

Conception d'un épandeur de fumures organiques pour les exploitations à traction animale d'Afrique

O.Y. Azouma^{1,3*}, F. Giroux² & D. Varchon³

Keywords: Manure spreader- Participatory approach- Manufacturing skill- Maintenance- Togo

Résumé

Les engrais organiques constituent un facteur indispensable de durabilité des systèmes de production agricole. Aujourd'hui les paysans de l'Afrique de l'ouest, exploitant des fermes de 0,5 à 5 hectares, réalisent manuellement l'opération d'épandage de cette fumure organique. Dans le but de réduire la pénibilité de ce travail et d'intensifier l'utilisation de la fumure organique, une équipe pluridisciplinaire de conception composée de chercheurs, de paysans, et d'un équipementier local, a proposé une solution technique à ce problème à travers une démarche participative. La caractérisation fonctionnelle, sociale, et économique, du besoin des paysans a été réalisée par des enquêtes et par des mesures des temps de travaux d'épandage tels qu'ils sont pratiqués traditionnellement au Togo, intégrant une analyse physico-chimique des fumures utilisées. Un cahier des charges fonctionnel a été ainsi réalisé, faisant apparaître un coût objectif de 400.000 FCFA pour l'équipement à concevoir. En croisant ces caractéristiques avec un état de l'art sur les systèmes d'épandage de fumure organique, l'étude s'est orientée vers la conception d'une charrette épandeuse. Cette charrette épandeuse réalisée et en cours d'expérimentation intègre le potentiel local de fabrication, tant au niveau des matériaux disponibles que des savoir-faire, et les capacités de maintenance des utilisateurs finaux.

Summary

Design of an Animal-drawn Manure Spreader for Small Farms in Africa

Organic manures are an essential factor of sustainability of agricultural farming systems. West African peasant, owner of small farms from 0.5 to 5 ha, manually carries out the spreading of manure. In order to reduce the difficulty of this work and to intensify the use of organic manures, a multidisciplinary design team made up of researchers, peasants and a local equipment manufacturer proposed a technical solution to this problem through a participatory approach. The functional, social and economic characterization of the farmers' needs was carried out by inquiries and by measurements of the working times using traditional spreading methods in Togo. A physico-chemical analysis of the organic manures used was also carried out. Functional specifications were thus defined, giving a target cost of 400,000 FCFA to design and construct the equipment. By crossing the user's requirements with a state-of-the-art for systems of manure spreading, the study was oriented to a multipurpose ox cart, combining the traditional function of materials transportation and the manure spreading function. The equipment designed integrates local manufacturing skills, availability of materials and manufacturing know-how, and maintenance skills that the final user can carry out.

Introduction

En Afrique de l'ouest, le nombre très important des petites exploitations, cas de plus de 80% des actifs agricoles dans plusieurs pays (2, 7, 14, 15, 18), la pénibilité du travail manuel et la faiblesse des moyens financiers limitent fortement l'usage de la fumure organique malgré son intérêt agronomique et son impact sur la durabilité des systèmes de culture. Ceci justifie le besoin latent d'un équipement agricole adéquat pour améliorer la productivité du paysan au niveau de l'application de fumures organiques. Les équipements qui pourraient être importés des pays du nord ne conviennent pas en matière de capacité et de coût. La copie et la conception adaptative de matériels souvent conçus à l'extérieur, généralement retenues pour le développement des équipements dans les pays du sud ont montré leur limites, en particulier lorsqu'il s'agissait d'innover dans un domaine peu ou mal connu (9, 12). Pour satisfaire les attentes des acteurs des secteurs agricole et agroalimentaire, l'intégration de la fabrication et de la maintenance dans la conception constitue un aspect essentiel de la recherche. Face aux différents problèmes posés, nos travaux ont eu pour objectifs: d'intégrer la fabrication et la maintenance, le plus en amont dans le processus de conception d'un équipement afin de prendre en compte l'ensemble de son cycle de vie; de concevoir un épandeur de fumure organique pour accroître la productivité et la qualité des pratiques paysannes d'épandage et contribuer ainsi à la protection du sol contre son appauvrissement et sa dégradation. Cet article présente

la démarche et les résultats des travaux de conception d'une charrette épandeuse adaptée aux conditions des paysans de l'Afrique de l'ouest.

Matériels

Les matériels utilisés pour l'étude concernent: des fiches d'enquêtes économiques et socio-techniques; des fiches de suivi des opérations d'épandage et d'analyse granulométrique; des chronomètres, un décamètre, un appareil photo et du matériel informatique; une étuve Memmert et un pH-mètre Tacussel; un dispositif vibrant et des jeux de tamis de mailles de 2 à 63 mm; des échantillons de compost, de terreau et de fumiers provenant de l'élevage de volailles, petits ruminants et gros bétail; une maquette fonctionnelle constituée d'un fond mouvant muni de deux poulies fixées sur l'axe d'entraînement puis un hérisson comportant deux poulies; des masses marquées constituées essentiellement de pièces de récupération; une balance à cadran circulaire de capacité maximale de 10 kg, de précision 50 g; une balance de capacité maximale de 150 kg pour peser le fumier, précision 500 g; un câble de frein en acier pour accrocher les masses marquées: 0,002 m de diamètre, 1 m de long et dont le poids est inférieur à 0,050 kg donc négligeable; un tachymètre portatif HT64/10 de capacité 0,16 à 167 tr.s⁻¹ (10 à 10.000 tr / min).

^{1*} Auteur correspondant.

¹ Ecole Supérieure d'Agronomie, Université de Lomé, B.P. 1515, Lomé, Togo.

² Centre de coopération Internationale en Recherche Agronomique pour le Développement, 73 rue J.-F. Breton, 34398 Montpellier Cedex 05, France.

³ Laboratoire de Mécanique Appliquée R. Chaléat, Université de Franche-Comté, 24 rue de l'Épitaphe, 25000 Besançon, France.

e-mail: azouma@yahoo.com / giroux@cirad.fr / daniel.varchon@univ-fcomte.fr

Reçu le 18.11.05 et accepté pour publication le 24.01.06.

Tableau 1
Composition de l'équipe de recherche locale et collaboration

Organismes locaux	Compétences	Compétences associées
UL/ESA ONG-RAFIA UPF et SOTOCO	Mécanisation agricole Agronomie – vulgarisation Fabrication d'équipements	Paysans pays du Sud Retour des expériences Vulgarisation traction animale
Appui méthodologique		
LMARC CIRAD-AMIS CEMAGREF	Mécanique appliquée Méthode de conception Technologies d'épandage	Paysans pays du Nord Epandeurs à traction animale Retour des expériences

Méthode

Approche participative

A partir de l'identification du besoin réel d'un épandeur, une équipe constituée de chercheurs, de paysans et d'un équipementier (Tableau 1) utilise la méthode CESAM (9, 12), «Conception d'équipements dans les pays du sud pour la production agricole et agroalimentaire, méthode» pour organiser le processus de conception permettant de déboucher sur une solution technique.

Enquêtes

Une enquête auprès d'un échantillon de 19 paysans dans la région des savanes du Togo a permis d'analyser le besoin et ses aspects socio-économiques puis d'identifier les problèmes de maintenance des équipements exploités. Elle s'est déroulée en deux étapes: un entretien avec le groupe de paysans (brainstorming) puis une enquête individuelle à l'aide d'un questionnaire. Une collecte d'informations sur les pratiques d'épandage de fumures organiques en milieu paysan au Togo et au Burkina Faso a été réalisée: photos, description des méthodes, mesures de temps de travaux. Shiba (20) montre qu'avec une douzaine de clients du futur produit, on collecte 70% de la richesse d'informations et au-delà de 20 clients, l'apport d'informations nouvelles

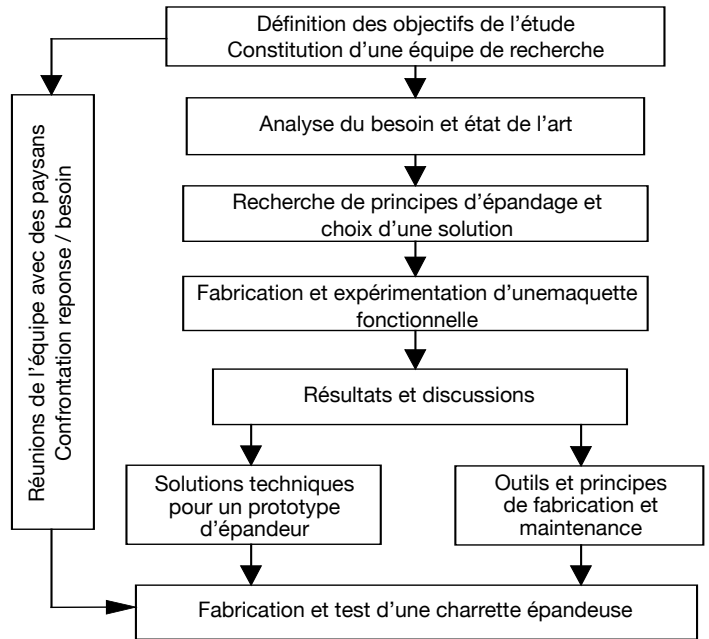


Figure 1: Démarche de conception de l'épandeur.

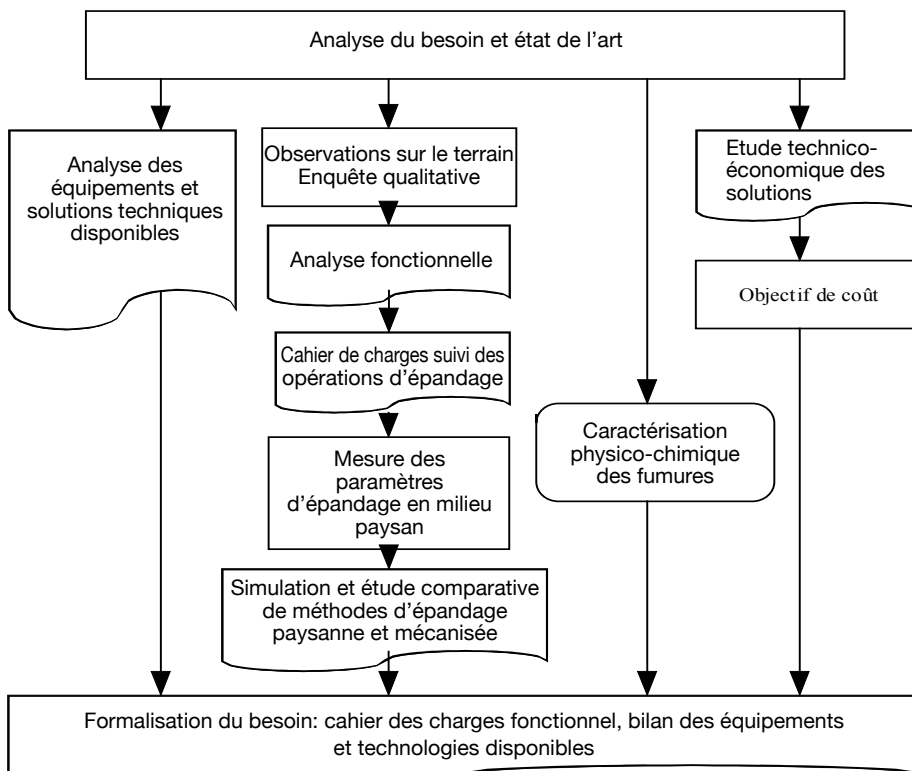


Figure 2: Étapes de formalisation du besoin d'épandeur

Tableau 2
Taux d'humidité de différentes fumures organiques

Type de fumure	Poids fumure humide (10 ⁻³ kg)	Poids fumure sèche (10 ⁻³ kg)	Taux d'humidité (%)	Humidité moyenne (%)
C1	92,9	67,1	27,77	28,00
	13,7	10	27,0	
	13	9,2	29,23	
C2	40,2	33,1	17,66	18,59
	11,2	8,7	22,32*	
	12,3	9,9	19,51	
BBN	70,9	33,8	52,32	51,30
	16,3	8,1	50,30	
	27,1	13,2	51,29	
BBM	61	32,5	46,72	46,79
	14,3	7,6	46,85	
	11,2	6,8	39,28*	
BAT	55,3	49,3	10,84	9,88
	18,9	17	10,05	
	16,0	14,6	8,75	
FPR	63,3	44,2	30,17	29,53
	12,7	9	29,13	
	11,6	8,2	29,31	
FN	59,8	56,6	5,35	4,38
	15,1	14,5	3,97	
	10,4	10	3,84	

C1: compost; C2 : Terreau; BBN : Bouse de bovins de Naloaté; BBM : Bouse de bovins de Matiga; BAT : Bouse d'ânes de Timbou; FPR : Fèces de petits ruminants; FN : Fientes de volaille de Naloaté. * Les valeurs avec l'astérisque n'ont pas été prises en compte dans le calcul de l'humidité moyenne.

Tableau 3
pH de différents types de fumure organique

Type de fumure	pHeau	pH _{KCl}
C1	9,1	7,9
C2	7,8	7,5
BBN	9,2	8,5
BBM	9	8,1
FPR	9,9	9,4
FN	6,8	6,7
BAT	9,3	8,4
pHmoyen	8,7	8,0



Figure 3: Maquette fonctionnelle de l'épandeur fabriquée à l'UPF au Togo.

devient marginal. L'équipe de conception s'inspire de ce principe et consulte les utilisateurs tout au long du processus de conception de l'épandeur (Figures 1 et 2). Les données des enquêtes ont été traitées manuellement et à l'aide du logiciel excel. Des échantillons de compost, terreau et de fumiers provenant de l'élevage de volailles, petits ruminants et gros bétails ont été prélevés en vue de leur caractérisation physico-chimique (1): granulométrie, mesure du taux d'humidité et du pH (Tableaux 2 et 3).

Recherche de la solution technique

Plusieurs principes et mécanismes d'épandage des engrais ont été étudiés à travers une recherche documentaire (3, 5, 8, 10, 13, 16, 17, 19, 21, 22) et des visites de paysans français pratiquant l'épandage à traction animale de fumures organiques. Une maquette fonctionnelle, de type fond mouvant et hérissé (Figure 3) a été fabriquée pour évaluer les couples, les puissances et tous les paramètres cinématiques indispensables pour la définition du prototype final répondant au cahier des charges.

Résultats et discussions

Enquêtes auprès des paysans

La production et l'épandage de fumures nécessitent du matériel adéquat, beaucoup de temps et d'effort humain. Interrogés sur différents types d'équipements proposés, tous les 19 paysans ont choisi une charrette épandeuse à traction animale et acceptent de payer jusqu'à 400.000 FCFA. L'évaluation des coûts prévisionnels montre que seule cette solution correspond au coût objectif (Tableau 4). La majorité des paysans préfère acheter l'épandeur auprès d'une institution, à titre individuel et à crédit (Tableau 5). En outre, ils sont favorables à deux autres modes d'exploitation de l'épandeur: offre de service d'épandage

Tableau 4
Coût prévisionnel de modèles d'équipement d'épandage

Modèles de la recherche	Coût (FCFA)	Observations
Epandage motorisé		Tracteur « Agrimex »,
Variante I		P= 30 ch., 4 roues motrices
Tracteur (P ≤ 30 ch.)	7 550 000	Epandeur conçu à partir d'une charrette GP 1000
Epandeur à fond mouvant	550 000	L= 2 m ; l= 1,6 m ; h= 0,75 m
COÛT TOTAL I	8 100 000	
Variante II		Tracteur «Agrimex», P = 30 ch.
Tracteur	7 550 000	Eparpilleur, P= 20 – 25 ch.
Eparpilleur	1 000 000	
COÛT TOTAL II	8 550 000	
Epandage semi motorisé		Energie animale insuffisante
Une paire de bovins	240 000 +	Adaptation des animaux au bruit du moteur thermique P
Epandeur + moteur	550 000 +	= 10 ch.
	500 000	Moteur pour actionner le système d'épandage
COÛT TOTAL	1 290 000	
Epandage à traction animale		Bovin de 200 Kg à 600 FCFA / Kg
Une paire de bovins	240 000	Epandeur conçu à partir d'une charrette PP 1000
Epandeur	550 000	L= 1,6 m ; l= 1,3 m ; h= 0,75 m
COÛT TOTAL	790 000	

Tableau 5
Conditions d'acquisition de l'épandeur par le paysan

Choix du fournisseur	Rép./19	Mode de possession	Rép./19	Modalités de paiement	Rép./19
Institution	18	A titre individuel	14	Au comptant	00
Equipementier	01	En groupement	03	A crédit	19
		Autrement	02		
TOTAL	19		19		19

au village et l'entraide. L'analyse des problèmes rencontrés par les utilisateurs de matériels agricoles révèle trois actions essentielles à prendre en compte dans la conception de l'épandeur: l'amélioration de la résistance des pièces pour augmenter leur durée de service, la réduction des coûts de fabrication donc des prix de vente et l'élévation du niveau d'intervention de l'utilisateur sur son matériel (entretiens et réparations).

Caractérisation physico-chimique des fumures organiques

La quantité moyenne de fumure chargée par voyage correspond à la moitié de la charge utile des charrettes, soit 488 kg pour un volume moyen de 0,8 m³. Cela s'explique par la non utilisation de ridelles et de bardage des charrettes, pratique qui ne permet pas d'optimiser le chargement afin de réduire les temps de travaux (Figure 4). Les résultats de l'étude physico-chimique montrent que: les matériaux à épandre sont très hétérogènes, fibreux, pâteux ou poudreux; la taille moyenne des éléments est inférieure à 3 cm mais peut dépasser 6 cm; les fumures étudiées sont basiques avec $pH_{eau} = 8,7$ et $pH_{KCl} = 8,0$ sauf les fumiers issus de l'élevage de volailles sont très faiblement acide avec $pH_{eau} = 6,8$ et $pH_{KCl} = 6,7$; les taux d'humidité $\leq 51\%$. Les fumures organiques étudiées sont corrosives. Les matériaux de fabrication de l'épandeur devront être assez résistants et/ou protégés à l'aide de peintures antirouille, d'enduits à base de bitume, de caoutchouc (16). Les principes d'épandage de matériaux solides granulés ou non compacts ne sont pas applicables aux fumures organiques étudiées.



Figure 4: Transport de fumier avec une charrette sans ridelle et bardage.

Simulation et étude comparative des méthodes d'épandage

Résultats des mesures

Productivité du travail de chargement: $q_c = 650$ kg/hom. h;
Vitesse de transport aller/retour: $v = 1,11$ m.s⁻¹ (4 km/h);
Durée de déchargement par deux personnes: $t = 510$ s (8,5 min);
Productivité du travail d'éparpillage: $q_e = 2000$ kg/hom.h

Hypothèses de simulation

Superficie: S= 1 ha= 10.000 m²; Dose de fumure sur un hectare: Q= 6.500 kg (6,5 t); Déchargement: 1 ou 2 personnes/charrette; Distance du lieu de stockage du fumier à la parcelle: 1.000 m (1 km); Chargement des charrettes: 1, 2, 3 personnes. Eparpillement: 1 ou 2 personnes; Chargements considérés (kg): H1= 450, H2= 650, H3= 750; Vitesse d'éparpillement, v_e = 0,97 m. s⁻¹= 3,5 km/h; Largeur théorique d'éparpillement: L_e= 1,2 m.

Formules

La durée d'épandage manuel est composée de 4 temps: chargement, transport, déchargement, éparpillement, résumée par la formule ci-dessous.

Durée d'épandage pour un déchargement effectué par une personne

$$T = \frac{Q}{p \times qc} + \frac{D}{v} + 1,5t \times u \times m + \frac{Q}{p \times qc} \quad [1]$$

t: durée moyenne d'un déchargement par 2 personnes; u: nombre de voyage; m: nombre de tas de fumure par voyage; Q: dose de fumier/ha; p: nombre de personnes; qc: productivité du travail de chargement; D: distance; v: vitesse de transport; qe: productivité du travail d'éparpillement.

Une personne s'occupe de la conduite des animaux et le second du déchargement effectif de la fumure. Lorsque le déchargement est effectué par deux personnes, cas le plus souvent rencontré en milieu paysan, le coefficient 1,5 est supprimé.

Durée d'épandage mécanisé

$$T_m = \frac{Q}{p \times qc} + \frac{D}{v} + \frac{10.000}{L_e \times v_e} \quad [2]$$

Q: dose de fumier/ha; p: nombre de personnes; qc: productivité du travail d'éparpillement; D: Distance du lieu de stockage du fumier à la parcelle; v: Vitesse de transport aller/retour; L_e: Largeur théorique d'éparpillement; v_e: Vitesse d'éparpillement.

Le déchargement et l'éparpillement sont combinés, ce qui permet de réduire le temps d'épandage car les temps de chargement et de transport ne varient pas à la fois pour la méthode manuelle et celle mécanisée. La figure 5 montre que le gain de temps est de 4 à 5 h/ha lorsqu'une seule personne réalise l'éparpillement comparativement à la pratique manuelle paysanne. De 3 à 5 ha, une solution technique dans les limites de la capacité d'investissement du paysan permettrait de gagner 2 à 4 jours de travail de

5 heures/jour. En outre, la mécanisation de l'épandage présente plusieurs avantages: une charrette polyvalente: transport de produits divers et épandage de fumures; la réduction de l'évaporation de l'azote consécutif à l'exposition au soleil des tas de fumure; une répartition plus régulière et homogène de la fumure; la productivité du travail plus élevée pour un agriculteur et la promotion de l'utilisation de la fumure organique pour la conservation des eaux et des sols.

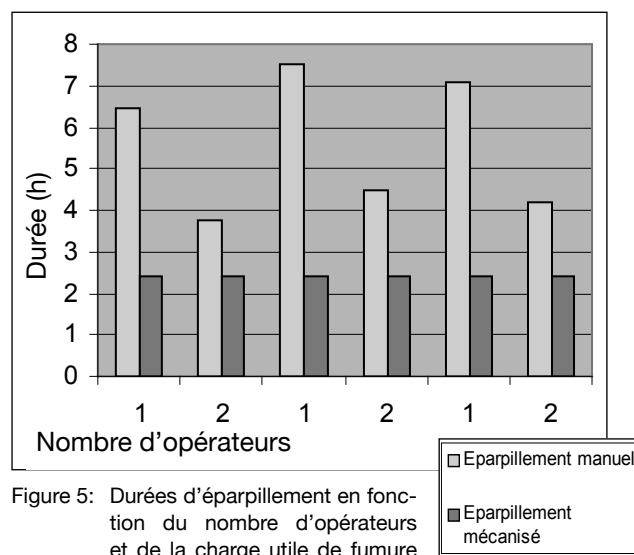


Figure 5: Durées d'épandage en fonction du nombre d'opérateurs et de la charge utile de fumure organique.

Estimation de l'énergie animale disponible

L'évaluation de l'énergie animale disponible est indispensable pour le choix des solutions techniques et le dimensionnement d'une charrette épandeuse. Le poids vif des bovins de trait couramment rencontrés en Afrique de l'ouest varie de 200 à 350 kg. Nous allons évaluer la puissance des bovins à partir de la force de traction et des vitesses de travail, 2 à 4 km/h.

$$F = 0,12 P \quad [3]$$

F: force de traction;

P: poids vif;

0,12: coefficient de la FAO (6) confirmé par Le Thiec (11), permet d'avoir une réserve d'effort de 2 à 4%.

Tableau 6
Force et puissance de traction d'une paire de bovins en Afrique de l'ouest

Source d'énergie	Poids vif moyen (kg)	Force de traction (N)	Puissance (Watt)			
			W1	W2	W3	W4
2 bovins	400	480	264	331,2	398,4	532,8
	500	600	330	414	498	666
	600	720	396	496,8	597,6	799,2
	700	840	496	579,6	697,2	932,4

Tableau 7
Résultats des essais en charge du hérisson

Désignation	Effort tangentiel (N)	Couple (Nm)	Vitesse tr.s ⁻¹ (tr/min)	Puissance (Watt)
Hérisson	52	1,5	3,33 (200)	31,6
	52	1,5	3,36 (202)	31,9
	52	1,5	3,35 (201)	31,7
Moyenne	52	1,5	3,35 (201)	31,7

Tableau 8
Résultats des essais en charge du fond mouvant

Charge utile (kg)	Effort d'entraînement (N)	Vitesse (m.s ⁻¹)	Puissance (Watt)
450	2250	0,008	36
650	3250	0,008	52
750	3750	0,008	60

Les animaux de trait qui actionnent les épandeurs de fumier conçus en Europe et en Amérique pèsent au minimum de 400 à 600 kg/animal, ce qui correspond à une force de 960 à 1440 N/paire d'animaux. Par comparaison avec les valeurs du tableau 6, l'énergie animale disponible en Afrique de l'ouest est faible.

Expérimentation de la maquette fonctionnelle

Le hériçon et le fond mouvant sont expérimentés à vide et en charge (Tableaux 7, 8).

La puissance nécessaire au fonctionnement à la fois du fond mouvant et du hériçon peut être fournie par les animaux. Cependant, la faiblesse de l'énergie d'une paire de bovins de trait en Afrique de l'ouest, la complexité du système fond mouvant et hériçon et les risques d'accident pour un utilisateur non assis au cours de la conduite de l'équipement, imposent une autre solution technique qui correspondrait au coût objectif par rapport à la capacité d'investissement des paysans.

A partir de l'analyse de six méthodes possibles d'épandage en traction animale (1) et considérant l'environnement technologique local, les contraintes socio-économiques, les aspects ergonomiques et techniques de l'utilisateur, l'équipe de conception a décidé de développer une charrette épandeuse (Figure 6). Le basculement de cet équipement d'un angle de 42° combiné aux secousses dues aux sols



Prototype a)

champêtres rugueux, permet d'épandre 1 m³ de fumure organique solide émietée par des hériçons traînés. Le mécanisme des hériçons est amovible et permet ainsi de charger et transporter aisément différents produits ruraux. Ce prototype réalisé intègre les capacités locales de fabrication (techniques et matériaux) et de maintenance préventive de l'utilisateur. La maintenance préventive confiée à l'utilisateur est identique à celle de la charrette: nettoyage, serrage de boulons et graissage.

Conclusion

La charrette épandeuse conçue à partir d'une approche participative et pluridisciplinaire répond aux besoins réels des producteurs agricoles africains: l'accomplissement des fonctions de service définies et l'intégration de la fabrication et maintenance locales. Les travaux, essais en milieu paysan et modifications, vont se poursuivre en vue d'obtenir un prototype final qui sera vulgarisé.

Remerciements

Les auteurs expriment leur gratitude à l'ONG RAFIA, à l'équipementier UPF (Togo) et à l'ONG IRCOD (France) pour leur participation aux travaux de recherche et / ou pour leur soutien financier. Nous remercions F. Thirion (CEMAGREF) et les agriculteurs J.-J. Marquart (Trondes) et J.-L. Cannelle (Lievrier dans le Doubs) pour leurs conseils.



b)

Figure 6: Charrette épandeuse: a) position transport – b) position épandage.

Références bibliographiques

1. Azouma Y.O., 2005, Intégration de la fabrication et de la maintenance dans une démarche de conception pluridisciplinaire d'équipements agricoles et agroalimentaires pour l'Afrique. Thèse de doctorat en Génie industriel, Université de Franche-Comté, Besançon, pp. 103-152.
2. Bobobee E.Y.H., 1993, Energie humaine et animale dans les systèmes agricoles du Ghana: quelques expériences pp.132-136. In: FAO, Energie humaine et animale dans la production agricole. Actes de l'atelier, Harare, Zimbabwe 18-22 janvier 1993.
3. Cedra C., 1997, Les matériels de fertilisation et de traitement des cultures. France: coédition CEMAGREF, Lavoisier, ITCF et FNCUMA, 343 p.
4. Cedra C. & Cheze B., 1991, Lexique illustré du machinisme et des équipements agricoles. France: coédition CEMAGREF et LAVOISIER, 320 p.
5. CEEMAT, 1977, Manuel de motorisation des cultures tropicales. Techniques rurales en Afrique, tome I. Paris: Ministère de la Coopération française, pp. 445-470.
6. FAO, 1995, Sélection, essai et évaluation de machines et équipements

- agricoles. Bulletin des services agricoles de la FAO, N°115. Rome, 75 p.
7. Faure G., 1994, Mécanisation, productivité du travail et risque: le cas du Burkina Faso; Economie rurale N°219.
 8. Federal Ministry of Agriculture and Natural Ressources, National Centre for Agricultural Mechanization, 1996, 1995 Annual report. Ilorin, Nigeria, 62 p.
 9. Giroux F., 2000, Pour une conception coopérative dans les pays du sud. Application au secteur agricole et agroalimentaire. Travaux de recherche en Génie Industriel. Mémoire d'habilitation à diriger des recherches, Université Joseph Fourier, Grenoble 1, 2000, pp. 24-50.
 10. GRET *et al.*, 1993, Matériels pour l'agriculture. 1500 références pour l'équipement des petites et moyennes exploitations. ITDG, GRET et CTA, Saint-Etienne: Impressions DUMAS, pp. 169-200.
 11. Le Thiec G., 1996, Agriculture africaine et traction animale. France: Edition CIRAD et CTA, pp. 187-196.
 12. Marouzé C., Diagne A. & Giroux F., 2004, Contribution to the building of an equipment design method in developing countries using an analysis of traditional practices. *In: Methods and tools for co-operative and integrated design* (Eds.) Serge Tichkiewitch, Daniel Brissaud, p. 57-70, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2004. ISBN 1-4020-1889-4.
 13. Millcreek manufacturing co. Millcreek compact manure spreaders. Disponible sur: <http://www.farmecoop.com/millcreekmini.htm>. Consulté le 23/03/2004.
 14. Ministère de l'Agriculture et des Ressources Animales, Burkina Faso, 1998, Enquête Nationale de Statistiques Agricoles 1993. Rapport général.
 15. Ministère togolais de l'agriculture, de l'élevage et de la pêche, 1998, Recensement national de l'Agriculture 1996. Caractéristiques structurelles de l'agriculture togolaise. Rapport principal, Togo, 120 p.
 16. Ogier M., Marouzé C. & Huet P., 1988, L'artisan mécanicien. Manuel pour petits ateliers urbains et ruraux. Techniques rurales en Afrique; Paris: Ministère de la coopération et du Développement, 369 p.
 17. Pequea machine. Disponible sur: <http://www.pequeamachine.com/pequea/grounddrive.html>. Consulté le 04/10/2002.
 18. Phillip D.O.A., 1993, Aspects économiques de la traction animale au Nigeria: aperçu de la situation, pp. 128-131. *In: FAO, Energie humaine et animale dans la production agricole. Actes de l'atelier, Harare, Zimbabwe 18-22 janvier 1993.*
 19. Renaud J., 1981, Les épandeurs. Motorisation et technique agricole, janvier 1981, N°25, pp. 4-14.
 20. Shiba S., 1995, La conception à l'écoute du marché. Organiser l'écoute des clients pour en faire un avantage concurrentiel. Paris: INSEP éditions, 126 p.
 21. Small Farmer's Journal, Fall, vol. **22**, N°4 p. 23.
 22. Small Farmer's Journal, Summer, vol. **23**, N°3 pp. 88-89.

O.Y. Azouma, Togolais, Ingénieur, Enseignant-Chercheur à l'Ecole Supérieure d'Agronomie de l'Université de Lomé, B.P. 1515, Lomé, Togo.

F. Giroux, Français, Professeur, Directeur de l'Ecole Nationale Supérieure des Industries Agricole et Alimentaire (ENSIA-SIARC), Associé de Recherche au CIRAD à Montpellier, 73 rue J.-F. Breton, 34398 Montpellier Cedex 05, France.

D. Varchon, Français, Ingénieur de Recherche, Laboratoire de Mécanique Appliquée R. Chaléat, Université de Franche-Comté, 24 rue de l'Epitaphe, 25000 Besançon, France.

AVIS

Nous rappelons à tous nos lecteurs, particulièrement ceux résidant dans les pays en voie de développement, que TROPICULTURA est destiné à tous ceux qui œuvrent dans le domaine rural pris au sens large.

Pour cette raison, il serait utile que vous nous fassiez connaître des Institutions, Ecoles, Facultés, Centres ou Stations de recherche en agriculture du pays ou de la région où vous vous trouvez. Nous pourrions les abonner si ce n'est déjà fait.

Nous pensons ainsi, grâce à votre aide, pouvoir rendre un grand service à la communauté pour laquelle vous travaillez.

Merci.

BERICHT

Wij herrineren al onze lezers eraan, vooral diegenen in de ontwikkelingslanden , dat TROPICULTURA bestemd is voor ieder die werk verricht op het gebied van het platteland en dit in de meest ruime zin van het woord.

Daarom zou het nuttig zijn dat u ons de adressen zou geven van de Instellingen, Scholen, Faculteiten, Centra of Stations voor landbouwonderzoek van het land of de streek waar U zich bevindt. Wij zouden ze kunnen abonneren, zo dit niet reeds gebeurd is.

Met uw hulp denken we dus een grote dienst te kunnen bewijzen aan de gemeenschap waarvoor u werkt.

Dank U.