

Analyse des perspectives de rentabilité de la culture extensive de *Jatropha curcas* L. dans la zone agroécologique de transition orientale du Sénégal : cas de la communauté rurale de Dialacoto

Marieke Terren¹
Chérif Cissé²
Guy Mergeai¹

¹ Université de Liège
Gembloux Agro-Bio Tech
Unité de phytotechnie tropicale et
horticulture
2, passage des Déportés
B-5030 Gembloux
Belgique
<m.terren@doct.ulg.ac.be>
<gmergeai@ulg.ac.be>

² Aide au Développement Gembloux (ONG)
asbl
2, passage des Déportés
B-5030 Gembloux
Belgique
<cherif.cisse@ong-adg.be>

Résumé

Les perspectives de rentabilité des trois principaux modes de culture extensive de *Jatropha curcas* L. dans la Communauté rurale de Dialacoto ont été étudiées sur la base d'observations réalisées de 2008 à 2012 chez 24 agriculteurs. En l'absence d'application d'intrants, le rendement en graines sèches obtenu en culture pure dans les plantations paysannes les mieux entretenues âgées de quatre ou cinq ans était inférieur à 200 kg/ha. Dans ces conditions, il est très peu probable que le rendement atteint en culture pure en phase de pleine production dépasse 800 kg/ha. Le rendement moyen par mètre de haie vive âgée de plus de 15 ans était de 0,9 kg/m. En considérant le prix d'achat des graines de jatropha pratiqué au Sénégal en 2012 (65 F CFA/kg – 0,10 euro/kg), compte tenu du faible rendement en graines et de la lenteur d'entrée en pleine production du matériel végétal disponible, la culture du jatropha en plein champ, seul ou en association, est nettement moins rentable que le principal système de culture de rente pratiqué dans la région (rotation arachide/mil/sorgho/cotonnier avec intrants et sans jachère). Toute amélioration des performances économiques de la production de graines de jatropha passe par la sélection de variétés à la fois précoces, rustiques et productives. L'installation de haies vives est pour l'instant le seul mode de culture du jatropha recommandable aux paysans en conditions de culture extensive. Outre la fourniture d'un revenu complémentaire lié à la récolte des graines, les haies vives apportent différents bénéfices non monétaires appréciés par les agriculteurs : délimitation des parcelles, protection du sol contre l'érosion hydrique et éolienne, amélioration du bilan hydrique des sols et effet brise-vent favorables au développement des plantes cultivées, protection des cultures contre les animaux divagants, constitution d'enclos pour garder le bétail.

Mots clés : *Jatropha curcas* ; rentabilité ; Sénégal oriental ; systèmes de culture.

Thèmes : productions végétales ; systèmes agraires.

Abstract

Analysis of the profitability prospects of the extensive cultivation of *Jatropha curcas* L. in the Eastern transition agro-ecological zone of Senegal: The case of the rural community of Dialacoto

The profitability prospects of the three main modes of extensive cultivation of *Jatropha curcas* L. in the Rural Community of Dialacoto were studied on 24 farms from 2008 to 2012. In the best tended peasant plantations aged four or five years the dry seed yield obtained in sole cropping was less than 200 kg/ha. Under these conditions, it is very unlikely that the yield achieved in sole cropping exceeds 800 kg/ha in full production.

Pour citer cet article : Terren M, Cissé C, Mergeai G, 2013. Analyse des perspectives de rentabilité de la culture extensive de *Jatropha curcas* L. dans la zone agroécologique de transition orientale du Sénégal : cas de la communauté rurale de Dialacoto. *Cah Agric* 22 : 568-74. doi : 10.1684/agr.2013.0674

Tirés à part : G. Mergeai

doi: 10.1684/agr.2013.0674

The average yield per meter of live fences older than fifteen years was 0.9 kg/m. Considering the purchase price of jatropha seeds in 2012 in Senegal (65 F CFA/kg – 0.1 euro/kg), and given the bad productivity and the low precocity of the available planting material, the cultivation of jatropha (as a sole crop or in intercropping) is far less profitable than the main cropping system practiced in the region (groundnut/pearl millet/sorghum/cotton rotation with input application). Any improvement in the economic performance of the production of jatropha seeds requires the selection of varieties that are early, hardy and productive. The establishment of living hedges is for the moment the only installation method that can be recommended to farmers. In addition to providing supplementary income related to seed harvest, hedgerows provide different non-monetary benefits appreciated by farmers: land demarcation, soil protection against wind and water erosion, improved soil water balance and windbreak effect favourable to crop development, crop protection against wandering ruminants, and enclosure for the cattle.

Key words: cropping systems; Eastern Senegal; *Jatropha curcas*; profitability.

Subjects: farming systems; vegetal productions.

J*atropha curcas* L. (ci-après appelé jatropha) est un arbuste rustique originaire d'Amérique centrale dont les graines constituent une matière première intéressante pour l'obtention d'une huile à haute qualité combustible (Achten *et al.*, 2008). Sa culture fait l'objet depuis une demi-douzaine d'années d'un grand engouement de la part des opérateurs du secteur de l'énergie qui la considèrent comme une des solutions possibles à la crise énergétique qui menace le monde suite à l'augmentation structurelle du prix des hydrocarbures. Cet intérêt repose principalement sur la capacité de produire des graines de façon rentable dans des conditions de culture difficiles et sans application d'intrants, qui est prêtée à cette spéculation par ses promoteurs (Francis *et al.*, 2005, Brittain et Lualadio, 2010). Les qualités quasi « miraculeuses » attribuées au jatropha sont cependant remises en cause par des études récentes (Axelsson *et al.*, 2012, Liyama *et al.*, 2013).

L'objectif du présent article est d'étudier les perspectives de rentabilité des trois principaux modes de culture extensive du jatropha dans la zone agroécologique de transition du Sénégal oriental afin d'émettre des recommandations concernant sa diffusion dans la région, notamment pour la mise en place de filières de jatropha décentralisées.

Matériel et méthode

Zone d'étude

La communauté rurale (CR) de Dialacoto (13° 18' 31" de latitude nord et 13° 16' 53" de longitude ouest) se situe dans la zone agro-écologique de transition orientale du Sénégal (Tappan *et al.*, 2004). Le climat est soudano-sahélien. On y trouve une végétation de transition entre la savane arborée et la forêt claire soudanienne. La température moyenne journalière varie au cours de l'année de 21 à 41 °C. Les mois d'avril, mai et juin sont les plus chauds. Les précipitations annuelles varient entre 800 et 1000 mm, elles tombent de fin juin à fin octobre. Les systèmes de production agricole traditionnels pratiqués par les deux ethnies dominantes de la région (les Mandingues et les Peuhls) se caractérisent par d'importantes interactions entre les activités d'élevage et de production de plantes cultivées (Baldet, 2011).

Origine des données analysées

Les données qui ont servi de base pour la quantification des performances technico-économiques des principaux

modes de culture du jatropha proviennent de deux sources :

- 1) du suivi rapproché entre début 2008 et début 2012 de 24 parcelles sélectionnées parmi 245 plantations recensées dans la CR de Dialacoto en 2009 ;
- 2) d'estimations de rendement basées sur la confrontation des observations réalisées sur le terrain et des données publiées concernant les rendements en graines obtenus pour le jatropha dans d'autres régions du monde présentant des caractéristiques climatiques similaires à celles de la zone d'étude et de très faibles niveaux d'application d'intrants.

Modes de production du jatropha étudiés

En conditions d'agriculture pluviale, le jatropha peut être produit selon trois grandes modalités :

- 1) en culture pure, avec souvent une phase d'association culturale au moment de l'installation de la plantation ;
- 2) en association avec des cultures annuelles pendant toute sa vie ;
- 3) sous forme de haies vives.

Pour chacun de ces trois grands modes de culture, les dispositifs de plantation et les quantités d'intrants appliquées peuvent être très variables. Compte tenu du coût élevé des engrais et des

pesticides, des incertitudes existant concernant le prix de vente des graines, et du potentiel de production réel du jatropha dans les conditions climato-édaphiques de la zone d'étude, aucun intrant n'a été apporté par les agriculteurs et aucune taille n'a été réalisée sur les plantes. Les densités de plantation appliquées étaient respectivement en moyenne de 2 500 plantes/ha (2 m x 2 m) en culture pure, de 400 plantes/ha (une plante tous les mètres) pour les haies vives, et variaient de 625 (4 m x 4 m, 8 m x 2 m) à 1 000 plantes/ha (10 m x 1 m) pour les dispositifs de cultures associées.

Méthodologie d'analyse des performances technico-économiques

L'évaluation des performances technico-économiques des trois grands modes de culture du jatropha a consisté à calculer pour chacun d'eux la valeur ajoutée brute par ha (VAB/ha) et par homme.jour (VAB/h.j) générées pendant une année par les seules plantes de jatropha après leur entrée en pleine production. Aucun intrant chimique n'ayant été utilisé par les agriculteurs pour la culture du jatropha, seuls les sacs nécessaires à la conservation et à la commercialisation des graines ont été considérés comme consommation intermédiaire (1 sac pouvant contenir 25 kg de graines sèches coûte 150 F CFA - 0,23 euro). Les performances de la composante jatropha des systèmes de culture analysés ont été comparées à celles des autres systèmes de culture pratiqués dans la zone sur la base des données collectées par Baldet (2011).

Résultats et discussion

Délais d'entrée en production et rendement en graines sèches du jatropha

Dans la CR de Dialacoto, l'entrée en production des plantes de jatropha est lente. En culture pure, pour les parcelles les mieux entretenues, sans taille et sans application d'intrants, le

niveau de rendement obtenu en quatrième et cinquième années ne dépasse pas les 200 kg/ha dans les meilleurs des cas. Il est difficile de prévoir quand les plantes entreront en phase de pleine production. Ce moment devrait cependant être atteint après une période nettement plus longue que les 3 à 5 années souvent annoncées dans la littérature (Rao *et al.*, 2008). En Inde, dans une zone caractérisée par une pluviosité annuelle moyenne de 600 mm/an répartie sur 4 mois et un faible niveau d'application d'intrants, le maximum de productivité des arbres (1 250 kg/ha pour les meilleures plantations) a été atteint après 7 ans (Ghokale, 2008). En Tanzanie, dans une plantation située dans une zone recevant un niveau de pluviosité équivalent à celui de Dialacoto, le rendement atteint en sixième année plafonnait à 875 kg/ha (Wahl *et al.*, 2009). Au Kenya, en conditions paysannes avec très peu d'application d'intrants, le rendement atteint ne dépasse pas en moyenne 150 kg/ha après six ans de culture (Liyama *et al.*, 2013). Selon les prévisions faites par Trabucco *et al.* (2010) concernant le potentiel de production du jatropha en fonction des caractéristiques abiotiques du milieu, les rendements obtenus dans l'Est du Sénégal devraient se situer entre 500 et 1 000 kg/ha. Selon le modèle établi par Nielsen (2009) cité par Hagman et Nerentorp (2011) sur la base de données de production observées au Paraguay dans une plantation de jatropha où la pleine maturité a été atteinte après 10 ans, le rendement en graines obtenu après 5 ans devrait correspondre à 25 % du potentiel de production. Il est donc très peu probable que dans la région de Dialacoto, le rendement en graines sèches du jatropha dépasse en moyenne les 800 kg/ha en phase de pleine production en conditions paysannes avec le matériel de plantation actuellement utilisé et sans application d'intrants.

Selon les mesures que nous avons réalisées sur deux haies non taillées de 138 m et 62 m de long âgées respectivement de 15 et 30 ans, 1 mètre de haie d'arbres adultes de jatropha non taillés de près de 5 mètres de haut produit entre 0,78 et 1 kg de graines sèches. Ces données confirment celles de Henning (2009) concernant la

production de haies de jatropha au Mali.

Modalités de réalisation des récoltes et du décortilage des capsules

À Dialacoto, la récolte des capsules de jatropha est réalisée à partir du début du mois de décembre et se prolonge jusqu'à la fin du mois de février. Les capsules récoltées sont totalement sèches. Les premières capsules produites ne sont pas récoltées car elles tombent par terre et pourrissent sur le sol en fin de saison des pluies. Le prix d'achat des graines proposé aux paysans au moment de l'étude (65 F CFA/kg - 0,10 euro/kg) était trop faible pour les motiver à abandonner la récolte de leurs cultures traditionnelles au profit de celle du jatropha. Le temps moyen nécessaire à la récolte de la quantité de capsules permettant d'obtenir 1 kg de graines sèches est de 20 minutes. Cette donnée provient de mesures réalisées en 2010 dans 16 plantations (haies, culture pure, culture associée) installées en 2007, où le rendement estimé variait entre 50 et 120 kg/ha de graines sèches. Le décortilage à la main des capsules sèches est long (25 minutes par kilo en moyenne) et fastidieux. L'emploi de décortiqueuses à arachide après un léger piétinement des capsules suivi d'un vannage permet d'obtenir une dizaine de kilos de graines décortiquées par heure de travail. Sur base de ces chiffres, et en comptant une journée de 8 heures de travail, il est difficile d'obtenir une quantité de graines supérieure à 20 kg/h.j.

Performances technico-économiques des trois principaux modes de culture du jatropha

Hypothèses retenues pour les calculs de rentabilité

Sur base de nos observations de terrain et des informations disponibles concernant la production du jatropha dans des conditions similaires à celles de la zone de Dialacoto, les rendements utilisés pour calculer la rentabilité des modes de production comparés s'élèvent respectivement à

400, 800 et 1 600 kg/ha de graines sèches en culture pure, et 0,9 kg de graines sèches par mètre de haie vive. La gamme de rendements retenue pour la production en culture pure correspond à des hypothèses qui tiennent compte de la variabilité du potentiel de production naturel du milieu et de la qualité variable de la réalisation des entretiens culturaux observée chez les paysans. Le rendement de 1 600 kg/ha concerne une situation où les plantations sont mises en place sans application d'intrants, sur des sols fertiles, avec un matériel sélectionné (quand ce dernier sera disponible), et font l'objet d'un très bon entretien de la part des producteurs. Pour les calculs concernant la rentabilité de la production de parcelles entourées d'une haie vive de jatropha, il a été considéré que la haie occupait environ 10 % de la surface cultivée par hectare. Le dispositif retenu pour la culture associée du jatropha est celui qui a donné les meilleurs résultats parmi ceux mis en place spontanément par les agriculteurs de Dialacoto. Il s'agit de la culture de lignes de jatropha avec 10 m entre les lignes et 1 m entre les plantes dans chaque ligne. Ce dispositif de plantation du jatropha avec des cultures intercalaires revient à cultiver l'équivalent de dix haies vives de jatropha de 100 m de long par ha. À pleine maturité, celles-ci devraient occuper environ 30 % de la surface totale cultivée (10 × 100 m de long avec une largeur de 3 m = 3 000 m²), contre 70 % aux spéculations annuelles associées au jatropha. Un tel dispositif de culture associée devrait permettre de produire en moyenne 450 kg/ha de graines sèches selon les pratiques culturales actuelles et avec le matériel de plantation actuellement disponible quand les plantes de jatropha auront atteint leur potentiel de production maximum. Ce rendement est estimé en tenant compte de la concurrence qui doit exister entre les plantes de jatropha et les cultures annuelles. Dans les parcelles éloignées des villages, il est indispensable de protéger les plantes de jatropha contre les feux de brousse. Le nombre moyen de journées de travail nécessaires par an et par hectare pour cultiver les plantes de jatropha selon les cinq grandes modalités étudiées est repris au *tableau 1*.

Tableau 1. Nombre moyen de journées de travail consacrées aux plantes de jatropha ayant atteint leur plein potentiel de production dans les systèmes de culture comparés.

Systèmes de culture (rendement/ha)	Opérations culturales				Total
	Sarclage	Taille	Récolte	Pare-feu	
Culture pure (400 kg/ha)	10	2	20	5	37
Culture pure (800 kg/ha)	10	3	40	5	58
Culture pure (1 600 kg/ha)	10	4	80	5	99
Culture associée (450 kg/ha)	0	2	22,5	5	29,5
Haie vive (360 kg/ha)	0	1	18	5	24

Évaluation de la productivité brute de la terre (VAB/ha)

La productivité brute de la terre (VAB/ha) générée par les plantes de jatropha cultivées seules, en association et sous forme de haie vive, quand elles auront

atteint leur plein potentiel de production, a été comparée à celle atteinte par les systèmes de culture le moins et le plus performants pratiqués dans la communauté rurale de Dialacoto (*figure 1*). Il s'agit respectivement de la rotation mil/arachide sans intrants et

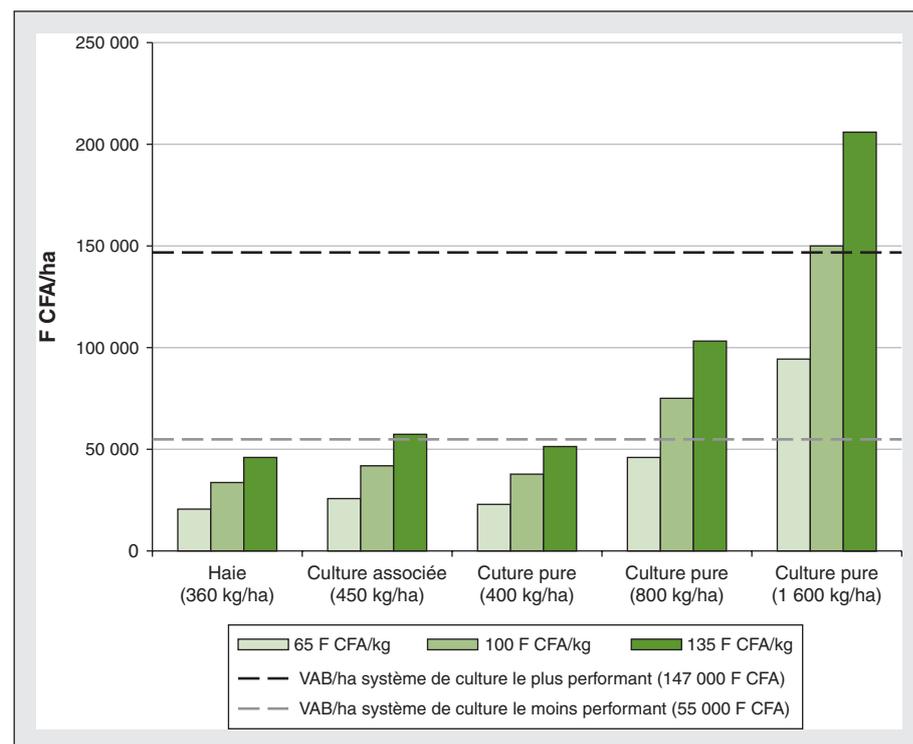


Figure 1. Variation de la productivité brute de la terre (VAB/ha) générée par les plantes de jatropha cultivées seules (400 kg/ha, 800 kg/ha, 1 600 kg/ha), en association et sous forme de haie vive en fonction du prix d'achat des graines. 655,96 F CFA = 1 euro.

Figure 1. Variation of the gross value added per hectare (GVA/ha) generated by cultivating jatropha alone (400 kg/ha, 800 kg/ha, 1,600 kg/ha), intercropped, or as a living fence, according to seed price.

sans jachère dont la VAB/ha atteint 55 000 F CFA (84 euros) et de la rotation arachide/mil/sorgho/cotonnier avec intrants et sans jachère qui génère une VAB/ha de 147 000 F CFA (224 euros). En considérant le prix d'achat des graines de jatropha pratiqué au Sénégal en 2012 (65 F CFA/kg - 0,10 euro/kg), on constate que seule la culture pure avec un rendement supérieur à 800 kg/ha donne une productivité brute de la terre plus élevée que celle du système de culture traditionnel le moins performant. On constate également qu'à l'exception de la culture pure avec un rendement de 1 600 kg/ha quand le prix d'achat des graines est supérieur ou égal à 100 F CFA/kg (0,15 euro/kg), aucun des modes de culture comparés ne dépasse le niveau moyen de VAB/ha du système de culture traditionnel le plus performant, et ce quel que soit le prix d'achat des graines considéré. L'atteinte d'un niveau de performance au moins équivalent à celui du système de culture traditionnel le plus rentable suppose une augmentation très importante du prix d'achat des graines et du rendement du jatropha par rapport au maximum de 800 kg/ha attendu en l'absence d'application d'intrants.

Compte tenu de la moins bonne rentabilité de la production du jatropha par rapport à celle du système de culture traditionnel le plus performant, quand on considère un prix d'achat des graines de 65 F CFA/kg et un rendement moyen par ha de 450 kg en culture associée, l'introduction du jatropha sous forme d'une dizaine de lignes d'arbres par hectare dans la rotation la plus rentable de cultures annuelles aboutit à une diminution de la productivité brute de la terre (figure 2). Pour le niveau de rendement du jatropha considéré, seule une augmentation sensible du prix de vente des graines permet d'atteindre un niveau de productivité brute de la terre supérieur à celui du système de culture traditionnel le plus performant.

L'ajout d'une haie vive de jatropha autour des parcelles où se pratique le système de culture traditionnel le plus performant ne se traduit pas par une baisse de la productivité brute de la terre (figure 2). Celle-ci dépasse les 147 000 F CFA/ha, quelle que soit l'hypothèse considérée pour le prix d'achat des graines.

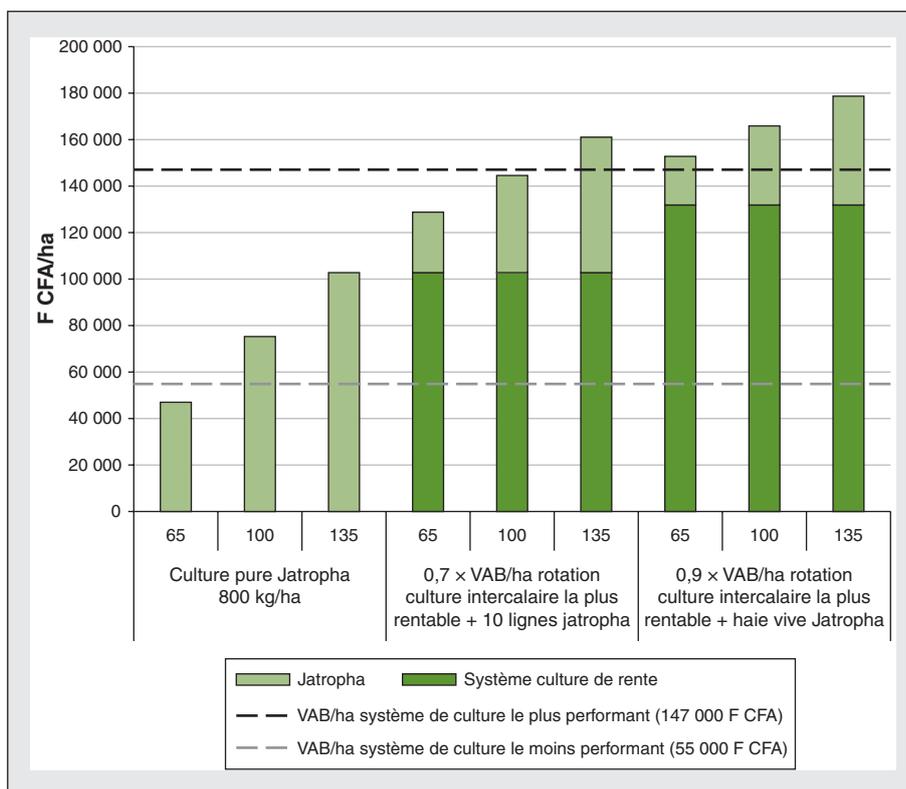


Figure 2. Comparaison de la productivité brute de la terre (VAB/ha) de trois systèmes de culture : la culture pure du jatropha, le système de culture annuel le plus performant entouré d'une haie de jatropha, l'association jatropha-cultures annuelles du système le plus performant. 655,96 F CFA = 1 euro.

Figure 2. Comparison of the gross value added per hectare (GVA/ha) of three cropping systems: sole cropping of jatropha, the most profitable traditional cropping system surrounded by a living fence of jatropha, and alley cropping of jatropha with the plants of the most profitable cropping system.

Évaluation de la productivité brute du travail (VAB/h.j)

Pour un prix d'achat des graines sèches de 65 F CFA/kg, quel que soit le type de plantation considéré, la rémunération brute du travail familial consacré à l'exploitation extensive des seules plantes de jatropha est proche des 750 F CFA/h.j (1,14 euro/h.j) générés par le système de culture traditionnel le moins performant et très largement inférieure aux 1 400 F CFA/h.j (2,14 euros/h.j) obtenus dans le cas du système de culture traditionnel le plus performant (figure 3). Pour que cette VAB/h.j dépasse la rémunération quotidienne d'un journalier pratiquée dans la région (1 500 F CFA/h.j - 2,29 euros/h.j), il faudrait que le prix d'achat des graines augmente de plus de 50 % par rapport au tarif appliqué en 2012. La productivité brute du travail dans les plantations en culture pure ne

dépasse celle de la culture en association ou sous forme de haie vive qu'au-delà d'un rendement de 1 600 kg/ha. Cela s'explique par le fait que nous avons considéré qu'en cas d'association culturale, le temps de travail consacré aux désherbages était pris en charge au niveau des cultures annuelles associées au jatropha (tableau 1).

Perspectives concernant l'évolution des systèmes de culture incluant le jatropha

Avec le matériel de plantation tout venant actuellement disponible, la culture du jatropha ne devrait pas générer avant plusieurs années, et ce même en supposant que le prix d'achat des graines augmente fortement, une VAB/ha supérieure à celle du système de culture actuellement le plus rémunérateur. Pendant tout ce

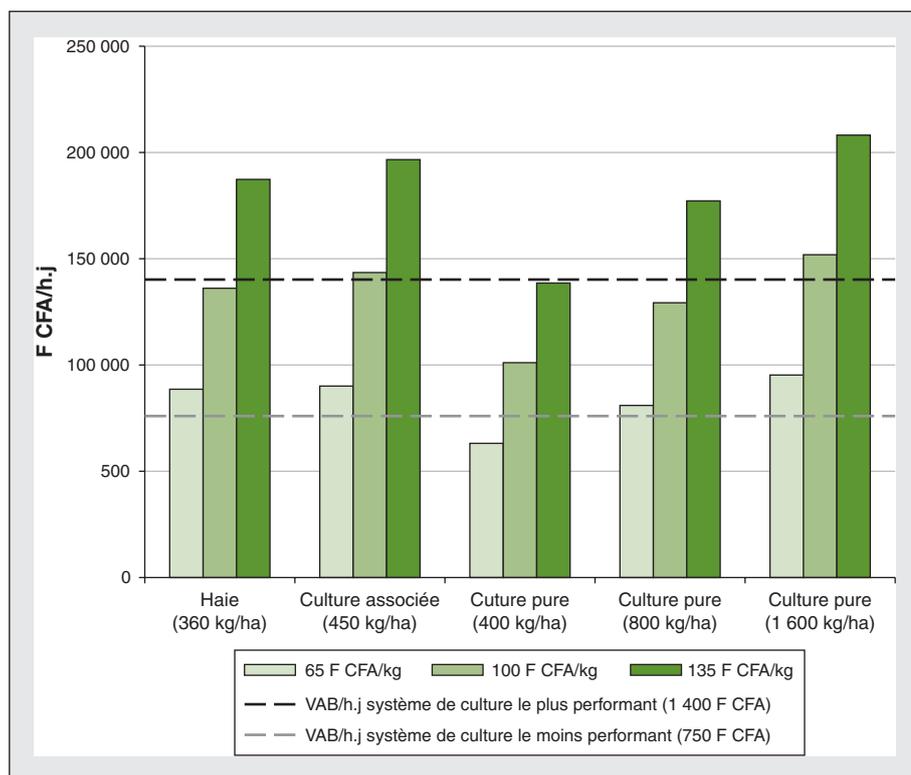


Figure 3. Variation de la productivité brute du travail (VAB/h.j) générée par les plantes de jatropha cultivées seules, en association et sous forme de haie vive en fonction du prix d'achat des graines. 655,96 F CFA = 1 euro.

Figure 3. Variation of the gross value per man-day (GVA/m-d) generated from jatropha plants grown alone, in intercrop, and as a living fence depending on the purchase price of seeds.

temps, les paysans qui ont planté du jatropha subiront un manque à gagner important par rapport au revenu qu'ils auraient pu obtenir en pratiquant sur ces parcelles le système de culture le plus rentable. La déception causée par la lenteur d'entrée en pleine production et par les faibles rendements atteints les premières années s'est traduite par l'abandon des plantations de jatropha par un grand nombre de producteurs. Sur 245 plantations de jatropha répertoriées en 2009 dans la communauté rurale de Dialacoto, il n'en restait plus que 138 en 2012. Le même constat a été fait dans d'autres parties du monde (Ghokale, 2008 ; Ariza-Montobbio et Lele, 2010 ; Axelsson, 2012). L'essentiel du travail consacré à l'exploitation des plantes de jatropha une fois qu'elles entrent en production concerne la collecte des capsules et leur décorticage. Étant donné l'impossibilité de mécaniser la récolte dans les conditions prévalant à Dialacoto, l'amélioration de la vitesse d'égrenage

des capsules récoltées et de nettoyage des graines constitue un autre moyen important pour augmenter la productivité, et donc la rémunération, du travail familial. À ce niveau, l'exploitation des résultats des recherches menées dans d'autres régions du monde (Rijssenbeek et Galema, 2010) devrait permettre la construction et la diffusion d'égreneuses et de trieuses manuelles plus efficaces que l'équipement artisanal utilisé pour ces opérations à Dialacoto. Il faut cependant être bien conscient que des gains considérables de revenu par journée de travail devront sans doute être atteints pour rendre la culture pure du jatropha plus attrayante que la pratique du système de culture traditionnel le plus rentable et convaincre les agriculteurs de donner la préférence à la récolte du jatropha en fin de saison des pluies. La rémunération du travail consacré à l'exploitation de haies vives de jatropha n'est pas très élevée. Cependant, à côté du revenu complémentaire qu'elles apportent, les haies peuvent

rendre d'importants autres services non monétaires. Il s'agit principalement de la délimitation des parcelles, de la protection du sol contre l'érosion hydrique et éolienne, de la constitution de brise-vent favorables au développement des cultures annuelles, de la protection des plantes cultivées annuelles contre les animaux divagants et de la constitution d'enclos pour garder les animaux pendant la saison sèche. La protection des cultures contre le bétail divagant est particulièrement intéressante, car elle permet aux agriculteurs de commencer à cultiver dès le retour des pluies ; alors qu'en absence de clôtures, ils doivent attendre que l'herbe ait poussé suffisamment dans les terres de parcours pour attirer le bétail loin de leurs champs. L'allongement de la période de culture utile que permet cette pratique se traduit par une augmentation et une sécurisation des rendements. Les haies vives sont en outre potentiellement favorables au développement des populations d'auxiliaires des cultures (parasitoïdes et prédateurs des ravageurs). Ces avantages et le peu de risques inhérents à leur mise en place expliquent que les agriculteurs aient installé le jatropha le plus souvent sous forme de haies vives et que ce type de plantation ait été beaucoup moins abandonné que les parcelles mises en place en culture pure. Il faut également signaler que les agroéleveurs Peuhls sont les plus intéressés à l'installation de haies vives pour faciliter le parcage de leur bétail. Il faut également souligner que l'installation de haies vives ne peut s'envisager que pour des agriculteurs « propriétaires » des parcelles à clôturer et que cette opération doit absolument se faire avec l'accord des « propriétaires » des parcelles voisines.

Le dispositif de culture en « *alley cropping* » retenu parmi ceux mis en place spontanément par les agriculteurs semble prometteur. L'application de ce type d'association culturale permet de bénéficier en partie des avantages apportés par les haies vives : création d'un microclimat favorable au développement des plantes cultivées annuelles associées aux jatropha et augmentation des populations d'auxiliaires des cultures. À cela s'ajoute une meilleure exploitation des ressources disponibles (eau, éléments

nutritifs, insolation) par les composantes de l'association culturale, une meilleure gestion de la fertilité grâce à l'application des émondes de taille des arbres à la surface du sol et une limitation des populations de ravageurs du fait de la diversité des plantes cultivées au même endroit (effets de dilution/répulsion). La pratique de l'association culturale devrait également permettre de limiter sensiblement les coûts d'opportunité liés à l'installation des plantations de jatropha et d'atteindre, même pour un prix d'achat des graines de 65 F CFA/kg, des niveaux de VAB/ha similaires à ceux du système de culture traditionnel le plus rentable. Dans ce type de système, il devrait en effet être possible de continuer à produire les cultures habituellement pratiquées dans la région en limitant fortement le manque à gagner lié à la plantation des jatropha en attendant qu'ils entrent en pleine production. L'espace important laissé entre deux lignes d'arbres dans le cas de l'association du jatropha avec des cultures intercalaires permet en outre aux agriculteurs d'y réaliser en traction animale les opérations nécessaires à l'installation et à l'entretien des cultures annuelles associées à la culture pérenne. Ce faisant, ils favorisent le bon développement des jatropha. La principale limitation à la diffusion de ce type d'association culturale, comme celle de la culture pure, concerne l'absence de variétés améliorées de jatropha. Le matériel végétal disponible est encore sauvage et il se caractérise par un long délai avant son entrée en pleine production, un faible niveau de rendement moyen des arbres et une très grande hétérogénéité du comportement de ceux-ci au point de vue de la précocité d'entrée en production et du rendement par arbre. L'amélioration de la qualité du matériel de plantation est donc indispensable pour augmenter la rentabilité de la culture du jatropha. De ce point de vue, il est nécessaire de sélectionner des variétés beaucoup plus précoces et plus productives que le matériel végétal tout venant actuellement disponible. Pour pouvoir être cultivées durablement, ces nouvelles variétés devront cependant rester peu

exigeantes en engrais et en traitements phytosanitaires.

Des investigations complémentaires sont en outre encore nécessaires pour affiner les recommandations relatives à la vulgarisation de dispositifs d'association culturale ; notamment afin de quantifier les effets de l'association sur ses composantes. Ces recherches devront se faire en partenariat avec les paysans pour s'assurer de l'adaptation des propositions qui en résulteront aux contraintes de ces derniers et garantir leur bonne appropriation par ceux-ci.

Tant qu'un matériel de plantation plus performant n'est pas disponible et compte tenu des incertitudes concernant l'évolution du prix d'achat des graines de jatropha, seule l'installation de haies vives de jatropha devrait être recommandée aux paysans en conditions de culture extensive.

Cette conclusion peut s'appliquer aux zones soudano-sahéliennes d'Afrique de l'Ouest où se pratiquent des systèmes de production à faible niveau d'apport d'intrants externes, et caractérisés par de fortes interactions entre les activités d'élevage et de production de plantes cultivées. ■

Remerciements

Les données présentées ont été collectées dans le cadre des projets « Validation du système *Jatropha* en milieu rural sénégalais » et « Disso Bay Dundé » réalisés au Sénégal grâce aux financements apportés par la DGD, la Fondation Durabilis et l'ONG Aide au développement Gembloux.

Références

- Achten WMJ, Verchot L, Franken Y, Mathijs E, Singh V, Aerts R, Muys B, 2008. *Jatropha* biodiesel production and use. *Biomass and Bioenergy* 32 : 1063-84.
- Ariza-Montobbio P, Lele S, 2010. *Jatropha* plantations for biodiesel in Tamil Nadu, India: Viability, livelihood trade-offs, and latent conflict. *Ecological Economics* 70 : 189-95.
- Axelsson L, Franzén M, Ostwald M, Berdes G, Lakshmi G, Ravindranath NH, 2012. *Jatropha* cultivation in Southern India : assessing farmers' experiences. *Biofuels, Bioproducts and Biorefining* 6 : 246-56.

Baldet M, 2011. *Diagnostic agraire des terroirs de Badi et de Wassadou dans la communauté rurale de Dialacoto (Sénégal Oriental)*. Travail de fin d'études, Institut supérieur d'agronomie en Rhône-Alpes (Isara), Lyon (France).

Brittaine R, Lutaladio N, 2010. *Jatropha: A Smallholder Bioenergy Crop - The Potential for Pro-Poor Development*. Integrated Crop Management 8. Rome (Italie) : FAO. <http://www.fao.org/docrep/012/i1219e/i1219e.pdf>

Francis G, Edinger R, Becker K, 2005. A concept for simultaneous wasteland reclamation, fuel production and socio-economic development in degraded areas in India: need, potential and perspectives of *Jatropha* plantations. *Natural Resources Forum* 29 : 12-24.

Ghokale D, 2008. *Jatropha: Experience of Agro-Forestry & Wasteland Development Foundation Nashik, India*. International consultation on pro-poor *Jatropha* development, 10-11 avril 2008. Rome (Italie) : Ifad. <http://www.ifad.org/events/jatropha/>

Hagman J, Nerentorp M, 2011. *Life cycle assessment of jatropha oil as a biofuel for transports in rural Mozambique*. Master thesis, Division of Environmental Systems Analysis, Chalmers University of technology. Göteborg (Sweden). <http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/150042.pdf>

Henning RK, 2009. *The Jatropha System - An integrated approach of rural development*. Weissensberg (Germany) : Baganí.

Liyama M, Newman D, Munster C, Nyabenge M, Sileshi GW, Moraa V, et al., 2013. Productivity of *Jatropha curcas* under smallholder farm conditions in Kenya. *Agroforestry Systems* 87 : 729-46.

Nielsen F, 2009. *Trip report: FACT/ADPP Project Mozambique Sept./Oct 2009*. Wageningen (The Netherlands) : FACT Foundation. <https://sites.google.com/site/mozambiquejatropha/research-program/research-activities/06-jatropha-yield-forecasting-1>

Rao GR, Korwar GR, Shanker AK, Ramakrishna YS, 2008. Genetic associations, variability and diversity in seed characters, growth, reproductive phenology and yield in *Jatropha curcas* (L.) accessions. *Trees - Structure and Function* 22 : 697-709.

Rijssenbeek W, Galema T, 2010. Harvesting. In : FACT Foundation. *The Jatropha handbook - from cultivation to application*. Eindhoven (The Netherlands) : FACT Foundation.

Tappan GG, Sall M, Wood EC, Cushing M, 2004. Ecoregions and land cover trends in Senegal. *Journal of Arid Environments* 59 : 427-63.

Trabucco A, Achten W, Bowe C, Aerts R, Van Orshoven J, Norgrove L, et al., 2010. Global mapping of *Jatropha curcas* yield based on response of fitness to present and future climate. *Global Change Biology Bioenergy* 2 : 139-51.

Wahl N, Jamnadass R, Baur H, Munster C, Liyama M, 2009. *Economic viability of Jatropha curcas L. plantations in Northern Tanzania - Assessing farmers prospects via cost-benefit analysis*. Working Paper no. 97. Nairobi (Kenya) : ICRAF ; World Agroforestry Centre.