

Rétrospective : entraves au développement de la chaîne de valeur des bioénergies issues du *Jatropha curcas* en Afrique – exemple du Kenya

Miyuki Iiyama^{1*}, Steven Franzel¹, Navin Sharma², Violet Mogaka¹, Jeremias Mowo¹, Ramni Jamnadass¹

¹Centre international pour la recherche en agroforesterie (CIRAF), United Nations Avenue, Gigiri, Nairobi, Kenya.

²CIRAF, Dev Prakash Shastri Marg Pusa, New Delhi, Inde.

*Auteur principal : m.iiyama@cgiar.org

Introduction

Le *Jatropha curcas* (*jatropha*) est un arbuste indigène originaire d'Amérique centrale, qui pousse dans de nombreuses régions tropicales et subtropicales d'Afrique sub-saharienne (ASS) et d'Asie. Bien qu'essentiellement sauvage, le *jatropha* est soudainement apparu comme une source prometteuse pour la fabrication de biodiesel au cours des années 2003 à 2009. C'est à ce moment-là que, face à la hausse des prix de l'essence, les intérêts internationaux ont commencé à se porter sur les cultures bioénergétiques. On a alors vanté les mérites du *jatropha* pour sa production d'huile de haute qualité, sa grande adaptabilité aux différentes zones climatiques et aux divers types de sol, ses besoins minimes en intrants, sa courte période de gestation, sa facilité de multiplication, sa résistance à la sécheresse, aux nuisibles et aux maladies, et sa capacité à pousser dans des conditions marginales, de sorte qu'il ne concurrence pas la production vivrière. Il était présenté comme un « remède-miracle » au problème d'insécurité énergétique dans les pays pauvres, capable de stimuler le développement économique. Par ailleurs, les investisseurs des pays développés se sont montrés particulièrement intéressés par cette culture, qu'ils souhaitent développer dans de grandes plantations commerciales en Afrique subsaharienne (ASS) et ailleurs, en vue de son exportation.

Pourtant, une bonne partie des mérites attribués au *jatropha* se sont révélés largement exagérés (GTZ, 2009). Après plusieurs années de plantation, l'engouement pour le *jatropha* s'est estompé. En 2009, les médias ont fait état à plusieurs reprises d'expériences décevantes dans les pays en développement. Le monde universitaire a également commencé à remettre en question sa viabilité commerciale en tant que source bioénergétique, notamment en raison de ses faibles rendements s'il est cultivé sans intrants (GTZ, 2009 ; Ariza-Montobbio et Lele, 2010 ; Iiyama *et al.*, 2013 ; NL Agency, 2013). La mode du *jatropha* a été une désillusion pour de nombreux petits agriculteurs en ASS. Malgré cela, peu d'études (NL Agency, 2013) ont examiné de façon critique la promotion relativement désorganisée faite en faveur de cette culture et analysé les échecs sur le terrain, du point de vue de la chaîne de valeur (CV).

Dans le cas du Kenya, nous étudierons les hypothèses suivantes : si le récent engouement pour le *jatropha* n'a pas tenu ses promesses en matière de sécurité énergétique et de développement économique, c'est parce que (i) la CV des bioénergies ne s'est pas suffisamment développée en ASS, et/ou (ii) elle n'y a pas bénéficié du même environnement favorable qu'ailleurs dans le monde, comme par exemple en Inde.

La chaîne de valeur du jatropha au Kenya

Chaîne de valeur des bioénergies issues des oléagineux

Une chaîne de valeur (CV) désigne toutes les activités associées à un produit ou à un service, de sa conception à sa consommation, en passant par sa production, ainsi que son élimination finale après utilisation (Kaplinsky et Morris, 2002). La production de bioénergies issues des oléagineux implique essentiellement une CV en trois étapes : (i) fourniture d'intrants et culture de plantes pour la production de fruits oléagineux ; (ii) extraction et transformation de l'huile ; et, (iii) commercialisation des produits finis (Messemaker, 2008). La première étape (i) englobe la préparation de terres adaptées sur le plan écologique, l'obtention ou la collecte de matériel végétal de haute qualité, l'implantation par ensemencement direct ou par plantation de boutures ou de plants de pépinière, l'application d'engrais, l'irrigation et le contrôle des nuisibles et des maladies, le désherbage, l'élagage et la récolte. Pour pouvoir mener à bien ces activités, les exploitants doivent impérativement connaître les bonnes pratiques de gestion agricole. La deuxième étape (ii) concerne le pressage ou l'extraction, mécanique ou chimique, de l'huile végétale brute contenue dans les graines. L'huile végétale brute peut être utilisée directement en tant que combustible ou être transformée en biodiesel par un procédé de transestérification (qui réduit la viscosité et augmente la qualité de combustion). L'huile végétale brute peut également servir à la fabrication de savon. Les résidus de tourteaux après extraction peuvent être utilisés directement en tant qu'engrais ou servir à la fabrication de briquettes de chauffage, ou encore, à la production de biogaz. Les transformateurs doivent également disposer des connaissances techniques et des équipements appropriés pour pouvoir produire de l'huile de haute qualité. Dans la troisième étape (iii), l'huile végétale brute peut être soit consommée localement en tant que combustible pour les fourneaux et les lampes modifiés, soit commercialisée en vue de son utilisation dans les moteurs diesel modifiés. Le biodiesel, lui, peut être vendu en vue de son utilisation directe dans les moteurs diesel ordinaires non modifiés, pur ou mélangé à du diesel ordinaire. La politique publique devrait favoriser l'utilisation de l'huile végétale brute et du biodiesel de sorte à encourager les investissements nécessaires en matière de production et de transformation, et à promouvoir son utilisation locale.

La nécessité de mesures étroitement coordonnées pour développer une chaîne de valeur efficace pose de gros problèmes en termes de développement des infrastructures (Messemaker, 2008 ; van Eijck et Romijn, 2008), comme on peut le constater dans le cas du *jatropha* au Kenya.

Promotion du jatropha – focus sur la production

Bien que, dans de nombreuses régions du Kenya, le *jatropha* ne soit pas une plante indigène, les agriculteurs en cultivent depuis plusieurs décennies en tant que clôtures, brise-vent ou tuteurs pour les lianes de vanille et pour la fabrication de médicaments. Ce n'est qu'au cours des années 2006 à 2009 que le *jatropha* a acquis sa notoriété en tant que source bioénergétique potentielle. Contrairement à la Tanzanie, où les grandes entreprises européennes ont mené des projets sur les bioénergies impliquant divers intervenants des communautés rurales et des fonctionnaires du ministère (Van Teeffelen, 2013), ces investisseurs ont d'abord joué un rôle mineur au Kenya. Ce n'est qu'après 2009 que certaines entreprises étrangères ont cherché à accéder à des terres pour y installer des plantations de *jatropha* à grande échelle dans la province côtière, mais sans succès la plupart du temps. Au Kenya, l'enthousiasme initial a été suscité par les promoteurs, tels que les organisations non-gouvernementales (ONG) et les adoptants, principalement des exploitants individuels et des groupes (GTZ, 2009 ; figure 1). Plusieurs ONG ont vanté le potentiel du *jatropha*, essentiellement comme nouvelle source de génération de revenus pour les populations rurales les plus démunies, et pour atténuer les impacts du changement climatique en le substituant à l'utilisation non viable des combustibles fossiles et du bois de chauffage (Mogaka, 2010 ; Mogaka *et al.*, sous presse). Les promoteurs cherchaient à convaincre le plus grand nombre d'agriculteurs possible d'adopter le *jatropha*. Certains ont commercialisé des graines provenant de plantes sauvages/semi-sauvages et/ou des semis cultivés, en les vendant aux agriculteurs en tant que matériel certifié, et en leur promettant d'importants retours sur investissement (GTZ, 2009). D'autres ont même vendu aux exploitants du matériel végétal de *jatropha* à un prix compris entre 12,50 et 25 dollars US le kilo de semences, un prix supérieur à celui du matériel végétal d'espèces d'arbres dont les produits, plus lucratifs, avaient déjà conquis des marchés. Les agriculteurs ont été appâtés par les promesses de revenus supplémentaires et de production locale d'un combustible à prix abordable (encadré 1).

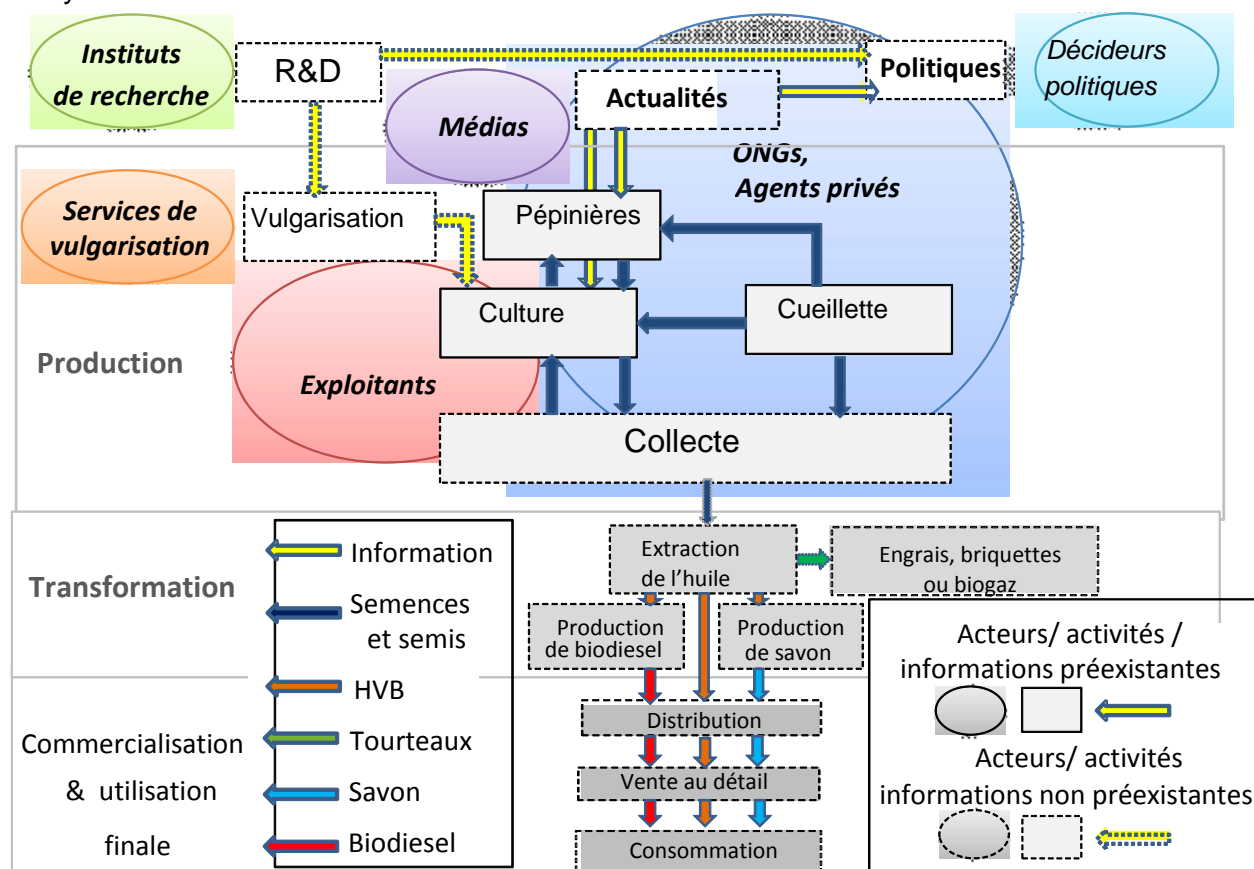
Encadré 1 : Réaction des exploitants à l'engouement en faveur du *jatropha*

Début 2009, un groupe d'agriculteurs de Mumias, ville située à l'ouest du Kenya, dans une région agricole fertile produisant essentiellement de la canne à sucre, a souhaité acquérir du matériel végétal de *jatropha*. Ils avaient appris, par les membres de leur communauté à Nairobi qui en avaient entendu parler à la radio, que le *jatropha* était une culture miracle. Étouffés par les bas prix de la canne à sucre, les bas salaires et les taxes élevées, ils cherchaient désespérément des cultures commerciales de substitution à forte valeur ajoutée susceptibles d'améliorer leurs moyens de subsistance. Ils étaient convaincus que le *jatropha* serait une bonne opportunité d'investissement. On leur a néanmoins conseillé de ne pas remplacer la canne à sucre par le *jatropha* mais plutôt, de faire de petites expériences car ils ne disposaient pas de connaissances agronomiques sur cette plante et n'entrevoyaient pas de marché pour ces produits.

Au Kenya, l'accent a été placé sur la production, sans prise en compte réelle des étapes de transformation et de commercialisation. Le seul marché existant pour les semences et autres matériels de multiplication était instable, et celui du rachat de graines aux agriculteurs sous contrat était, lui, relativement limité. L'huile n'était extraite qu'à des fins de démonstration (Mogaka, 2010). Aucun marché n'existait pour les produits finis issus du *jatropha*, tels que l'huile végétale brute, le savon, le biogaz, les engrais et les briquettes, alors que dans les pays voisins comme la Tanzanie, l'huile végétale brute et les savons ont réussi à s'imposer.

(Messemaker, 2008 ; Struijs, 2008). Le problème résidait principalement dans le manque d'infrastructures et de main-d'œuvre. Le Kenya avait beau connaître les techniques de production du biodiesel, notamment grâce à l'Institut de recherche et de développement industriel du Kenya (KIRDI), il manquait de producteurs locaux d'équipements ; il a donc fallu importer les équipements de transformation.

Figure 1: Les acteurs, activités et flux d'information de la chaîne de valeur du *Jatropha* au Kenya



État et capacité de la R&D

La viabilité économique de toute plantation repose sur des rendements élevés et stables. Le rendement des cultures d'arbres dépend du matériel génétique, des conditions climatiques et pédologiques, de l'âge, de la gestion et de la compétition pour les ressources, mais l'importance relative de ces facteurs reste méconnue (Jongschaap *et al.*, 2007 ; Achten *et al.*, 2008).

L'irrigation, la fertilisation, les cultures intercalaires, l'élagage et l'espacement ont une forte incidence sur la pousse du *jatropha* et la production de biomasse dans des conditions contrôlées (Kheira et Atta 2009 ; Maes *et al.*, 2009 ; Achten *et al.*, 2010 ; Behera *et al.*, 2010).

La profondeur et l'espacement des trous de plantation conditionnent la tolérance à la sécheresse (Githunguri *et al.*, 2012). Toutefois, les petits exploitants n'ont pas toujours les moyens d'optimiser leur portefeuille de technologies afin de maximiser les rendements (Iiyama *et al.*, 2013).

Au Kenya, au début de l'engouement pour le *jatropha*, le gouvernement, les universités et les centres nationaux et internationaux de recherche agricole ne se sont pas montrés très réactifs pour remédier au manque de connaissances sur la production, la transformation et la commercialisation du *jatropha*, même si certaines expériences de sélection ont été menées par l'Université de Nairobi. Le service de vulgarisation n'a pas su fournir un soutien adéquat pour guider les exploitants. En outre, les promoteurs initiaux n'avaient pas réalisé d'expériences sur plusieurs années dans les conditions locales pour vérifier leurs allégations sur le *jatropha*. La plupart du temps, ils se basaient plutôt sur les informations disponibles sur Internet. Les agriculteurs ont donc dû appliquer des pratiques de gestion sous-optimales (GTZ, 2009), ce qui a probablement amoindri les potentiels de rendement, et les faibles quantités de graines produites ont bien eu du mal à trouver acquéreur. Au vu des rendements pratiquement nuls obtenus au cours des 2 ou 3 premières années pour les graines de *jatropha* et face aux perspectives peu encourageantes pour les 4 à 6 années suivantes (< 1 kg/arbuste), nombreux sont les exploitants à avoir abandonné cette culture (GTZ, 2009).

Selon une enquête menée en 2009 dans différentes zones agro-écologiques du Kenya, une bonne gestion durant la phase de mise en place pourrait être critique pour la survie de cette culture et avoir des effets cumulatifs sur les rendements potentiels de *jatropha* dans les petites exploitations (Iiyama *et al.*, 2013). Si les rendements n'ont pas décollé, c'est en partie parce que les producteurs utilisaient du matériel génétique non amélioré, parce que les pratiques de gestion étaient sous-optimales et parce que les limites biophysiques des rendements élevés de *jatropha* étaient mal définies (Iiyama *et al.*, 2013).

Complexité et maturité de la chaîne de valeur des bioénergies issues du *jatropha* des oléagineux au Kenya

Comparaison de la CV des bioénergies issues des oléagineux et de la CV d'autres produits agricoles

Pour la plupart, les agriculteurs kenyans exploitent surtout des cultures vivrières et commerciales, essentiellement du maïs, mais aussi, dans les régions agro-écologiques favorables, des cultures horticoles. Les légumineuses et les céréales résistant à la sécheresse telles que l'ambérie et le pois perdrix sont cultivées dans les régions sèches. La CV des bioénergies issues des oléagineux est parfois plus complexe que la CV des autres produits agricoles et agroforestiers, car, malgré des exigences de gestion contraignantes, elles n'ont pas de grande valeur ajoutée ; de plus, elles ne permettent pas de répondre aux besoins immédiats de sécurité alimentaire. Leur transformation est considérée comme techniquement plus complexe et impose des économies d'échelle plus importantes que d'autres cultures commerciales, qui ne nécessitent de l'attention qu'après la récolte (figure 2).

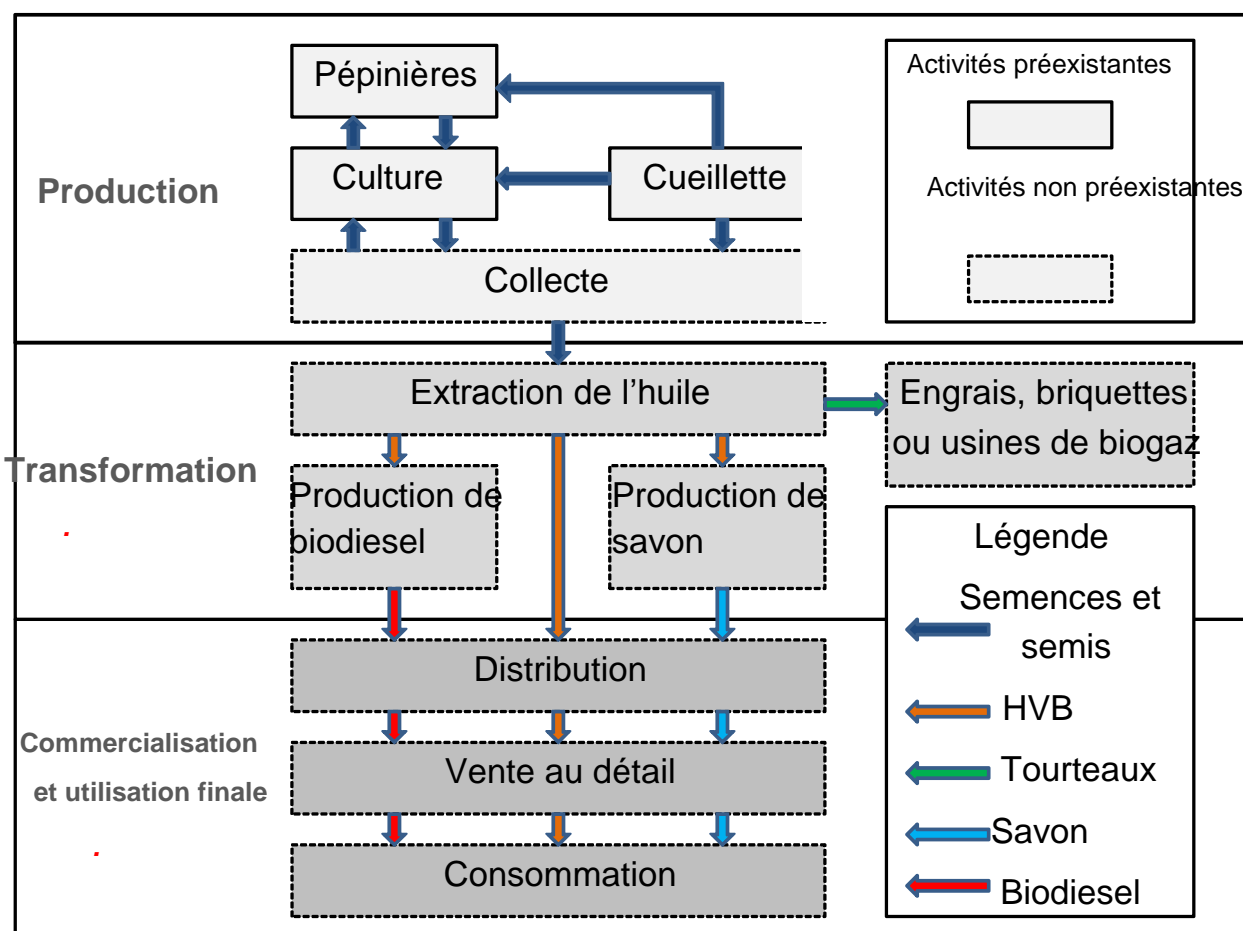
Premièrement, en tant que matière première bioénergétique, le *jatropha* est une culture à faible valeur ajoutée comparée aux cultures commerciales classiques. Au Kenya, les prix élevés du matériel végétal ont induit les exploitants en erreur au sujet de sa valeur. Si l'on veut remplacer le diesel par de l'huile de *jatropha*, il faut que son prix soit compétitif (NL Agency, 2013 ; encadré 2). Deuxièmement, le *jatropha* est une culture non alimentaire présentant des risques élevés et offrant de faibles retours sur investissement, qui nécessite une gestion intensive au

même titre que d'autres cultures à forte valeur ajoutée (GTZ, 2009). La culture du *jatropha* pouvait imposer le sacrifice de terres destinées aux cultures primaires et/ou la réaffectation d'une main-d'œuvre familiale limitée. Les rendements alors obtenus avec le *Jatropha* ne permettaient pas de retours sur investissement, notamment au vu des coûts d'opportunité des terres et de la main-d'œuvre. Troisièmement, sa transformation efficace en bioénergie nécessite l'utilisation d'équipements spéciaux, en raison de la texture très visqueuse de l'huile. Les presses pour l'extraction de l'huile ne sont généralement pas disponibles localement et, dans leur grande majorité, les exploitants ne sont pas habitués à travailler avec du *jatropha* sous forme d'huile liquide. Dans notre enquête, les agriculteurs ne disposaient pas de fourneaux fonctionnant à l'huile de *jatropha* et rares étaient ceux qui possédaient des lampes de conception adaptée (GTZ, 2009). La transformation efficace exige également une quantité de graines suffisante pour réaliser des économies d'échelle ; au Kenya, la plupart des producteurs sont géographiquement dispersés et ont du mal à produire dans des quantités suffisamment importantes (GTZ, 2009). N'ayant généralement pas accès à une technologie adaptée aux conditions locales et ne voyant pas de perspectives de marché, de nombreux producteurs kenyans de *jatropha* ont fini par abandonner la culture de cet arbuste.

Encadré 2 : **Fixation hypothétique des prix**

Imaginons que le prix du diesel soit de 1 dollar US/litre. Si l'on part du principe que la teneur en huile des graines est de 30 % et que l'on ne tient pas compte des autres coûts de production, il faudrait que le prix maximum des graines de *Jatropha* soit fixé à 33 cents par kg. Cette somme semble bien dérisoire comparée au prix auquel les exploitants ont acheté le matériel végétal, compris entre 12,50 et 25 dollars le kilo. Partant de l'hypothèse qu'un arbre a un rendement oscillant entre 0,25 et 1 kg par an, une plantation de 0,25 ha de *jatropha* utilisant un espacement de 2 x 2 m (625 arbustes) ne pourra rapporter que 50 à 200 dollars de revenus nets. Compte tenu des contraintes relativement importantes en matière de coûts, il est très peu probable que cette culture soit économiquement viable pour les petits exploitants, notamment durant les premières années avant que le *jatropha* ne produise suffisamment de graines.

Figure 2 : Chaîne de valeur du *jatropha* et état des activités au Kenya, selon Messemaker (2008).



Comparaison de la R&D et du contexte politique entourant la chaîne de valeur du *jatropha* au Kenya et de ceux entourant la chaîne de valeur des bioénergies en Inde

Le gouvernement kenyan a commencé à s'intéresser à la substitution des combustibles fossiles par de l'huile de *jatropha*, notamment dans les régions arides, pour créer des opportunités de revenus en exploitant des terres marginales (GoK, 2008). Le ministère de l'Énergie, en particulier, a facilité le partage des connaissances entre les parties prenantes, à savoir les promoteurs, les agriculteurs et les instituts nationaux/internationaux de recherche, afin de créer un contexte politique favorable. En 2008, certaines grandes ONG kenyanes ont tenté de mettre en place un Comité national pour le biodiesel réunissant des participants du secteur privé, du secteur public et des ONG. En 2009, elles ont même mis au point un projet de stratégie pour le biodiesel visant à donner des orientations de production qui cadraient avec les politiques existantes. Ces plans et cette stratégie ne se sont cependant jamais concrétisés et l'intérêt s'est estompé lorsque l'engouement pour cette culture est retombé.

En revanche, l'Inde a vu dans la bioénergie un facteur important de sécurité énergétique et les universités et instituts nationaux agricoles se sont intéressés aux espèces oléagineuses non comestibles comme source de bioénergie, bien avant le récent engouement. Elle a mis en place une politique de promotion des bioénergies issues de cultures non-alimentaires dans les terres

marginales (GOI, 2009), malgré les inquiétudes concernant la concurrence avec les cultures vivrières. La fixation d'un prix minimum de soutien a été déterminante pour attirer les exploitants vers ces cultures. Toutefois, bien que l'Inde dénombre 400 espèces d'arbres oléagineux non comestibles, seul le *jatropha*, considéré comme l'espèce la plus adaptée et la plus à même d'offrir des rendements élevés sur les terres marginales, a été encouragé dans les activités agricoles à grande échelle. La promotion des plantations s'est déroulée sans réelle domestication ni utilisation de matériel végétal de qualité supérieure, avant même que les chercheurs ne soient convaincus du potentiel de rendement sur les terres marginales ou dans les conditions réelles des exploitants. Au final, malgré des perspectives optimistes, le *jatropha* n'a pas tenu ses promesses et, au vu de ses faibles rendements, son économie reste peu attrayante (Shinoj *et al.*, 2010 ; encadré 3).

Pourtant, l'État du Karnataka a su tirer parti de la culture d'espèces d'arbres oléagineux en termes d'approvisionnement local en énergie et d'amélioration des moyens de subsistance des petits exploitants. Un modèle innovant d'agroforesterie basé sur la culture de plusieurs espèces d'arbres (parmi lesquelles, le *pongamia*, le *margousier*, le *mahua*, le *simarouba*, et le *Calophyllum inophyllum* (ou takamaka)) dans les clôtures de ferme a remporté un franc succès. Le développement des CV a été crucial, depuis les pépinières pour le matériel végétal jusqu'à la production de coproduits et de nombreuses options d'énergie locale, telles que le biogaz et les huiles végétales brutes pour les moyens de transport (<http://www.biofuelkarnataka.com/>; <http://biofuelpark.org/>).

Encadré 3 : Inde : envolée puis retombée du *jatropha*

En Inde, près de 17,4 millions de hectares de terres marginales ont été jugées aptes à la culture du *Jatropha* pour répondre à l'objectif de mixage de 20 %, et en 2011, environ 900 000 hectares étaient cultivés (Gunatilake, 2011). Pourtant, l'économie du *jatropha* demeure peu attractive pour les exploitants, en raison de ses faibles rendements (Shinoj *et al.*, 2010) – compris entre ₹ 7 560 et 15 125 par hectare.

Conclusion

Un travail de recherche et développement (R&D) est nécessaire pour soutenir toutes les étapes du développement de la CV, de la production à la commercialisation, en passant par la transformation, ce qui n'a pas été le cas au Kenya. Des instruments politiques visant à promouvoir le développement du marché local des carburants de remplacement tels que le biodiesel s'imposent, notamment en matière de R&D, de vulgarisation et de services de développement commercial, afin de stimuler les investissements et le développement durable de l'industrie. Le succès du développement d'une CV dans un secteur, ou même, dans un pays donné ne peut pas être transposé à un autre environnement sans investissements adéquats en R&D.

Remerciements

L'enquête et les analyses initiales sur les graines oléagineuses réalisées au Kenya en 2009 ont été financées par le GTZ et le gouvernement japonais a contribué à la participation des auteurs principaux aux analyses de suivi. Nous remercions les collaborateurs du Centre international pour la recherche en agroforesterie ainsi que les

intervenants kenyans impliqués dans la production de bioénergies pour leur précieuse collaboration.

Bibliographie

Achten, W.M.J., Verchot, L., Frunken, Y.J., Mathijs, E., Singh, V.P., Aerts, R. et al. 2008. *Jatropha* bio-diesel production and use. *Biomass & Bioenergy* 32(12), 1063-84.

Achten, W.M.J., Maes, W.H., Reubens, B., Mathijs, E., Singh, V.P., Verchot, L. et al. (2010) Biomass production and allocation in *Jatropha curcas* L. seedlings under different levels of drought stress. *Biomass & Bioenergy* 34, 667-76.

Ariza-Montobbio, P. et Lele, S. (2010) *Jatropha* plantations for biodiesel in Tamil Nadu, India: Viability, livelihood trade-offs, and latent conflict. *Ecological Economics* 70(2), 189–195.

doi:10.1016/j.ecolecon.2010.05.011

Behera, S.K., Srivastava, P., Tripathi, R., Singh, J.P. et Singh, N. 2010. Evaluation of plant performance of *Jatropha curcas* L. under different agro-practices for optimizing biomass – A case study. *Biomass & Bioenergy* 34, 30-41.

FAO. 2010. *Jatropha: A smallholder bioenergy crop: the potential for pro-poor development. Integrated Crop Management* Vol. 8. Rome: Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture, Rome, Italie.

<http://www.fao.org/docrep/012/i1219e/i1219e00.htm>

Githunguri, C.M., Esilaba, A.O. et Mutuku, L.M. 2012. Effect of spacing on *Jatropha curcas* planted in semi-arid eastern Kenya. Document non publié. KARI Katumani Station, Kenya.

GoK, Ministry of Energy. 2008. *Strategy for the Development of the Biodiesel Industry in Kenya (2008-2012)* Government of Kenya, Ministry of Energy, Nairobi, Kenya.

GOI, 2009. *National Policy on Biofuels. Government of India*, Ministry of New & Renewable Energy, New Delhi, Inde.

http://mnre.gov.in/file-manager/UserFiles/biofuel_policy.pdf

GTZ. 2009. *Jatropha reality check: a field assessment of the agronomic and economic viability of jatropha and other oilseed crops in Kenya*. Etude menée par Endelevu Energy en collaboration avec le Centre international pour la recherche en agroforesterie et le Kenya Forestry Research Institute. Nairobi: GTZ – Regional Energy Advisory Platform (East Africa).

<http://www.worldagroforestry.org/downloads/publications/PDFs/B16599.PDF>

Gunatilake, H. 2011. *Financial and Economic Assessment of Biodiesel Production and Use in India*. Série de documents de travail de la Banque asiatique de développement. N° 8. Metro Manila, Philippines.

<http://www.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2012/11035.pdf>

Iiyama, M., Newman, D., Munster, C., Nyabenge, M., Sileshi, G.W., Moraa, V. *et al.* 2013. Productivity of *Jatropha curcas* under smallholder farm conditions in Kenya. *Agroforestry Systems* 87, 729-746. DOI 10.1007/s10457-012-9592-7

Jongschaap, R.E.E., Coreé, W.J., Bindraban, P.S. et Brandenburg, W.A. 2007. *Claims and facts on Jatropha curcas L.* Rapport n° 158. Plant Research International B.V., Wageningen, Pays-Bas.

<http://edepot.wur.nl/41683>

Kaplinsky, R. et Morris, M. 2002. *A Handbook for Value Chain Research*. Prepared for the IDRC. Open University, Milton Keynes, Royaume-Uni.

http://www.asiandrivers.open.ac.uk/documents/Value_chain_Handbook_RKMM_Nov_2001.pdf

Kheira, A.A.A. et Atta, N.M.M. 2009. Response of *Jatropha curcas* L. to water deficits: Yield, water use efficiency and oilseed characteristics. *Biomass & Bioenergy* 3, 1343-50.

Maes, W.H., Achten, W.M.J., Reubens, B., Raes, D., Samson, R. et Muys, B. 2009. Plant-water relationships and growth strategies of *Jatropha curcas* L. seedlings under different levels of drought stress. *Journal of Arid Environments* 73, 877-84.

Messemaker, L. 2008. *The green myth? Assessment of the Jatropha value chain and its potential for pro-poor biofuel development in northern Tanzania*. Utrecht: Université d'Utrecht, Pays-Bas.

Mogaka, V. 2010. *A comparative analysis of the costs and benefits of producing Jatropha, maize and oranges in Kenya. Case study of Shimba Hills*. University of Nairobi, Nairobi, Kenya.

Mogaka, V., Ehrensperger, A., Gmuender, S., Iiyama, M., Birtel, M. et Heim, E. 2014. Understanding underlying mechanisms of recent *Jatropha* adoption by smallholders in Kenya: Rural livelihood assessment in Bondo, Kibwezi, and Kwale districts. *Energy for Sustainable Development* 18, 9-15.

NL Agency. 2013. *Jatropha sustainability assessment, data from Tanzania, Mali & Mozambique*. NL Agency and Climate Change, Utrecht, Pays-Bas.

Shinoj, P., Raju, S., Kumar, P., Msangi, S., Yadav, P., Thorat, V.S. *et al.* Chaudhary, KR. 2010. An economic assessment along the jatropha-based biodiesel value chain in India. *Agricultural Economics Research Review* 23, 393-404.

Struijs, J. 2008. *Shinda Shinda, Option for sustainable bioenergy: a jatropha case study*. National Institute for Public Health and the Environment. Rapport RIVM 607034001/2008. Bilthoven, Pay-Bas.

Van Eijck, J. et Romijn, H. 2008. Prospects for jatropha biofuels in Tanzania: an analysis with strategic niche management. *Energy Policy* 36, 311–325.

Van Teeffelen, J. 2013. *Fuelling Progress or Poverty? The EU and Biofuels in Tanzania*. Evert Vermeer Foundation, Amsterdam, Pay-Bas.