurs preuves et s'utilisant depuis longtemps dans les villages y sont abandonnées et remplacées par des systèmes motorisés (en Egypte et en Asie ces changements ont été encouragés par des politiques de crédits et de subventions). Dans la plus grande partie de l'Afrique au sud du Sahara, les densités de population et l'infrastructure étant très différentes de celles des régions où les systèmes à traction animale sont très largement employés, il est difficile de faire des comparaisons directes. Néanmoins, il est évident que l'installation de manèges à traction animale dans les villages impliquerait d'importants investissements financiers et de formation, et qu'une telle politique devrait être menée en totale compétition avec

l'essor des matériels motorisés qui peuvent, eux, bénéficier de subventions éventuelles octroyées par la coopération. En plus des contraintes techniques et économiques, LÖWE (1986) signale que les pays donateurs sont de plus en plus concernés par la protection des animaux, et l'idée que les animaux puissent marcher inlassablement pour entraîner des manèges est de moins en moins acceptée (même si ces animaux évitent des corvées aux hommes). Pour les agences nationales ou internationales financées par l'Etat dans les pays en développement, cette question pourrait devenir de plus en plus importante.

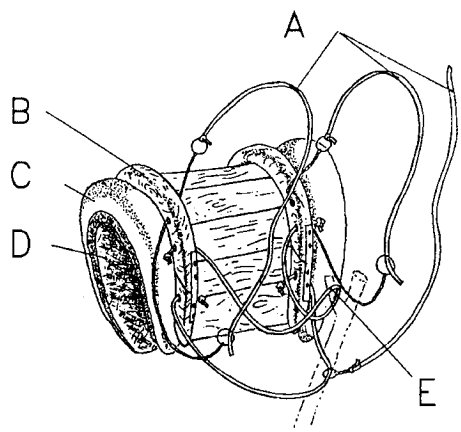
En conclusion, les manèges à traction animale peuvent être efficaces, et leur emploi est courant dans certains pays, mais les exemples récents d'adoption à grande échelle de ce système sont rares. Le prix, les rendements et les besoins de maintenance varient selon les systèmes, mais leur installation est toujours très coûteuse et, comme toutes les machines, ils peuvent tomber en panne lorsqu'ils sont mal entretenus. Ces systèmes sont généralement bien adaptés à une utilisation collective, soit par le biais d'un système de propriété communautaire, soit par celui d'un entrepreneur privé, ce qui n'est pas sans engendrer des conséquences sociales. En Europe, en Asie, en Afrique et en Amérique, un grand nombre de modèles ont été expérimentés au cours des dernières années, et les organismes qui étudient l'utilisation de ces systèmes devraient non seulement s'intéresser à l'aspect technique de ces matériels, mais aussi à leur «taux de survie» en conditions villageoises, après leur installation.

D'autres informations sur les manèges à traction animale et leurs diverses applications sont disponibles auprès du GATE (Allemagne), du GRDR/GRET (France), de l'ENDA (Sénégal), du Tillers International (Etats-Unis) et auprès de l'Université de Warwick (Royaume Uni). Les adresses de plusieurs organismes qui ont étudié les modèles à traction animale en Afrique sont répertoriées dans l'Annuaire sur la Traction Animale en Afrique (STARKEY, 1988).

9.10 Le transport des grumes et la construction de routes

Le débardage est l'une des utilisations spécialisées pour lesquelles la traction animale est particulièrement bien adaptée. Même dans les endroits où l'on dispose de solutions motorisées, la traction animale peut être à la fois efficace et rentable pour transporter les grumes, depuis les coupes jusqu'aux axes routiers. En effet, dans plu-

Fig. 9-39: Bât utilisé sur les mulets employés au débardage de grumes de billes de bois en Italie.
A: Lanière de fixation du chargement; B: Bâti en bois; C: Rembourrage en paille; D: Rembourrage en feutre; E: Lanière de fixation du chargement.
(Source: SPINELLI et BALDINE, 1987)



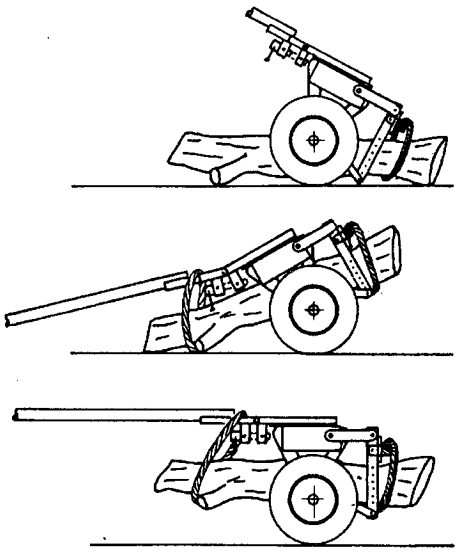


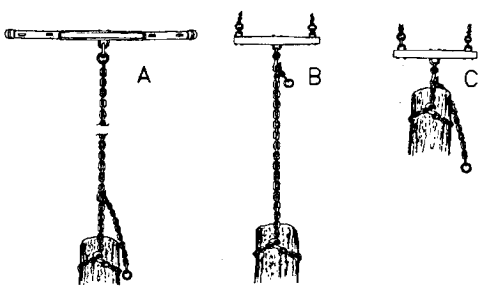
Fig. 9-40: Exemples d'utilisation du Tropicultor en triqueballe. (Source: NOLLE, 1986)

sieurs régions de Scandinavie et des Etats-Unis (POTTER, 1986), l'emploi de chevaux et/ou de mulets pour le débardage s'est révélé très intéressant sur le plan économique. Dans certaines régions d'Asie, ce sont les éléphants qui effectuent ces travaux (KERR, 1986) et, en Europe, les chevaux (CHIVERS, 1988; VIS, 1989). En Amérique Latine, des techniques pour l'utilisation de bœufs pour le débardage ont été étudiées en détail par RODRIGUEZ (1984), CORDERO (1985, 1986 et 1988), BONILLA MORA (1986) et MATA ACUÑA (1987). L'emploi d'animaux pour débusquer des grumes de forêts denses n'exige pas d'autres équipements que des harnachements, des chaînes et des crochets d'attelage bien adaptés (Fig. 9-41). De simples trique-balles ou «diables» à traction animale, montés sur roues, sont employés pour déplacer de grandes billes de bois sur les pistes, et en zones dégagées, ils peuvent intervenir lors des premières opérations d'abattage. Les trique-balles se composent d'une simple barre, d'un bâti ou d'un essieu à grand dégagement, d'une barre de traction, et de deux roues porteuses (Fig. 9-42). Lorsque leur dégagement au-dessus du sol est suffisant, les polyculteurs peuvent les remplacer (Fig. 9-40), mais cette solution se pratique rarement.

Dans certaines régions d'Italie, on utilise les mulets pour transporter, sur leur dos, des grumes de petite dimension à l'aide d'un bât (Fig. 9-39). Les grumes plus grands peuvent être attachés aux selles et traînés. Une description très illustrée des techniques de débardage à l'aide de mulets en Italie a été rédigée par MARQUART (1988); de plus amples détails sont fournis par SPINELLI et BALDINI (1987).

En Afrique australe, des recherches très documentées on été réalisées sur l'emploi des mulets pour le débardage (ZAREMBA, 1976). Au Swaziland, la Société USUTU PULP déclare qu'un mulet et deux ouvriers peuvent transporter et empiler 160 billes (20 tonnes) par jour, sur 80 à 150 mètres; les

Fig. 9-41: Exemples de débardage de grumes à l'aide de chaînes.
A: A l'aide d'une longue chaîne attachée à un joug double de garrot.
B: A l'aide d'une longue chaîne et un seul animal.
C: A l'aide d'une chaîne courte et un seul animal.
(Source: ZAREMBA, 1976)



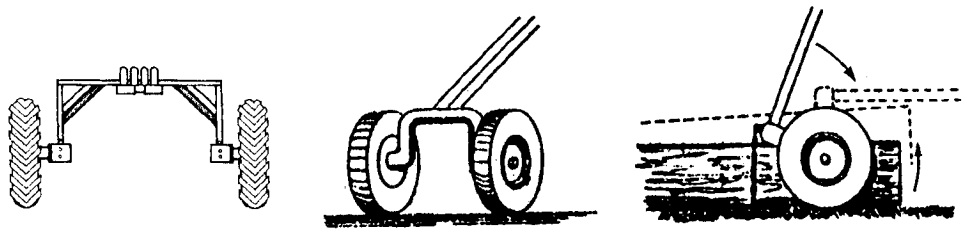


Fig. 9-42: Triqueballes à traction bovine utilisés au Costa Rica. (Sources: B. MORA et M. ACUNA, 1987)

billes sont relativement courtes (1,5-2,4 m), d'un diamètre maximum de 45 cm. Au Malawi, des paires de bœuf conduites par un seul bouvier peuvent débarder $7m^3$ de grumes/jour, sur 100 à 300 m, bien qu'une moyenne de $5m^3$/ jour soit plus courante. Les animaux employés proviennent de croisements entre le zébu Malawi et des espèces robustes de climats tempérés, la Frisonne notamment; on emploie également des animaux de races pures, indigènes ou de climats tempérés (Fig. 9-43). CORNELIUS et BROADLEY (1974), puis SOLBERG et SKAAR (1987) ont décrit en détail les utilisations des bœufs pour le débardage au Malawi. ALLEN (1972) décrit des expériences de travaux de débardage menées dans le Nord du Nigéria, avec ces mêmes animaux.

Une autre application spécialisée de l'énergie animale est la construction de routes en zones rurales, pour laquelle on emploie des bovins, des équins et des chameaux. Un système de harnachement confortable est alors essentiel, de même que des charrettes pouvant basculer pour assurer un déchargement facile. Dans les pays où l'utilisation de la traction animale est traditionnelle, comme l'Afrique du Nord

Fig. 9-43: Débardage de grumes à l'aide d'un attelage bovin au Malawi. (Photo: Paul STARKEY)

ou l'Asie, des techniques classiques de halage ont parfois été adaptées à la construction des routes. Dans d'autres pays, où les planificateurs prétendent que l'acquisition de matériels extrêmement coûteux est un préalable à la construction de routes en milieu rural, on peut être amené à réaliser des essais avec des matériels à traction animale pour justifier le bien-fondé de cette «hypothèse». Des essais ont récemment été menés au Botswana (MAC CUTCHEON, 1985) et au Honduras (KLIVER, 1987).

9.11 Autres sources d'informations

Les techniques décrites dans ce chapitre sont peu utilisées, ou encore au stade expérimental. Les références-clé citées dans le texte constituent des points de départ très utiles pour s'informer sur les acquis antérieurs. Néanmoins, il est fortement conseillé à ceux qui portent un intérêt particulier à l'un de ces domaines et souhaitent obtenir une documentation récente, de prendre contact avec des personnes ou des organismes travaillant sur ces techniques. Lorsque cela a été possible, l'auteur a donné le nom des organismes compétents. D'autres adresses et des informations complémentaires figurent en annexe et dans l'Annuaire de la Traction Animale en Afrique du GATE (STARKEY, 1988). Enfin, on ne saurait trop recommander de garder présent à l'esprit que toute personne passionnée par le travail qu'elle mène dans une spécialité, si elle est à même de fournir des détails précis, risque d'éprouver des difficultés à donner une vue d'ensemble objective des problèmes. Il faut donc confronter les appréciations enthousiastes de certains avec le réalisme et l'expérience des agriculteurs et des hommes de terrain expérimentés.