8. Les matériels de transport

8.1 Les bêtes de somme

Les ânes et les mulets sont les animaux de somme les plus utilisés à travers le monde. On obtient les mulets par croisement entre une jument et un âne. Ils sont plus robustes et plus grands que les ânes, mais ces derniers reviennent moins cher à l'achat et à l'entretien. La robustesse des ânes est légendaire; lorsqu'ils sont dressés, ils sont capables de suivre un itinéraire donné sans surveillance particulière; ils peuvent attendre patiemment pendant plusieurs heures et rentrer tout seuls, sans surveillance. Moins robustes que les ânes, les chevaux sont, en revanche, des animaux rapides et efficaces. Ils s'emploient principalement pour des travaux très spécifiques ou de grand rapport, car ils sont plus coûteux que les ânes à l'achat et à l'entretien. Les chameaux sont d'excellents animaux de somme, inégalés dans leur capacité à affronter des conditions désertiques, mais ils sont aussi plus onéreux que les ânes. On emploie ponctuellement les lamas et les yacks, dans les contreforts des Andes ou de la Chaîne Himalayenne. Les bovins sont rarement utilisés comme animaux de somme.

Les ânes sont des animaux de somme très répandus dans beaucoup de pays africains, en particulier dans le Maghreb, le Sahel, en Ethiopie et dans certaines régions d'Afrique orientale. Leur utilisation est souvent le fruit d'une tradition ancestrale. Lorsqu'on les emploie pour le portage, les ânes sont le plus souvent protégés par des rembourrages fixés sur leur dos. Ces protections peuvent être en peau de mouton, en toile de jute ou en chiffons. Les charges souples comme des sacs de sable, d'engrais, des vaches à eau ou de la paille, sont chargées symétriquement sur

Fig. 8-1: On utilise beaucoup les ânes, en Ethiopie, pour transporter le bois (de feu).
(Photo: Michael GOE)

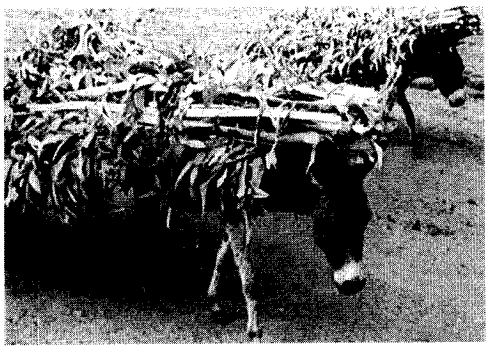


Fig. 8-2: Ane harnaché d'un bât en bois pour le transport de pierres, en Ethiopie.
(Photo: Paul STARKEY)

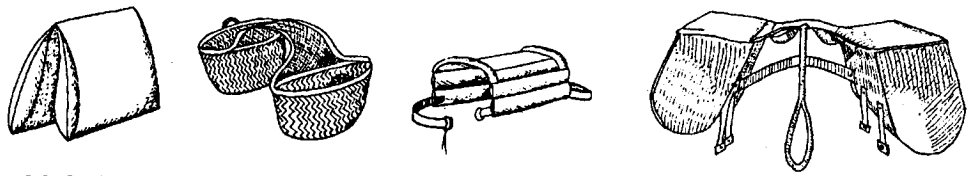


Fig. 8-3: Quelques modèles de bâts. (Source: HOPFEN, 1969; VIEBIG, 1982; ITDG, 1972)

le dos de l'animal et maintenues en place à l'aide d'une (ou plusieurs) sangle(s) de cuir ou de caoutchouc passant autour de la croupe, sous le ventre, et sous la base de la queue. Les chargements plus rigides (bois de feu, pierres ou jerrycans) sont généralement portés sur des cadres en bois symétriques, posés sur un rembourrage léger, et maintenus par des sangles de queue et de croupe. On peut également utiliser des sortes de grands paniers en osier (Fig. 8-3). On emploie, dans les Iles Samoa occidentales, des paniers en osier à couvercles qui permettent de protéger les charges (FAO, 1986). En Ethiopie, les ânes sont employés comme animaux de somme; des animaux d'un poids moyen de 100-110 kg peuvent régulièrement transporter des charges de 25-50 kg, sur des distances pouvant atteindre 20 km (GOE, 1985).

Fig. 8-4: Ane transportant du fumier dans des paniers de vannerie, en Egypte.
(Photo: Paul STARKEY)

En Afrique, la répartition des ânes est limitée par plusieurs facteurs écologiques dont la trypanosomiase. Avec l'augmentation du cheptel bovin, on a commencé à s'intéresser à l'emploi éventuel du bétail comme bêtes de somme (SMITH, 1981; SPENCER, 1988). Les bovins peuvent être certainement dressés à porter des charges. Dans certaines régions du Mali et du Tchad, les bovins sont utilisés par les agriculteurs comme moyens de transport personnels. Les bergers nomades du Soudan et de Somalie emploient leur bétail pour transporter leurs affaires personnelles lors des migrations entre les zones de pâturages (voir Fig. 4-15). Des selles de charge pour bovins ont été mises au point en Tanzanie (KING, 1940), mais elles n'ont remporté qu'un succès limité (voir paragraphe 4.6). Ces animaux tirent mieux de lourdes charges qu'ils ne les portent. Dans la plupart des régions, il sera probablement plus rentable de travailler sur les charrettes à traction bovine que de tenter de promouvoir des systèmes employant les bovins comme animaux de somme. Lorsque l'étroitesse des sentiers limite l'emploi de charrettes classiques, on peut utiliser des traîneaux (RAMASWAMY, 1981) ou des petites charrettes (HINZ, 1985).

8.2 Les traîneaux

Les traîneaux en bois sont d'un emploi courant dans plusieurs régions d'Afrique australe et orientale, à Madagascar, et dans plusieurs zones d'Asie et d'Amérique latine. En Afrique australe, des traîneaux très rudimentaires sont confectionnés à l'aide de deux perches en bois formant un «V», ou bien en choisissant une fourche naturelle sur un tronc ou une branche d'arbre, d'un diamètre voisin de 15 cm (KJAERBY, 1983; MULLER, 1987); la chaîne de traction s'attache à l'extrémité du «V» ou du «Y» (Fig. 8-5), et la charge repose sur les deux longerons, sur lesquels peut éventuellement être fixé un plateau. Il est possible de fabriquer des traîneaux plus coûteux, à partir de patins en bois ou en acier pouvant recevoir différents types de châssis. Des traîneaux de ce type ont été testés dans des plantations de palmiers à huile en Malaisie (KEHOE et CHAN, 1987).

Les traîneaux sont économiques et faciles à fabriquer et à entretenir. Ils possèdent un centre de gravité bas et sont étroits, ce qui leur permet d'être employés sur des pistes trop étroite ou trop escarpées pour les charrettes. On les utilise souvent sur des terrains sablonneux, boueux ou défoncés où les charrettes peuvent s'embourber. Ces qualités peuvent être pondérées par de nombreux défauts: ils demandent généralement une puissance de traction plus élevée que les charrettes; leur garde au sol étant faible, ils peuvent être stoppés net par des souches saillantes; chose plus grave, ils accélèrent l'érosion en défonçant les pistes, ne les rendant praticables que pour d'autres traîneaux, et les transformant en véritables cours d'eau en saison des pluies. C'est ainsi que dans plusieurs régions d'Afrique australe (Leshoto et Zimbabwe, notamment) l'emploi des traîneaux a été officiellement déconseillé, voire interdit, à cause du danger qu'ils représentent pour l'environnement.

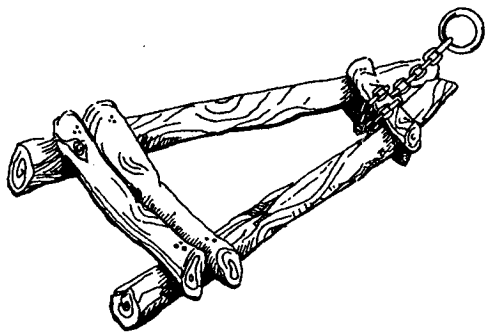


Fig. 8-5: Traîneau en bois utilisé en Ouganda et en Afrique australe. (Source: AKOU, 1975)

8.3 Les charrettes à deux roues

En milieu rural, les charrettes tirées par des animaux sont un moyen de transport courant: elles seraient près de 40 millions en service à travers le monde, principalement en Asie. La construction de la majorité des charrettes fait appel à la fois au savoir-faire artisanal et aux traditions populaires. Partout dans le monde, les charrettes sont généralement en bois, équipées de roues traditionnelles à rayons en bois (Fig. 8-6, 8-8). Toutefois, on rencontre de plus en plus de charrettes à châssis métalliques et roues à pneumatiques. Les charrettes à deux roues tirées par des animaux sont beaucoup plus courantes que les charrettes à quatre roues, à cause de leur prix de revient peu élevé, leur faible poids, leur simplicité et leur maniabilité.

En Afrique, près de 700 000 de ces charrettes sont en service. Elles sont louées à

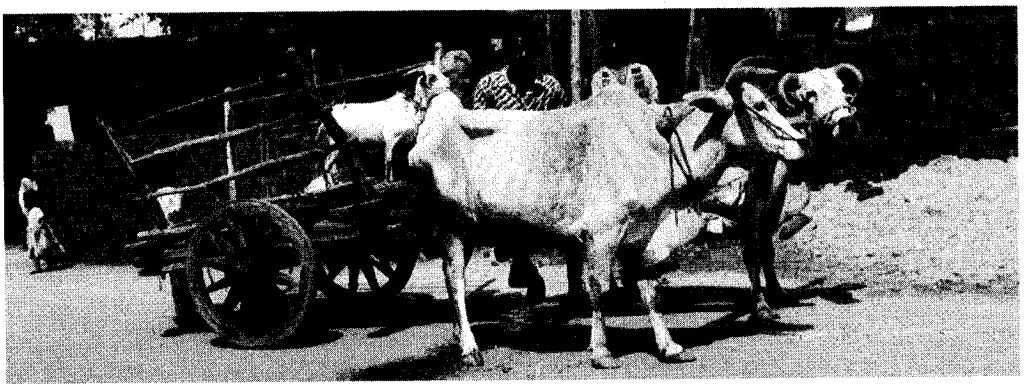


Fig. 8-6: Charrette traditionnelle à bœufs avec roues en bois, en Inde. (Photo: Paul STARKEY)

plein temps par des transporteurs près des grandes cités et dans les villes de marché. Environ 10% seulement des paysans africains propriétaires d'animaux de trait possèdent une charrette. Cependant, le rôle des charrettes dans le secteur agricole est bien plus important que ne le laisse entendre ce chiffre. Alors que la plupart des matériels ne servent que quelques jours par an, les charrettes le sont toute l'année. En Afrique, si l'on raisonne en termes d'utilisation globale du matériel, le nombre total de jour-charrette par an arrive en seconde position derrière le nombre de jour-charrue.

Dans certains pays d'Afrique, comme le Sénégal, on a utilisé les animaux pour tirer les charrettes, dans les villes et dans les ports, bien avant de les employer pour l'agriculture. Dans d'autres pays, la traction animale est d'abord apparue pour le travail de la terre, puis pour les transports. Lorsqu'un modèle de charrette bien adapté et d'un prix acceptable arrive sur le marché, il peut être très vite adopté, et, ainsi, éclipser les autres usages agricoles des animaux de trait. Il existe ainsi de nombreux exemples d'agriculteurs ayant acheté une charrette qu'ils utilisent avec leurs bœufs de travail, et trouvent plus rentable de louer cette charrette à l'extérieur et d'embaucher de la main d'œuvre pour leurs travaux agricoles, plutôt que de continuer à employer ces bovins pour le labour. En Afrique, il en est de

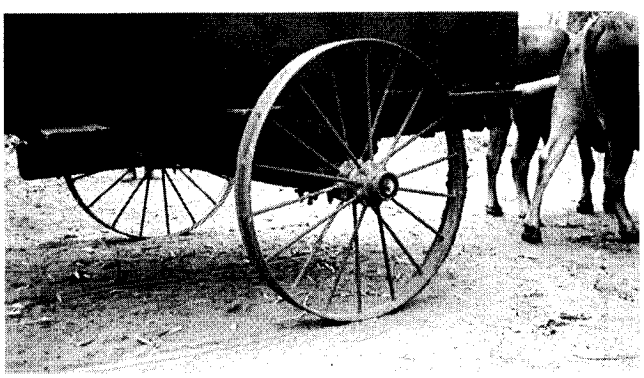


Fig. 8-7: Roues de charrette de grand diamètre, utilisées au Mozambique. (Photo: Paul STARKEY)

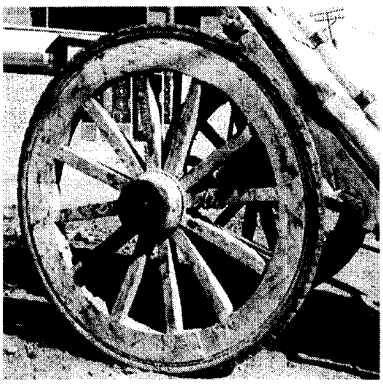


Fig. 8-8: Roues de charrette en bois, en Egypte. (Photo: Paul STARKEY)

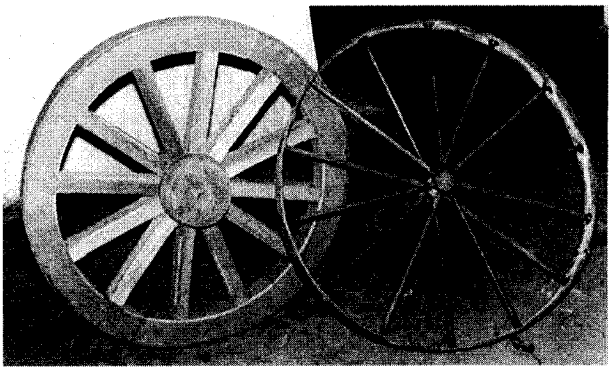


Fig. 8-9: Roues de charrette en bois et métalliques fabriquées par un artisan, au Zaïre; la production de roues à rayons en bois a cessé depuis. (Photo: Paul STARKEY)

même pour les tracteurs, que l'on utilise beaucoup plus pour le transport que pour les travaux agricoles (BINSWANGER, 1984).

Les principaux animaux de trait peuvent être employés pour la traction de charrettes. Les bovins, robustes mais lents, sont particulièrement aptes au transport de charges lourdes dans les champs ou sur les pistes difficiles. En Inde, des races de bétail aux longues pattes sont employées pour le transport de marchandises sur de longues distances. Les ânes sont légers, trottent sur les routes et servent à transporter des chargements légers jusqu'aux marchés. On emploie généralement les chevaux, parce qu'ils sont solides et rapides, pour le transport de charges «précieuses» (personnes et produits de rente, notamment). En général la conception des charrettes est la même pour les bovins, les chevaux et les ânes, à cette différence près que les charrettes à ânes peuvent être plus légères et moins robustes. On emploie le plus souvent des brancards parallèles pour l'attelage d'un seul animal et un timon pour les animaux attelés en paire.

8.4 Les différents types de roues de charrette

Avant le développement des pneumatiques, les grandes roues en bois, à rayons, s'employaient dans le monde entier; elles se rencontrent encore couramment en Asie et en Amérique latine. Les roues à rayons en bois sont fabriquées et utilisées depuis de nombreuses années en Egypte, au Maghreb, à Madagascar et à l'Ile Maurice. Ces roues de facture artisanale ont fait l'objet de nombreuses tentatives d'introduction en Afrique sub-saharienne, mais elles n'ont connu qu'un succès limité auprès des petits exploitants. Au Zaïre, où le bois d'œuvre est abondant, un travail récent mené dans le cadre d'un projet à montré qu'il fallait, pour la fabrication de ces roues, disposer de bois bien sec, et compter environ un mois de travail d'un ouvrier qualifié/unité. Les grandes variations de l'humidité de l'air d'une saison à l'autre ont rapidement fait apparaître les fabrications de mauvaise qualité et l'utilisation de bois insuffisamment sec: les roues se sont voilées et se sont cassées. On en a

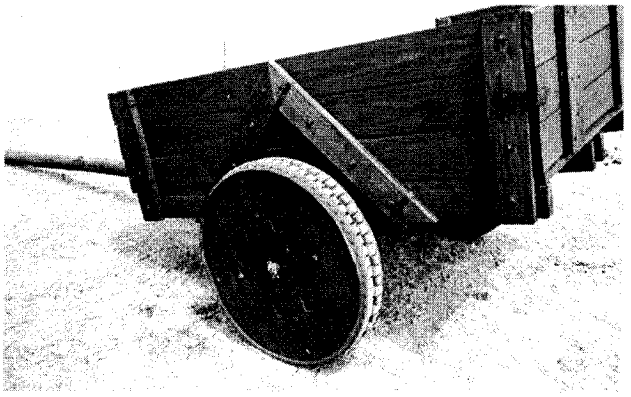


Fig. 8-10: Charrette à roues en bois connue sous le nom de «Flinstones» en Zambie. (Photo: Paul STARKEY)

conclu que des roues métalliques d'un même diamètre seraient certainement plus solides.

On a mis au point des prototypes de roues avec des rayons en cordes de sisal tendues (HINZ, 1988); les jantes se composent de deux hexagones en bois, décalés de manière à former une figure à douze angles; cette «matrice» est ensuite façonnée en forme de cercle, et recouverte de caoutchouc de pneumatique (Fig. 8-11). Les moyeux en bois sont maintenus en place par des cordes de sisal tendues par torsion retenues à l'aide de petits bâtons. Les premiers essais sur le terrain, avec une charrette étroite, ont été menés en Tanzanie (HINZ, 1985). En principe, cette technologie devrait permettre la fabrication locale de roues de charrettes à partir de matériaux disponibles sur place, mais, tant que les problèmes de maintenance en milieu réel ne seront pas résolus, elle ne pourra franchir le stade de prototype.

On peut construire des roues en bois sans faire appel à la complexité technique des rayons. C'est ainsi que certaines régions d'Asie et d'Amérique latine utilisent depuis longtemps des roues «pleines» en bois; elles sont toutefois beaucoup moins courantes que les roues à rayons, et généralement plus petites, parce que plus lourdes en raison de

Fig. 8-11: Prototype de roues en bois avec rayons en corde. D'après les essais sur le terrain, nombre de problèmes pratiques restent à résoudre. (Source: HINZ, 1988)

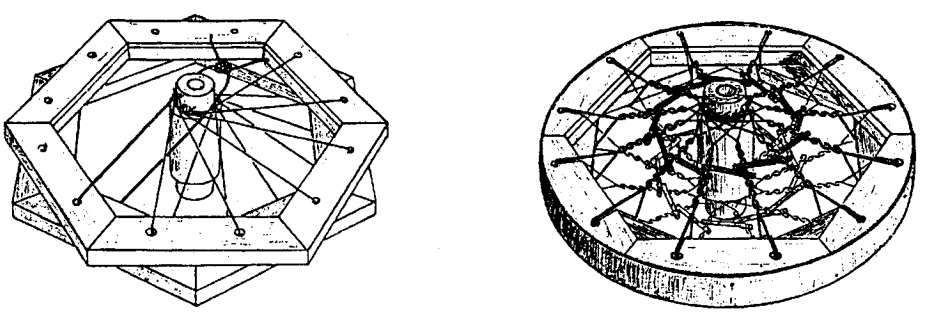
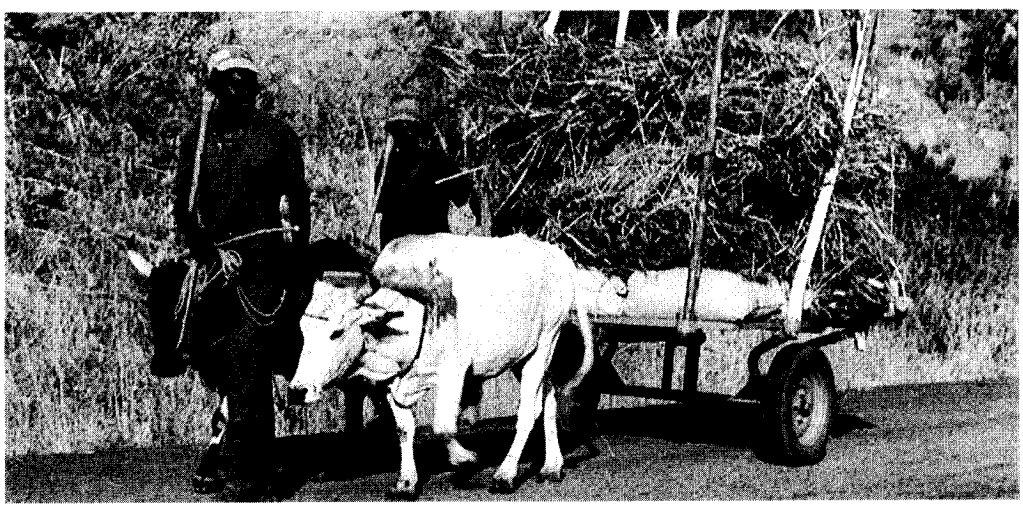


Fig. 8-12: Comme le montre ce schéma, les roues de grand diamètre (à gauche) permettent un meilleur franchissement des irrégularités de surface, que les roues de petit diamètre (à droite). La capacité d'une roue à faire face à de mauvaises conditions ne dépend pas seulement de son diamètre, mais aussi de la largeur et du type de bande de roulement, et de la résistance, du poids et de la souplesse des pneumatiques ou des jantes.
(Sources: BARWELL et HATHWAY, 1986; BJORLYKKE et LUNDE, 1983)

leur densité. Plusieurs modèles de roues de ce type ont été évalués en Afrique; certains se composent d'un cercle, découpé dans des planches empilées suivant une direction parallèle et clouées ou collées ensemble, consolidé par d'autres planches ou par un second cercle fait de planches orientées différemment; ces roues sont généralement pourvues d'un bandage en caoutchouc provenant de pneumatiques usagés. Le modèle conçu en Zambie est fait à partir de deux cercles de bois entre lesquels sont agrafés les flancs de deux moitiés de pneumatique de Land Rover ou de camion, positionnées bord à bord, de manière à ce que la bande de roulement d'origine devienne celle de la nouvelle roue (Fig. 8-10); le problème de ce type de roue est que la boue peut pénétrer entre les deux demi-pneus et les écarter; le principal avantage étant qu'elles sont increvables, et peuvent être fabriquées par les artisans, à partir de matériaux locaux. Mais elles sont lourdes et, d'autre part, considérées comme peu prestigieuses ou d'un autre âge (certains appellent même «Flintstones» – Silex – les charrues qu'elles équipent, par référence aux célèbres personnages d'un dessin animé sur l'âge de pierre).

Les roues à rayons métalliques sont généralement plus légères; elles sont en outre plus faciles à fabriquer et à entretenir. Il s'agit de

Fig. 8-13: Charrette à bœufs équipée de roues à pneumatiques, au Burkina Faso. (Photo: Paul STARKEY)



roues plus grandes que celles à pneumatiques, ce qui leur vaut d'être mieux adaptées aux pistes en mauvais état sur lesquelles leur grand diamètre leur permet un meilleur franchissement des inégalités de surface que des roues de petit diamètre. Mais elles sont en revanche beaucoup moins souples que les roues à pneumatiques, et ont tendance à transmettre les chocs directement aux moyeux, au châssis de la charrette, aux passagers et aux animaux ; enfin, par leur manque de souplesse, elles peuvent endommager les routes et les pistes. Au Mozambique et en Angola, les roues métalliques de grand diamètre sont devenues très courantes, alors que dans les autres pays d'Afrique australe et orientale, ce sont des roues de plus petit diamètre qu'ont tenté de promouvoir plusieurs projets. Les roues métalliques sont de fabrication relativement peu coûteuse et d'entretien facile. L'un des problèmes est que les chocs et les tensions dont elles font l'objet peuvent faire vieillir prématurément les soudures fixant les rayons à la jante, et, si les «faiblesses» au niveau des soudures ne sont pas remarquées et réparées à temps, la roue se voile et peut même casserou se disloquer. On notera toutefois que les agriculteurs optant pour ce type de roues sont vraisemblablement appelés à connaître plus de problèmes avec les moyeux qu'avec les roues elles-mêmes.

Dans de nombreux pays d'Afrique, les roues de petit diamètre équipées de pneumatiques sont devenues, au cours des dernières années, l'équipement standard des charrettes à traction animale. L'adoption de pneumatiques d'automobiles de tailles courantes pour les roues de leurs charrettes permet aux agriculteurs de récupérer les pneumatiques usagés. Mais, en fait, ils se sont rapidement rendu compte que l'emploi de pneumatiques usagés constituait une fausse économie, à cause des crevaisons répétées; c'est la raison pour laquelle des pneumatiques meilleur marché, spécialement destinés aux véhicules à traction animale, sont fabriqués en Inde: les performances des pneumatiques automobiles sont bien trop élevées pour des charrettes qui évoluent lentement. Toutefois, la fabrication de ces pneumatiques de grand diamètre reposait sur un marché intérieur potentiel énorme (15 millions de charrettes

Fig. 8-14: Charrettes, à deux roues à pneumatiques et essieu métallique, fabriquées par UPROMA, au Togo, avec des roulements à billes d'importation et des pneumatiques de second choix. (Photo: Paul STARKEY)

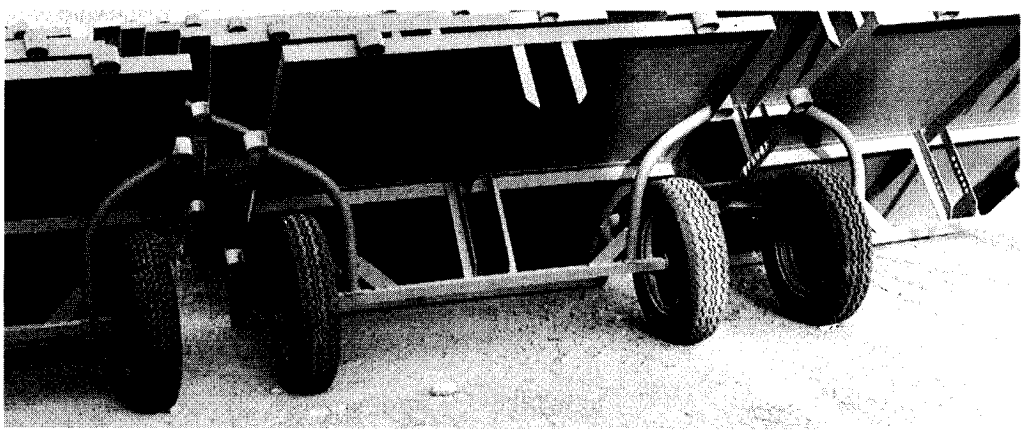


Fig. 8-15: Charrette à ânes construite à partir d'un essieu de récupération, au Botswana. (Photo: Paul STARKEY)

en service en Inde), or, en Afrique, un investissement de cette importance dans des pneumatiques spéciaux pour charrette, semble peu probable. Une autre approche, largement suivie en Afrique de l'Ouest, consiste à acheter auprès des grandes usines, avec un rabais important, des pneumatiques de second choix. Ces pneumatiques, de qualité médiocre, sont dangereux s'ils sont montés sur des voitures, mais ils peuvent être utilisés en toute sécurité sur des charrettes à traction animale. Mais, dans certains pays, l'utilisation de pneumatiques automobiles sur des charrettes peut être considérée comme peu intéressante car, en période de pénurie de pièces détachées automobiles, ils risquent d'attirer les voleurs. L'emploi de petites roues (40 à 60 cm de diamètre) permet d'installer le plateau au-dessus des roues, ce qui est impossible avec des roues de grand diamètre (80-180 cm); elles assurent ainsi une grande surface de chargement, à bonne hauteur, facile d'accès par les côtés, et donc plus pratique. Cependant, les petites roues sont plus facilement bloquées par des nids de poule ou des ornières que les grandes (Fig. 8-12).

Dans de nombreux pays, une bonne partie des charrettes actuellement en service ont été fabriquées à l'aide d'essieux récupérés sur de vieilles voitures, ou de trains arrière complets de camionnettes. Ces charrettes sont en général plus lourdes que celles équipées d'un essieu spécialement fabriqué à cette fin mais, là où les véhicules endommagés et le savoir-faire existent, elles peuvent être très performantes. La popularité croissante des voitures à traction avant a conduit à la raréfaction d'essieux légers de type à différentiel; seules quelques camionnettes en sont encore équipées. Les fusées d'essieu indépendantes récupérées à l'arrière ou à l'avant d'une automobile peuvent être soudées sur un axe métallique ou fixées sur un châssis en bois. Cependant, il n'est pas aisé de démonter, réajuster et ré-aligner correctement ces pièces. On a pu mener au moins un projet de développement en recevant par containers entiers des stocks d'essieux de récupération provenant des pays industrialisés (SCHEINMAN, 1986). Même si les frais d'importation sont assurés par des organismes d'assistance, ce type de solution n'est envisageable qu'à titre exceptionnel. En réalité, le coût réel d'une telle importation est plutôt élevé par rapport à la valeur du produit, et il serait plus rentable de se servir de ces fonds pour développer des systèmes mieux adaptés propres à promouvoir

la standardisation des tailles des pneumatiques et des essieux de façon à faciliter, à long terme, les approvisionnements en pièces détachées. D'une manière générale, la construction de charrettes avec utilisation d'essieux de récupération peut être considérée comme une solution intéressante, à petite échelle pour les entrepreneurs ou les petits organismes mais, pour les organismes plus importants, notamment ceux travaillant dans des régions où la demande en charrettes est élevée, les essieux automobiles ne devront être considérés que comme éléments d'appoint pour la construction des charrettes: les difficultés d'approvisionnement en pièces de récupération, le poids élevé de ces pièces et la faible économie réalisée leur ôtent, en effet, la possibilité d'être des solutions durables.

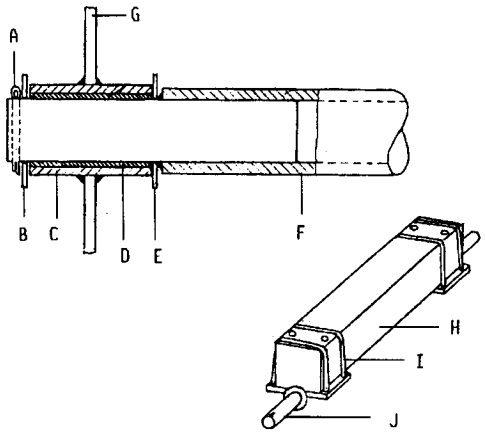


Fig. 8-16: Essieu fixe avec coussinet bague d'usure expérimenté en Zambie.
A: Goupille fendue; B: Rondelle; C: Coussinet; D: Bague d'usure (bronze, nylon ou PVC); E: Rondelle; F: Essieu; G: Rayon; H: Longeron en bois; I: bride; J: Fusée.
(Source: MULLER, 1986)

8.5 Les essieux et les paliers de charrette

Les bagues de roulement rudimentaires fabriquées à l'aide de cylindres en fonte, en bois dur ou en acier peuvent être réellement performantes, dans la mesure où elles sont bien ajustées, correctement lubrifiées et régulièrement entretenues. La majorité des charrettes circulant dans le monde est équipée de ces bagues simples. Beaucoup de charrettes traditionnelles en bois utilisent un grand moyeu en bois tournant autour d'un axe en acier lubrifié. Au centre du moyeu, peut prendre place une bague amovible en fonte, plutôt qu'en bois dur ou en tube d'acier. Un tel système concerne généralement les roues de grand diamètre dont le moyeu tourne assez lentement. En outre, les roues traditionnelles en bois sont équipées de gros moyeux, permettant l'emploi de paliers offrant une grande surface de contact et qui, s'ils sont fabriqués et entretenus correctement, peuvent durer longtemps (même s'ils impliquent effectivement d'importantes forces de frottement). Ce type de bague de roulement est très répandu en Asie et en Amérique latine, plus rare au Maghreb et à Madagascar, et extrêmement rare en Afrique sub-saharienne.

De nombreuses roues métalliques sont également conçues pour tourner autour d'un essieu métallique fixe. En Afrique, de nombreux projets de développement se sont penchés sur la recherche de matériaux adéquats pour la fabrication de bagues de roulement. Les roues métalliques étant généralement d'un diamètre moyen, la vitesse de rotation des moyeux est donc supérieure à celle des grandes roues de charrettes traditionnelles et, par conséquent, l'usure des bagues de roulement plus rapide. En Tanzanie, quelques projets, comme celui d'IRINGA, ont tenté de mettre au point des bagues en bois

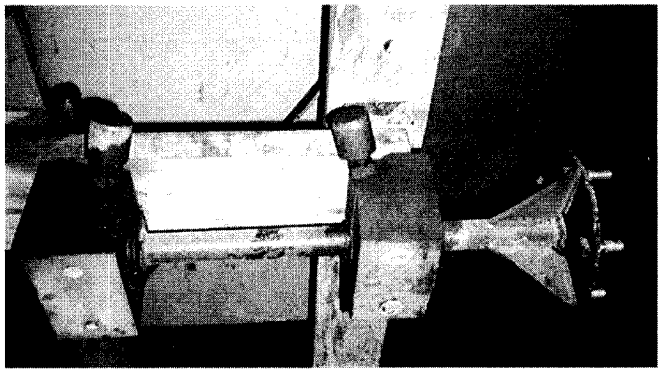
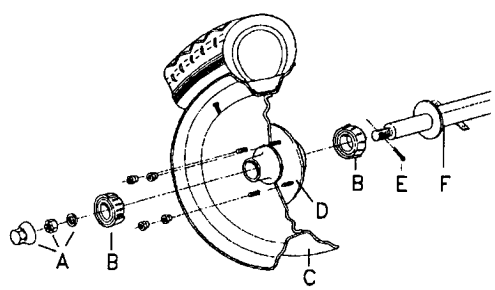


Fig. 8-17: Evaluation en Zambie d'un demi-essieu «libre» (c'est-à-dire tournant) avec paliers en bois imbibés d'huile. (Photo: Paul STARKEY)

lubrifiées qui soient amovibles. On pensait alors que ce type de bagues serait peu coûteux et très facile à changer mais, dès les premières années, même neuves elles s'usaient rapidement et donnaient des roues très voilées; par ailleurs, n'étant pas suffisamment uniformes il était difficile de les placer correctement dans les moyeux; les agriculteurs ont donc eu tendance à les conserver au-delà de leur limite d'usure, jusqu'à ce que les moyeux métalliques des roues, alors voilées, commencent eux-mêmes à s'user. En Zambie, les mêmes problèmes ayant été rencontrés avec des bagues en bois dur fabriquées localement, d'autres matériaux ont été expérimentés. On a essayé d'employer des bagues en PVC, mais elles se sont avérées onéreuses et peu résistantes à l'usure. Des bagues en bronze (à partir de cuivre provenant de mines locales) ont été également testées en Gambie, elles se sont montrées plus solides que le bois dur ou le PVC.

On pourrait discuter à l'infini de l'opportunité de lubrifier ou non les bagues de roulement. Si elles sont graissées, le sable et les gravillons peuvent se mélanger à la graisse et former une pâte très abrasive. Sans lubrification, les bagues sont plus bruyantes, et subissent plus de frottements, mais les particules abrasives peuvent s'échapper facilement. Quelques bois, métaux et matières synthétiques sont «auto-lubrifiants», et libèrent, à mesure qu'ils s'usent, des substances lubrifiantes naturelles ou artificielles. L'acier tendre n'offre pas de caractéristiques intéressantes pour la fabrication des bagues, mais il est facile à travailler et on peut s'en procurer aisément. Les bagues de roulement sont utilisables pendant de nombreuses années si on les entretient et si on les répare

Fig. 8-18: Vue éclatée d'un type de roue utilisé en Afrique de l'Ouest.
A: Coquille anti-poussière, écrou de blocage et rondelle; B: Roulement à rouleaux coniques; C: Jante de la roue; D: Moyeu; E: Goupille fendue; F: Essieu.
(Source: MATTHEWS et PULLEN, 19769



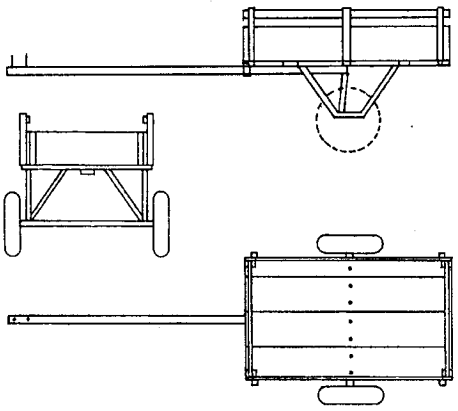


Fig. 8-19: Modèle de charrette très répandu en Afrique de l'Ouest (Essieu métallique plein, roulements, roues et pneumatiques d'importation).
(Source: STARKEY, 1981)

régulièrement; elles posent néanmoins de nombreux problèmes aux agriculteurs et aux développeurs. En Ethiopie, des charrettes légères tirées par des chevaux, bien qu'âgées de plusieurs dizaines d'années, sont toujours en service. Les bagues d'origine ont été remplacées depuis longtemps par des centres de roue faits de tubes métalliques et de bagues (facultatives) fabriquées à partir de toutes sortes de matériaux locaux, notamment des chiffons.

En Tanzanie, en Zambie, et dans d'autres pays, on a tenté d'apporter une solution très différente aux problèmes des bagues de roulement; on utilise ici des fusées d'essieux «libres» (capables de tourner), fabriquées à partir de tuyaux d'écoulement ou de demi-arbres de roulement récupérés sur des camionnettes ou des poids-lourds. Les essieux sont maintenus par deux bagues; chacune de ces bagues est constituée de deux blocs en bois lubrifié, façonnés suivant la forme de l'axe, et boulonnés ensemble (ITDG, non daté). Des rondelles de butée sont soudées sur l'axe pour restreindre les mouvements latéraux. Les blocs assurant le passage de l'essieu sont vissés sur le châssis en bois de la charrette. Les charrettes équipées de ces paliers en bois sont généralement plus difficiles à tirer que les autres modèles, à cause des forces de frottement internes et du poids de la charrette. Les paliers en bois doivent être maintenus très fortement serrés, et la relative simplicité de ces systèmes ne doit pas faire oublier que l'essieu ne tournera librement et sans gêne que s'il est parfaitement maintenu en place. Des charrettes équipées de ces paliers ont été introduites à petite échelle dans de nombreuses régions d'Afrique, mais elles ont été partout critiquées à cause de leur poids élevé.

En Afrique, dans les pays où s'emploient des charrettes spécialement conçues pour la traction animale (plus de 100 000 en service au Mali et au Sénégal), les modèles les plus populaires sont équipés d'un essieu métallique droit aux extrémités duquel sont placés des moyeux à roulements coniques. Un châssis rudimentaire en acier est fixé sur l'essieu, puis on y installe un plateau en bois ou en acier (Fig. 8-19). Bien que ces modèles ne soient pas particulièrement économiques, ils sont en général très robustes, et les crevaisons sont les seuls problèmes qu'ils rencontrent. Les moyeux à roulements coniques sont également employés sur des charrettes fabriquées à partir d'essieux automobiles.

En conclusion, les projets de développement sont souvent confrontés à un choix entre les roulements coniques, chers et sophistiqués, ou diverses solutions de «récupération». Beaucoup de projets ont perdu du temps et essuyé des revers en essayant d'améliorer les techniques les plus simples: les pro-

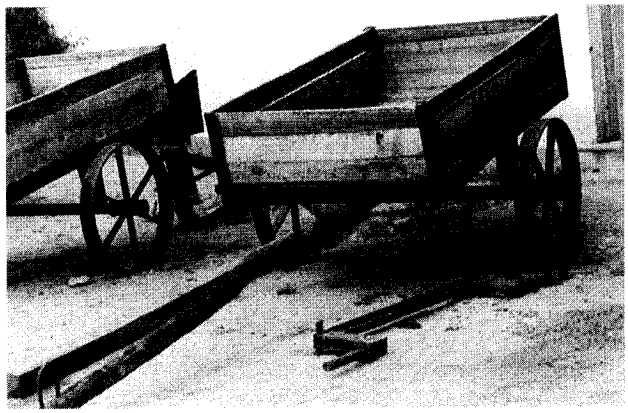


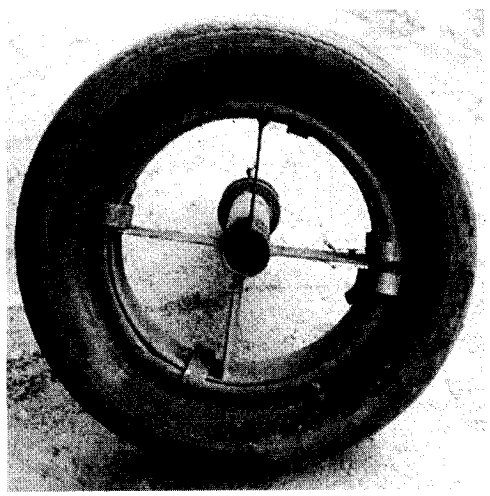
Fig. 8-20: Charrettes à bœufs à roues métalliques fabriquées dans l'atelier d'un projet de développement en Tanzanie. Au premier plan, un essieu à grand dégagement. L'utilisation de paliers et de manchons en bois imbibés d'huile entre les moyeux et les fusées semble poser d'importants problèmes. (Photo: Paul STARKEY)

blèmes de maintenance à long terme se sont souvent avérés graves, et les taux d'adoption décevants. Les roulements coniques, bien que chers à l'achat, permettent une utilisation intensive des charrettes et demandent peu d'entretien. Leur emploi peut se justifier à long terme, car le transport constitue souvent une source de profit importante. Rétrospectivement, il apparaît que plusieurs projets en Afrique auraient eu beaucoup plus d'impact, s'ils avaient fourni aux paysans les crédits nécessaires à l'achat de produits plus coûteux, au lieu d'employer du personnel pour tenter de trouver des solutions bon marché.

8.6 Les crevaisons

Les crevaisons constituent un problème majeur pour les charrettes équipées de roues à pneumatiques, et ont parfois conduit à l'abandon pur et simple de charrettes en bon état. Il semble qu'il n'existe pas de solutions simples à ce problème, récemment étudié par AYRE et SMITH (1987). Au Kenya, plusieurs années de recherches ont été employées à tester l'efficacité de pneumatiques remplis de sciure (SFMP, 1984). On perce dans une jante d'automobile trois trous espacés régulièrement par rapport au trou de la valve; on place un pneu, sans chambre à

Fig. 8-21: Charrette à deux roues photographiée, ici, au Mali; ce type de charrette est très répandu dans toute l'Afrique de l'Ouest. Lorsque le chargement est bien équilibré, les ânes peuvent transporter d'importants chargements en terrain plat; des précautions doivent être prises en cas de déclivité. (Photo: Paul STARKEY)



air, autour de la jante, puis on verse de la sciure dans le pneu par les quatre trous, en la tassant avec une tige métallique. Un fabricant local a ensuite développé un modèle de jante pleine spécialement fabriquée pour faciliter le remplissage (AYRE et SMITH, 1987). Même si les pneumatiques remplis de sciure ont été officiellement encouragés, leur succès auprès des agriculteurs est resté limité. En effet, ces pneumatiques sont lourds (surtout s'ils se remplissent d'eau lors du passage dans une flaque). En outre, la sciure pourrit lorsqu'elle est mouillée, et la résistance au roulement de ce type de pneumatique est très élevé.

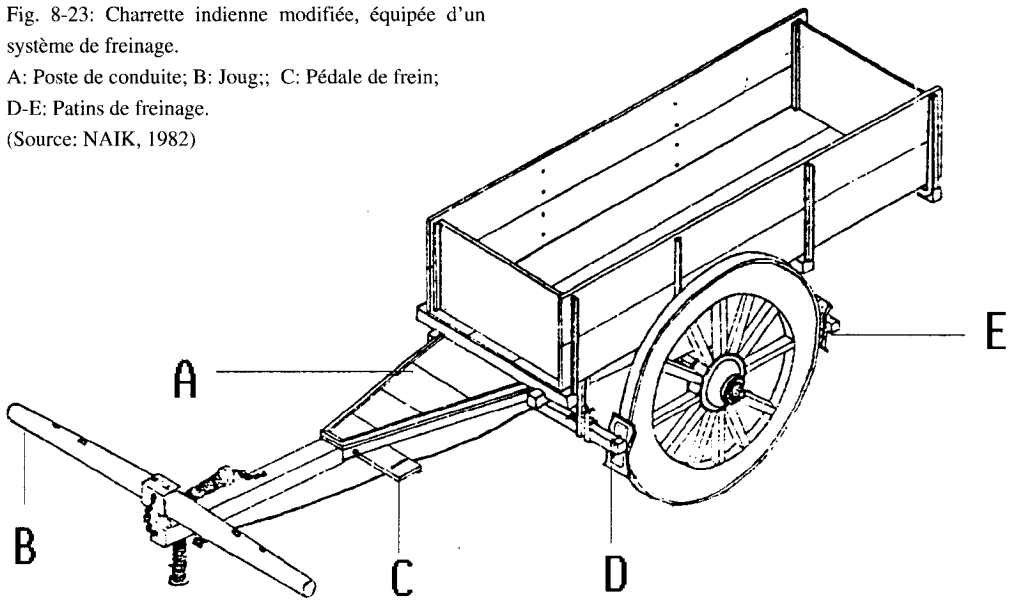
La réparation des crevaisons est généralement considérée comme une contrainte majeure. Cependant, on a souvent observé que des petits artisans spécialisés dans la réparation des crevaisons s'installent très vite, même dans les petits villages, dès qu'un nombre suffisant de pneumatiques (charrettes, bicyclettes, motos ou camionnettes) est en service dans une région donnée. Par conséquent, les projets de développement jugent plus efficace d'aider à l'adoption d'un nombre «critique» de charrettes dans une région donnée, justifiant l'installation de réparateurs locaux, plutôt que de disperser leurs efforts sur une vaste région.

8.7 Les freins et le chargement

L'installation de freins sur des charrettes, bien qu'étant souhaitable, est peu répandu dans les régions de plaine. Les freins sont importants, car ils protègent les animaux dans les descentes. Les descentes peuvent

Fig. 8-22: Assemblage bon marché mis au point au Kenya. L'ensemble, qui se compose d'une roue à jante fendue, d'un pneumatique rempli de sciure, d'un essieu en tube creux, de roulements de butée à rondelle en acier, destinés à être utilisés avec des paliers en bois imbibés d'huile, n'est encore que peu utilisé. (Photo: Paul STARKEY)

Fig. 8-23: Charrette indienne modifiée, équipée d'un système de freinage.
A: Poste de conduite; B: Joug:; C: Pédale de frein;
D-E: Patins de freinage.
(Source: NAIK, 1982)



être des collines ou, simplement, des talus de bords de route. Même en terrain plat, une charrette chargée, tirée à vitesse normale, possède un moment de force considérable. Les animaux qui le subissent, par l'intermédiaire du système d'attelage, peuvent être considérablement gênés lors des descentes. Le choix du système d'attelage (chapitre 3) intervient sur l'efficacité avec laquelle les animaux peuvent freiner la charrette par leur propre poids. Les jougs de tête facilitent le freinage car ils sont attachés solidement aux animaux. Par contre, les jougs de garrot, qui sont plus lâches, peuvent se déplacer vers l'avant et même passer au-dessus de la tête des animaux. Dans ce cas, une sangle large attachée au harnais ou à la barre de traction est utile, car elle transfère la force de freinage vers l'arrière de l'animal, loin des parties vulnérables que sont la tête et la nuque. Une barre, installée sur la charrette immédiatement derrière les animaux, a le même effet qu'une sangle; ce système est d'usage courant en Inde. Les freins rudimentaires sont constitués de blocs en bois concaves (voire même de simples tasseaux) qui sont poussés contre la surface de la roue ou du pneu. Dans les cas les plus simples, aucun équipement n'est nécessaire, excepté éventuellement un mécanisme de levier. Certaines roues de charrettes sont équipées de freins à patins; on peut également y adapter des freins récupérés sur de vieilles automobiles, lorsque ces dernières sont équipées d'un frein à main (outre le système de freinage hydraulique).

La plupart des charrettes sont conçues pour porter des charges pouvant atteindre la tonne. La capacité des animaux à tirer de telles charges va dépendre du revêtement de la route et de sa dénivelée. Une charge peut être facile à tirer sur une route goudronnée, mais impossible à tracter sur une piste présentant des nids de poule ou des flaques de boue. Un âne attelé tout seul peut généralement tirer une charge de 500 kg, un cheval, une charge de 700 à 1 000 kg, alors qu'une paire de bœufs peut tracter une tonne ou plus. Une paire de bœufs, d'une race de trait

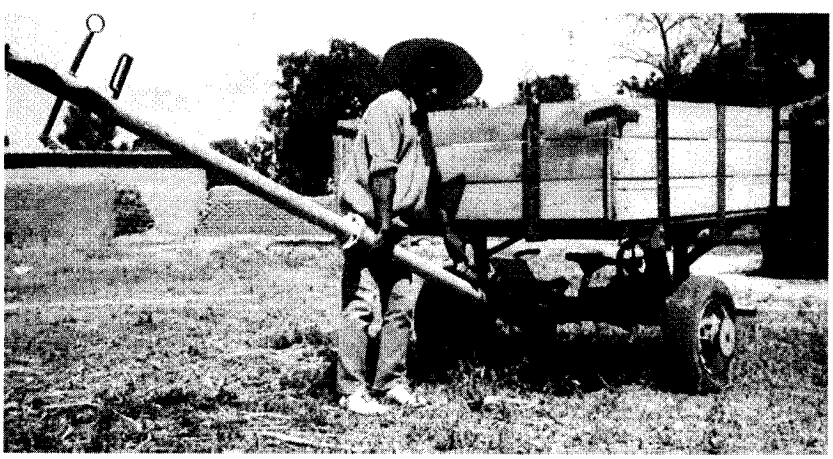
robuste sélectionnée en Inde, est capable de tracter des charges de 1,5 tonne sur 60 km de piste en un jour (WILLIAMSON et PAYNE, 1959). L'équilibrage du chargement est très important sur les charrettes à deux roues; en effet tout déséquilibre peut induire l'action de forces montantes ou descendantes qui s'appliquent sur le système d'attelage. Une lourde charge peut, en glissant vers l'arrière de la charrette, soulever littéralement un âne de terre, et entraîner des conséquences désastreuses.

En raison de leur volume important, les charrettes une fois assemblées reviennent très cher à transporter sur de longues distances. Pour cette raison, et pour faciliter les activités locales de construction et de réparation, les charrettes doivent être fabriquées ou assemblées le plus près possible du lieu d'utilisation. Dans plusieurs pays d'Afrique, comme le Burkina Faso, le Mozambique et le Togo, on livre aux centres ruraux des charrettes simples en pièces détachées. Le kit de montage comprend deux roues, un essieu et les chaises qui maintiennent le plateau en bois sur l'essieu. D'autres ensembles comprennent un châssis métallique complet en pièces détachées, et parfois un timon, en acier également. Quelques pièces doivent être importées (plusieurs pays importent l'ensemble complet essieu plus roues), alors que d'autres peuvent être fabriquées sur place dans des ateliers. Pour la vente aux utilisateurs, les artisans, les distributeurs et/ou les petits ateliers assemblent les kits et fabriquent des plateaux en bois et parfois des ridelles amovibles.

8.8 Les polyculteurs et les remorques à quatre roues

Leur conversion possible en charrettes a souvent prévalu dans la conception des polyculteurs, et c'est souvent sous cette forme qu'ils continuent à être utilisés. Toutefois, lorsqu'ils sont équipés d'un plateau, leur centre de gravité est généralement trop haut, ce qui les rend sujets aux basculements en

Fig. 8-24: Nikart équipé en charrette, au Mali. Les paysans ayant jugé leurs charrettes ordinaires plus satisfaisantes ont, en fait, abandonné les porte-outils; en effet, bien qu'utilisés pour le transport, les porte-outils n'ont jamais été jugés aussi satisfaisants, dans cette fonction, que les «vraies» charrettes. (Photo: Paul STARKEY)



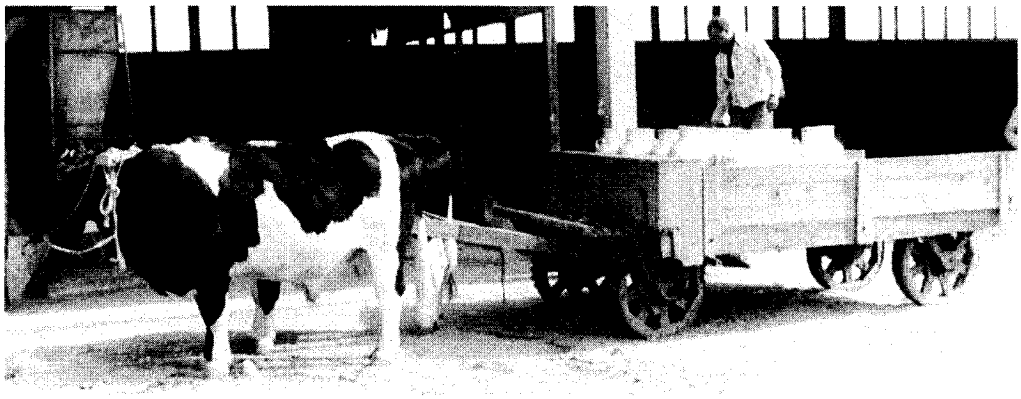


Fig. 8-25: Remorque à quatre roues en bois tirée par un attelage de bœufs de race Frisone, dans un Centre de Recherche et de Formation Agricole en Tanzanie. (Photo: Paul STARKEY)

cas de bosse sur leur parcours. Comme nous l'avons vu au chapitre 9, les exploitants trouvent plus intéressant de pouvoir disposer d'une charrette simple pour les transports et d'autre part d'outils de culture attelée, cette solution ne coûtant généralement pas plus cher qu'un polyculteur (STARKEY, 1988).

Les charrettes, ou les remorques, à quatre roues sont employées pour les transports urbains dans de nombreuses villes d'Asie, et dans certaines villes d'Afrique et d'Amérique latine; on les rencontre également sur quelques plantations. Les quatre roues supportent la totalité de la charge, et la force de l'animal est uniquement employée pour la traction. On peut ainsi tracter des charges très lourdes, surtout si la surface de la route est en bon état. Sur les remorques à quatre roues, les chargements peuvent rester en place même en l'absence des animaux (dans les mêmes conditions, les charrettes à deux roues se redressent, et on est obligé de placer des étais pour caler l'avant et l'arrière). A l'inverse des charrettes à deux roues, qui peuvent pivoter sur elles-mêmes lors de virages très fermés, les remorques à quatre roues nécessitent un système d'articulation pour assurer une bonne maniabilité, ce qui rend leur conception beaucoup plus complexe que la simple adjonction d'un train de roues sur une modèle à deux roues. Contrairement à ces dernières, le nombre de remorques à quatre roues ne semble pas appelé à augmenter rapidement dans les campagnes africaines.

8.9 Autres sources d'informations

L'OIT et l'Intermediate Technology Publications ont réalisé une étude abondamment illustrée des publications concernant la conception et la fabrication de charrettes à traction animale (BARWELL et HATHWAY, 1986). La FAO édite des diaporamas et des plaquettes qui apportent des conseils simples sur la conduite et l'entretien des charrettes équipées de roues à pneumatiques. Un rapport intéressant sur des tentatives de développement de charrettes à traction animale en Zambie a été rédigé par MULLER (1987). Le numéro 1-89 du journal du GATE paru en mars 89, traite des transports

économiques et présente plusieurs articles concernant le transport en traction animale.

Il existe, en Inde, une multitude d'informations sur les modèles traditionnels ou récents de charrettes à traction animale. Ce thème a été étudié en 1979 par RAMASWAMY et, cet auteur a rédigé, en 1985, une publication détaillée et bien illustrée, dans laquelle sont présentés la plupart des modèles de charrettes traditionnelles utilisées en Inde. DESHPANDE et OJHA (1983) ont publié une étude bibliographique, comprenant plus de 300 références indiennes et internationales, sur les véhicules à traction animale. Ces mêmes auteurs ont rédigé une monographie illustrée sur les charrettes à bœufs traditionnelles et améliorées (DESHPANDE et OJHA, 1984).

L'équipe du CTMV de l'Université d'Edimbourg travaille sur l'utilisation des ânes, des mulets et des chevaux dans les pays en développement; FIELDING (1988) a publié un rapport succinct sur l'emploi des ânes en tant que bêtes de somme. IVERSEN (1987) mentionne l'existence de l'American Pack Animal Study Group (groupement américain d'études sur les animaux de somme).

En Afrique, de nombreux projets travaillent sur les charrettes à traction animale; quelques-uns sont répertoriés dans l'Annuaire de la traction animale du GATE pour l'Afrique (STARKEY, 1988). D'autres organismes, comme l'Intermediate Technology Transport en Grande-Bretagne, travaillent hors- Afrique sur la technologie des charrettes à traction animale.