

# Modifications à bas prix de la charrue éthiopienne de travail du sol et de drainage de surface sur des sols argileux et lourds: résultats préliminaires d'essais menés en milieu paysan

par

S. Jutzi, F. M. Anderson et A. Astatke

Centre International pour l'Elevage en Afrique (CIPEA), Ethiopie

## Résumé

Le Centre International pour l'Elevage en Afrique (CIPEA) a procédé à la modification de la charrue à traction bovine (un araire appelé *maresha* en Amharic) utilisée traditionnellement pour les labours en vue 1) du terrassement pour la conservation des sols et 2) de l'établissement de lits de semences et de billons susceptibles de favoriser un meilleur drainage de surface sur des sols argileux lourds. Le présent document est consacré aux résultats de ces travaux et des essais effectués en station et au niveau des exploitations agricoles.

La nouvelle charrue conçue pour le terrassement requiert une force de traction légèrement inférieure à celle qui est nécessaire pour tirer l'aire traditionnel alors que la force de traction requise pour tirer l'instrument utilisé dans la confection des billons est d'environ 50% supérieure à celle requise pour la charrue traditionnelle. Une paire de bœufs de la petite espèce de zébu Shorthorn de l'Afrique de l'Est suffit pour tirer chacun des deux instruments. Il est possible d'effectuer des terrasses de niveau larges de quatre mètres en trois passages avec une pente de 8%.

Le deuxième instrument permet d'effectuer des billons hauts de 15 cm et large de 120 cm avec une paire de bœufs et à une vitesse qui varie entre 0,4 et 1,2 ha par jour de 7 heures de travail selon le degré d'uniformité requis et l'humidité du sol.

Le drainage de surface réalisé grâce aux billons entre les lits de semence a permis aux exploitants d'enregistrer une augmentation des rendements

de grain d'environ 80%. Ces lits améliorés facilitent également la lutte contre les adventices. L'utilisation de la nouvelle version à traction bovine sur des terres de hauts plateaux réservées à la culture mixte des céréales et des légumineuses a permis de réduire les besoins en main-d'œuvre de 60 à 16 heures/ha par rapport aux opérations manuelles traditionnelles. Le coût des modifications est de 5 dollars-US pour la charrue de terrassement et de 25 dollars-US pour le second instrument. En outre, ces modifications peuvent être effectuées par les artisans locaux.

## Introduction

Sur les hauts plateaux éthiopiens, les labours sont presque exclusivement effectués en utilisant la traction animale. La charrue traditionnelle en bois (*la maresha*) est dotée d'une dent métallique aiguë et d'un crochet en métal relié au manche. Deux ailerons plats en bois sont reliés au manche, grâce au crochet et à l'âge, par des aiguilles métalliques situées des deux côtés de l'instrument. La quasi-totalité des agriculteurs disposent de cet instrument. Cependant, d'après des données non publiées du ministère de l'Agriculture, seul le tiers des agriculteurs des hauts plateaux possède une paire de bœufs; la plupart d'entre eux doivent louer des animaux ou conclure des accords d'échange pour l'utilisation des bœufs de labour.

Cette contrainte a amené le CIPEA à mettre au point un nouveau joug, un harnais et une version modifiée de la *maresha* pouvant être

tirée par un seul bœuf. Ce type d'instrument a été décrit par Gryssels *et al.*, (1984) et ses performances pratiques ont été signalées par Gryssels et Jutzi (1986).

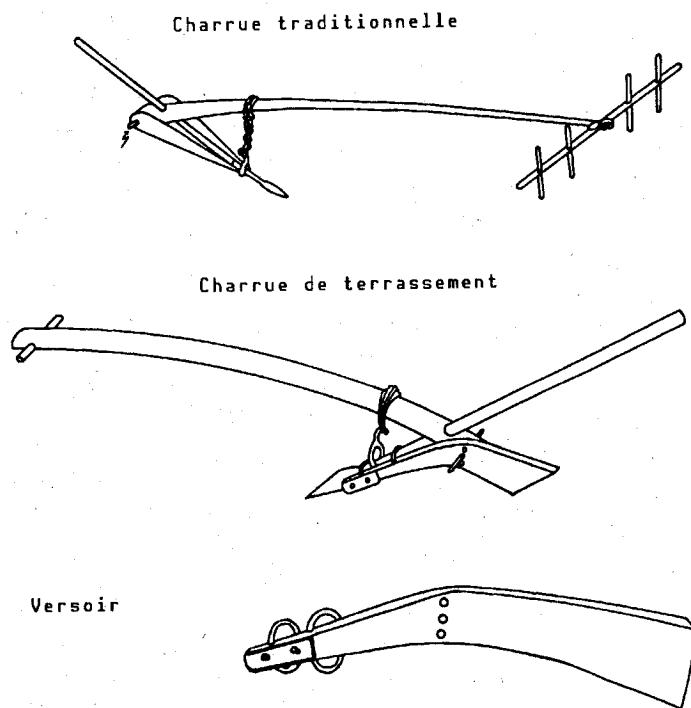
Dans le présent rapport, les auteurs présentent deux autres modifications susceptibles de favoriser un contrôle du mouvement des sols. En fait, la *maresha* ne fait que retourner légèrement la terre qu'elle déverse de chaque côté pour confectionner, après le passage, un sillon et deux billons.

Le premier instrument modifié, appelé charrue de terrassement a été conçu pour déverser la terre d'un seul côté, à la manière d'une charrue à soc réversible. Le second matériel de préparation du sol, dénommé tourneuse de

planches ou BBM, a été par contre conçu pour confectionner des billons larges avec des sillons au milieu, pour le drainage de l'eau de surface excédentaire sur les sols argileux lourds.

Toutes les deux modifications ont été réalisées par le programme des hauts plateaux du CIPPEA, à Addis-Abeba (Ethiopie). Le présent document repose sur les premiers résultats d'essais menés en station et en milieu paysan. Le rapport décrit les deux nouveaux instruments et présente leurs performances potentielles en analysant leur impact en matière de conservation du sol et de l'eau, leur effet sur les rendements agricoles et l'économie de main-d'œuvre qu'ils permettent de réaliser.

Figure 1. Charrue traditionnelle (*maresha*) et charrue de terrassement avec versoir



## La charrue de terrassement

### Description et fonctionnement

La modification consiste à enlever les deux ailerons plats de la *maresha* et à les remplacer par un aileron unique en bois en forme de versoir, et réversible; autrement dit, il peut être inversé sans que l'on ait à le détacher de l'age de l'instrument. L'aileron est renforcé à son bout par une feuille d'acier et deux bagues permettant de le relier au manche tout en conservant la souplesse du jeu entre les pièces. Les bagues sont faites de deux barres métalliques de renforcement. L'aileron est relié à l'age par la même aiguille utilisée pour les deux ailerons de l'instrument traditionnel (figure 1).

Pour inverser l'aileron, il suffit de retirer l'aiguille, de faire passer l'aileron de l'autre côté sous l'age et de remettre l'aiguille en place. De ce fait, il n'est pas nécessaire de modifier le cadre de la charrue traditionnelle. En outre, le montage de l'aileron réversible ne prend que trois minutes environ.

Le coût de cette modification est de l'ordre de 5 dollars-US couvrant l'achat des éléments suivants:

- une feuille métallique longue de 40 cm, large de 5 cm et d'une épaisseur de 4 mm;
- boulons de 7 cm;
- deux barres métalliques de renforcement de 80 cm de longueur et de 10 mm d'épaisseur avec deux points de soudure;
- environ 3 kg de bois dur (acacia de préférence) pour le versoir.

Le fonctionnement de l'instrument ne diffère guère de celui de l'araire traditionnel sauf qu'il faut inverser l'aile à la fin de chaque passage pour verser la terre du même côté.

### Performance

Les mesures de la force de traction animale nécessaire pour tirer cet instrument ont été effectuées en utilisant la méthode décrite dans

Abiye Astatke *et al.* (1986). Pour les mesures de la puissance animale déployée par paire de bœufs, un dynamomètre portable à batterie (Novatch Measurements Ltd, UK) comportant un élément chargé inséré entre le joug et la barre d'attelage ainsi qu'un indicateur gradué relié à l'élément chargé par un câble ont été utilisés. La force (kN) minimale et maximale exercée sur une distance de 20 m et le temps requis pour couvrir celle-ci ont été relevés. La hauteur du joug et du point d'attelage ainsi que la longueur de la chaîne ont été mesurées et la force de frottement parallèle au sol a été calculée. Le calcul de la puissance a été effectué en multipliant la force effective (kN) par la vitesse (m/s).

Avec l'araire traditionnel, la puissance exercée lors du troisième passage est d'environ 660 W (ET = 112; Abiye Astatke et Mathews, 1982). L'instrument modifié, par contre, ne requiert à ce stade qu'une puissance moyenne de 534 W (ET = 110), soit 80 % de la puissance nécessaire pour la *maresha* (Jutzi, données non publiées). Ceci s'explique par le fait que le nouvel instrument creuse le sol moins profondément en ne versant la terre que d'un seul côté.

Sur des sols argileux et gras avec une pente de 8%, les terrasses confectionnées (hautes d'environ 30 cm) avaient été stabilisées en plantant sur les bords des rangées de *Sesbania sesban*. Sur une telle pente, une paire de bœufs a permis d'effectuer des terrasses sur une aire de 1911 m<sup>2</sup> (ET = 298). L'examen a porté sur 22 terrasses d'une longueur de 420 m. C'est dire donc qu'une paire de bœufs peut couvrir un hectare en 5 jours, soit à peu près la même performance qu'avec la *maresha*. En conséquence, la confection des terrasses ne prend pas plus de temps que les travaux traditionnels. Or, les terrasses permettent de lutter contre l'érosion des sols et favorisent la conservation de l'eau en freinant le ruissellement. On peut s'attendre immédiatement à des rendements agricoles plus stables grâce à la conservation de l'eau et, à plus long terme, à la conservation des sols.

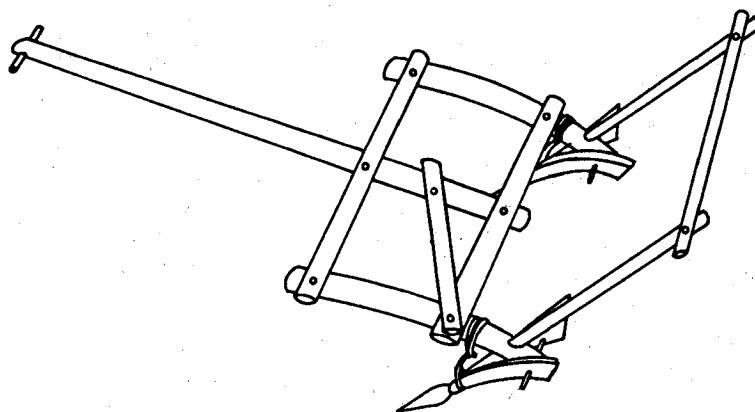


Figure 2. La tourneuse de planches (BBM)

## La tourneuse de planches (BBM)

### Description et fonctionnement

Il a été largement prouvé que la saturation hydrique est une contrainte majeure à la croissance végétale sur les sols argileux noirs (Kanwar *et al.*, 1982; Ryan et von Oppen, 1983; Haque et Jutzi, 1984). Cet effet dépressif est encore plus marqué dans les zones à pluviosité élevée.

Au milieu des années 70, l'Institut International de Recherches sur les Cultures des Régions Tropicales Semi-Arides (ICRISAT) a lancé des essais de drainage de l'eau de surface pour lutter contre ce phénomène et a mis au point un bâti polyvalent à traction bovine (ICRISAT, 1986). Cet instrument est efficace mais coûteux. Il est nécessaire de mettre au point des instruments peu coûteux en vue de l'adoption de pratiques culturales améliorées dans les systèmes d'agriculture de subsistance, prédominants dans les zones à vertisol de l'Afrique au Sud du Sahara avec une superficie de 83 millions d'hectares. C'est ainsi que le CIPEA a mis au point une formeuse de planches à partir de la charrue locale en tenant compte du facteur coût-efficacité.

La BBM est une version modifiée de la charrue locale. Son arceau a été raccourci (90 cm) et le cadre est en bois (Figure 2). Les deux ailerons plats de la charrue traditionnelle ont été remplacés par des ailes en bois en forme de versoir, les deux principales déversant la terre au centre et la plus petite sur le côté. Les deux manches sont reliés par un stabilisateur pour en faciliter le fonctionnement.

Le poids total de l'instrument est de 30 kg en moyenne selon le bois utilisé, alors que la *marasha* pèse environ 20 kg. Le coût marginal de la BBM est de l'ordre de 25 dollars-US (8 boulons, barres en bois longues de 8 m et 8 kg de bois dur pour la confection des ailerons).

### Performance, rendements agricoles et main-d'œuvre

La BBM requiert une force de traction supérieure à la puissance nécessaire pour tirer la charrue traditionnelle (O'Neil et Howell, 1986). Une étude comparative a été effectuée en mesurant la tension sur la chaîne de trait (grâce à une batterie dotée d'un élément chargé du type Novatech), l'angle de tirage (en utilisant un clinomètre potentiométrique

Ferranti) et la vitesse de travail (en utilisant un senseur de vitesse à radar Dickey-John).

La puissance requise sur un terrain bien préparé est de l'ordre de 398 W pour la charrue traditionnelle (ET = 61; 17 relevés) et de 634 W pour la BBM (ET = 81, 13 relevés). C'est dire que l'énergie nécessaire est de loin inférieure à la puissance que peut développer le zébu local (800 W) d'assez petite taille (250 kg de poids vif) lorsqu'il est attelé avec un joug d'encolure rigide.

Avec la BBM, une paire de boeufs de cette espèce peut couvrir 0,4 à 1,2 ha par jour selon le nombre de passages sur chaque BBF et selon l'humidité du sol dans la couche supérieure. Sur chaque BBF, il est en principe nécessaire d'effectuer deux passages en vue d'obtenir un profil uniforme des sillons et des lits de semence. Une chaîne reliée aux deux ailerons permet de réaliser, à la manière d'une herse simple, un grattage uniforme.

Le système du BBF (planches et sillons de drainage), grâce à son incidence positive sur le drainage permet de réaliser des accroissements substantiels des rendements agricoles. Au cours de nombreux essais sur le blé panifiable menés en 1985 en milieu paysan, avec 8 agriculteurs suivis, on a trouvé que ces accroissements étaient de 78% (grains) et de 56% (MS de la paille). Ce qui est plus intéressant encore, c'est que pour le teff (*Eragrotis abyssinica*), la principale céréale en Ethiopie, qui est une culture sur vertisols supposée résistante à la saturation hydrique, il y a eu des accroissements de rendements de 25% sur la production de grains et de 23% sur la production de MS (1985, 15 agriculteurs suivis). C'est dire donc que la nouvelle technologie est peu coûteuse et offre d'énormes possibilités en matière de production alimentaire pour les agriculteurs d'Ethiopie, pays où 8 millions d'hectares sont des hauts plateaux à vertisols, et où la pluviosité est élevée.

Les labours extensifs effectués à la main sur des vertisols requièrent pour la confection de

BBF (largeur moyenne 1,2 m; Inewari plateau, Nord Shoa, centre du pays) une main-d'oeuvre équivalente à environ 60 heures par hectare. La BBM permet de ramener ce chiffre à 16 heures par hectare avec un seul opérateur derrière la charrue.

En conséquence, la nouvelle technique d'établissement des BBF permet d'améliorer de manière substantielle la productivité de la main-d'oeuvre agricole. Dans le cadre du système traditionnel, les besoins en main-d'oeuvre pour la préparation des sols, le semis et le drainage par l'établissement de BBF s'élevaient à environ 120 heures par hectare. La BBM permet de ramener ces besoins à 75 heures par hectare, soit un accroissement de 40% de la productivité de la main-d'oeuvre, sous l'hypothèse de rendements agricoles constants. L'instrument est à présent soumis à des essais à grande échelle dans les exploitations de cette région et de trois autres zones en Ethiopie. A la mi-saison 1986, on a trouvé que le système utilisant la BBM surpassera le système traditionnel grâce à une plus grande uniformité des BBF.

## Développements

La BBM décrite dans le présent document peut également être utilisée comme bâti polyvalent. Des essais sont actuellement menés avec deux instruments basés sur la BBM:

### *Une herse à lame*

Elle est faite d'une lame métallique reliée aux dents des deux côtés de l'instrument et reposant sur un grand boulon au centre de la partie arrière du cadre. Cette herse à lame permet de creuser le sol en BBF d'environ 5 à 10 cm de profondeur, et partant, de déraciner la plupart des adventices. Cet instrument permet de réduire de manière substantielle les besoins en énergie et le temps requis pour les travaux sur vertisols, et d'établir des BBF durables; par la suite, le sarclage constitue la seule opération nécessaire. Le coût de la lame est de 7 dollars-US.

### *Le semoir en ligne*

Le bout arrière de la BBM peut également être utilisé comme bâti pour un semoir et une souleveuse. La souleveuse à rotation fonctionne avec une roue en étoile sur un côté de la BBM. Le prototype est un instrument combiné pour le semis (divers compartiments permettent de semer simultanément différentes graines pour la culture associée) et la distribution d'engrais (pour l'épandage en ligne). Il permet de planter sur des BBF une à six lignes de 70 cm de largeur au sommet. Les disques de distribution placés sur la souleveuse permettent de semer toute sorte de culture conventionnelle au rythme voulu. Pour cette opération, le semoir doit simplement passer au-dessus des BBF. Une chaîne au centre des deux ailerons centraux recouvre les semences entre les lignes. Les lignes sont effectuées par des dents métalliques fixées en avant de la barre arrière de la BBM. Le coût marginal de l'instrument est d'environ 40 dollars-US.

### Références

- Astatke, A. and Matthews, M. D. P. 1982. Progress report of the cultivation trials and related cultivation work at Debre Zeit and Debre Behan. ILCA (International Livestock Centre for Africa) Highland Programme, Addis Ababa, Ethiopia. (Unpublished). (E).
- Astatke, A., Reed, J. D. and Butterworth, M. H. 1986. Effect of diet restriction on work performance and weight loss of local Zebu and Friesian x Boran crossbred oxen. ILCA (International Livestock Centre for Africa) Bulletin 23: 11-14. (E,F).
- Gryseels, G., Astatke, A., Anderson, F. M. and Assanew, G. 1984. The use of single oxen for crop cultivation in Ethiopia. ILCA (International Livestock Centre for Africa) Bulletin 18: 20-25. (E,F).
- Gryseels, G. and Jutzi, S. 1986. ILCA's (International Livestock Centre for Africa) ox/seed project 1985. ILCA, Addis Ababa, Ethiopia. (Unpublished). (E).
- Haque, I. and Jutzi, S. 1984. Effects of improved drainage and fertilization on the growth of Italian ryegrass and oats on a soil with vertic properties at Debre Behan, Ethiopia. ILCA (International Livestock Centre for Africa) Newsletter 3: 4. (E,F).
- ICRISAT 1985. The Tropiculcor operator's manual: field operations. International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Patancheru, India. 62p. (E).
- ICRISAT 1986. Farming systems research at ICRISAT (International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics). IARC's workshop on Farming Systems Research (FSR), 17-21 February 1986. Patancheru, A.P. 502 324, India. (E).
- O'Neil, D. H. and Howell, P. J. 1986. A study of draught ox cultivation with mareshi ploughs. Overseas Division, National Institute for Agricultural Engineering (NIAE), Silsoe, UK. (Unpublished). (E).
- Kanwar, J. S., Kampen, J. and Virmani, S. M. 1982. Management of Vertisols for maximizing crop production: ICRISAT experience. pp. 94-118 in: Vertisols and Rice Soils of the Tropics: Symposia Paper 2, 12th International Congress of Soil Science, New Delhi, India. (E).
- Ryan, J. G. and Von Oppen, M. 1983. Assessment of impact of deep Vertisol technology options. Economics Program Progress Report 59, International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics (ICRISAT), Patancheru, India. 14p. (E).