
L'avenir prometteur du sorgho sucré en Haïti

The promising future for sweet sorghum in Haiti

El futuro prometedor del sorgo azucarado en Haití

Elise Leclerc, Gaël Pressoir and Serge Braconnier

**Electronic version**

URL: <http://journals.openedition.org/factsreports/2801>

ISSN: 1867-8521

Publisher

Institut Veolia

Electronic reference

Elise Leclerc, Gaël Pressoir and Serge Braconnier, « L'avenir prometteur du sorgho sucré en Haïti », *Field Actions Science Reports* [Online], Special Issue 9 | 2014, Online since 27 December 2013, connection on 30 April 2019. URL : <http://journals.openedition.org/factsreports/2801>

L'avenir prometteur du sorgho sucré en Haïti

Elise Leclerc¹, Gaël Pressoir² et Serge Braconnier³

¹Agro-économiste, Centre International de Recherche Agronomique
pour le Développement & Fondation CHIBAS-Haïti
info@chibas-bioenergy.org

²Directeur Exécutif, Fondation CHIBAS-Haïti

³Coordinateur Projet ANR-S3F, Centre International de
Recherche Agronomique pour le Développement

Résumé. Dans les environnements à la pluviométrie et à la fertilité limitées, la culture du sorgho sucré est mieux adaptée que celle de la canne à sucre. Le sorgho sucré est en effet plus rustique. De plus, il a une croissance rapide, une grande adaptabilité, un fort potentiel de production de biomasse, combine production de grains et accumulation de sucres dans les tiges et possède un fort potentiel pour la production d'alcool ou de sirop. Il peut entraîner une augmentation significative du revenu des ménages et permettre ainsi de maintenir les populations rurales dans les campagnes en générant de nouvelles filières de production et commercialisation pour la bagasse et les feuilles vertes (fourrage), le sirop, les gels d'alcool, ou les boissons spiritueuses. Les travaux présentés ici montrent qu'à Haïti, la culture du sorgho sucré permet aux cultivateurs de sorgho de multiplier leurs revenus jusqu'à deux fois et demi, pour une même productivité en grains, en valorisant les tiges de sorgho sucré. De plus, la filière de sorgho sucré est complémentaire à celle de la canne à sucre et permet de rallonger la période de fonctionnement des unités de transformation de la canne. C'est une culture pouvant générer des revenus substantiels et créer des emplois en zone rurale.

Mots clés. Haïti, Sorgho sucré, Transformation, Distilleries, Revenus, Rural, Brix, Innovation, Expérimentations, Variétés, Rendements, Jutosité

1. Contexte

Le sorgho sucré présente l'avantage de produire des grains tout en accumulant des sucres dans ses tiges. C'est typiquement une plante multi usages combinant une production de : (i) grains pour l'alimentation humaine et/ou animale, (ii) feuilles et bagasse (tiges après extraction du jus) comme fourrage pour le bétail, pouvant être valorisés sous forme d'ensilage, (iii) jus sucré valorisable soit sous forme de sirop, soit sous forme de combustible pour les réchauds (éthanol liquide ou gélifié), soit sous forme de boisson. Ces utilisations variées répondent aux divers enjeux alimentaires, énergétiques, environnementaux et permettent aux populations rurales d'améliorer leur niveau de vie grâce à une meilleure valorisation des productions agricoles et la création de nouvelles filières commerciales locales génératrices d'emplois.

L'agriculture d'Haïti est principalement pluviale. Elle est fortement influencée par la quantité et la répartition des précipitations, qui sont très inégales

sur le territoire. Près de la moitié du pays bénéficie d'un climat subhumide voire semi-aride. De plus, Haïti est caractérisé par une multitude de microclimats dus aux différences d'altitude et à la présence de plusieurs chaînes montagneuses. Les systèmes climatiques sont fort instables avec des variations interannuelles considérables. Il en résulte des périodes de sécheresse parfois anormalement longues, qui aboutissent à des campagnes agricoles catastrophiques certaines années, ce qui a un effet direct sévère sur la sécurité alimentaire et le revenu des agriculteurs (CNSA, 2012).

Dans la zone tropicale semi-aride, la canne à sucre est la plante industrielle majeure utilisée pour produire de l'alcool à partir des sucres accumulés dans les tiges et dont la durabilité du système a été démontrée au Brésil (Paztek et Pimentel, 2005). Même si Wu and Birch (2007) ont montré que d'importants gains de production pouvaient être encore obtenus, la culture de la canne reste limitée du fait de ses exigences élevées en eau et en éléments

nutritifs. Dans les environnements plus secs et moins fertiles, le sorgho sucré est mieux adapté. Il a une croissance rapide, une grande adaptabilité, un fort potentiel de production de biomasse, combine production de grain et accumulation de sucres dans les tiges et possède un bon potentiel de production d'alcool (Reddy *et al.*, 2005). Les avantages comparatifs du sorgho sucré par rapport à la canne à sucre ou au maïs pour la production d'alcool ont été largement documentés (Reddy, 2007, Pandey *et al.*, 2001, Fazaeli *et al.* 2006). Par ailleurs, sa capacité à produire des grains tout en accumulant des sucres dans ses tiges offre la possibilité de réduire la compétition entre les objectifs de sécurité alimentaire et la production de bioéthanol. Des variétés de sorgho sucré combinant une forte productivité en grains et une bonne accumulation de sucres dans les tiges peuvent simultanément renforcer la production et la disponibilité en céréales tout en permettant l'augmentation du revenu des ménages.

Le sorgho est une céréale déjà cultivée et consommée en Haïti. Elle se situe en 3ème position nationale avec 90 400 tonnes(t) des grains produits en 2010, après le riz (124 600 t) et le maïs (233 700 t) (FAOSTAT 2010). Cette culture, moins exigeante en eau et en fertilisation que la canne à sucre (Reddy, 2007) ou le maïs (Erdei and Taleisnik, 1993), présente un intérêt certain face à des conditions environnementales toujours plus aléatoires.

Plus connu sous le nom de « pitimi » *en créole*, il est cultivé principalement dans les régions de l'Artibonite, du Centre, de l'Ouest et du Sud d'Haïti. Les rendements en grains des paysans sont relativement faibles, environ 0,83 tha^{-1} (moyenne calculée sur la période 2000-2010 par FAOSTAT), pour une surface totale estimée à 98 256 hectares selon le recensement effectué en 2009 par le MARNDR-FAO. Environ 80% des parcelles de sorgho sont cultivées en association (notamment avec le maïs et le pois Congo ou pois d'Angole), ce qui peut expliquer les faibles rendements enregistrés.

L'agriculture haïtienne doit jongler avec un climat plus sec et une pluviométrie toujours plus incertaine et éparse. Face à ces contraintes, le sorgho est intéressant du fait de sa bonne tolérance à la sécheresse, largement reconnue par les agriculteurs haïtiens qui le cultivent déjà à une échelle significative. L'introduction de variétés sucrées présente de nouveaux intérêts grâce à la valorisation de nouveaux produits issus de la tige sucrée. Il a donc été décidé de lancer un programme d'introduction, d'expérimentations et de diffusion de variétés sucrées en Haïti.

2. Description du programme

Ce programme est financé à partir de trois projets. Le projet « S3F pour Haïti, développement d'un sorgho sucré multi-usage (Food, Feed, Fuel) » fait partie du programme AAP Flash Haïti, financé par l'Agence Nationale de la Recherche (France). Ce projet réunit un partenariat public-privé appuyé par la coopération internationale : la Fondation CHIBAS-Haïti, le CIRAD-France (Centre International de Recherche Agronomique pour le Développement) ainsi que l'Université Quisqueya (Université privée haïtienne) et la distillerie Agriterra SA. Les objectifs spécifiques de ce projet sont : (i)

identifier des variétés de sorgho sucré adaptées à l'environnement pédoclimatique haïtien, ayant des bons rendements en grains, en fourrage ainsi qu'en sucre, (ii) identifier les conditions d'adoption en milieu paysan, (iii) analyser la filière de transformation des produits, (iv) diffuser ces variétés à travers le pays avec des recommandations sur les itinéraires techniques à adopter en monoculture et cultures associées. Un des objectifs phares est également de promouvoir la recherche scientifique en Haïti, en soutenant une équipe scientifique solide locale.

Deux projets complémentaires renforcent également nos capacités à promouvoir le sorgho sucré : (i) l'un est conduit avec le Ministère de l'Agriculture Haïtien et la FAO sur un programme de développement de cultures fourragères. L'un de ses objectifs est de développer une nouvelle filière ensilage à partir de la valorisation de la bagasse de sorgho après extraction du jus ; ce programme se réalise en collaboration avec deux laiteries « LètAgogo », (ii) l'autre est réalisé en partenariat avec le Catholic Relief Service (CRS) pour la vulgarisation des variétés de sorgho sucré et fourrager sur la côte Sud ainsi que la mise au point de technologies de valorisation de leurs produits, autour de la commune des Anglais.

D'autres fondations et ONG, notamment ORE (Organisation pour la Réhabilitation de l'Environnement) ont également commencé à mettre en place des expérimentations sur le sorgho sucré dans la zone de Camp Perrin.

Ce programme s'inscrit parfaitement dans l'appui au développement durable d'Haïti. En effet, le développement de la culture du sorgho sucré répond à plusieurs enjeux très importants pour Haïti car il permet d'augmenter non seulement la production céréalière du pays pour l'alimentation humaine ou animale mais également la production de fourrage de bonne qualité (feuilles vertes en fin de cycle ou bagasse après l'extraction du jus des tiges) pour le bétail. Grâce au sirop et à l'alcool produits à partir du jus des tiges, le sorgho sucré peut entraîner une augmentation significative du revenu des ménages et ainsi permettre de maintenir les populations rurales dans les campagnes en générant de nouvelles productions et commercialisations du sorgho.

3. Méthodologie

3.1 Sélection des variétés en station

La relation directe avec le consortium Sweetfuel (projet européen mené par le CIRAD) a permis d'avoir accès à une importante collection de variétés de sorgho sucré, provenant de divers centres internationaux de recherche. Ainsi, ce sont près d'une centaine de variétés qui ont pu être testées à travers nos trois sites expérimentaux, situés dans la région de l'Ouest, à Cabaret et Arcahaie. Chaque variété a été observée et évaluée selon des critères bien définis dans un objectif de multi-usages : (i) paramètres de production tels que les rendements en grains, en fourrage, jutosité, teneur en sucre et (ii) paramètres culturaux comme l'adaptation et la résistance aux stress abiotiques (sécheresse, verse) et biotique (pathogènes), la qualité des grains, etc. La composante recherche du projet permet aussi de développer un programme de sélection et d'amélioration variétale devant permettre la diffusion de

variétés toujours plus productives et adaptées à l'environnement haïtien ainsi qu'aux besoins des acteurs de la filière.

3.2 Choix des zones et enquêtes terrain sur les conditions d'adoption de cette filière innovante sorgho sucré

L'introduction du sorgho sucré à usages multiples a été initiée, dans un premier temps, dans les zones où le sorgho grain était déjà cultivé et apprécié par les paysans, dans le but de favoriser l'adoption de ces nouvelles variétés par les populations. Le deuxième critère retenu dans le choix des zones est la présence de structures déjà existantes (distilleries, guildiveries, siroperies) permettant l'usinage des tiges de sorgho sucré. Ces zones correspondent aux régions où se cultive également la canne à sucre. Les régions cibles retenues pour ce programme sont les départements de l'Ouest (Cabaret/Arcahaie et Léogâne) et de l'Artibonite (Saint Marcet Saint Michel de l'Attalaye). Une première série d'enquêtes a été menée auprès d'une centaine de cultivateurs de sorgho et/ou de canne à sucre ainsi qu'auprès de propriétaires de moulins à grains, de guildiveries (distilleries) et de siroperies, afin d'évaluer les facteurs socio-économiques pouvant ou non favoriser l'adoption du sorgho sucré. Ces enquêtes nous ont permis de définir les conditions favorables d'introduction et d'adoption de cette nouvelle filière.

3.3 Tests d'acceptabilité des variétés sélectionnées en milieu paysan

Parallèlement aux essais en parcelles expérimentales, nous avons initié des essais en milieu paysan dans plusieurs régions du pays, notamment à Saint Marc et Verette (Artibonite), Les Anglais (Sud) et Limonade (Nord d'Est), à partir des premières variétés de sorgho sucré sélectionnées. Le retour sur expériences de ces cultivateurs « pionniers/innovateurs » nous a permis de commencer à évaluer les variétés en conditions réelles paysannes et de définir ensemble quels étaient les critères d'acceptabilité et les attentes vis-à-vis de cette nouvelle filière.

3.4 Analyse des paramètres d'usinage et potentialité des rendements à l'échelle industrielle

L'idée était de s'appuyer sur les structures de transformation de la canne à sucre déjà existantes en Haïti, pour tester la possibilité d'usiner les cannes de sorgho sucré. L'ensemble de la valorisation du jus du sorgho sucré (du moulinage des tiges à la transformation du jus en sirop et/ou alcool) devait suivre les mêmes procédés et savoir-faire déjà acquis sur canne, bien que la canne à sucre et le sorgho sucré soient deux cultures distinctes du point de vue morphologique et physiologique. Il s'agissait de déterminer, sur des unités artisanales ainsi qu'à l'échelle industrielle, s'il était nécessaire de procéder ou non à des modifications techniques sur les

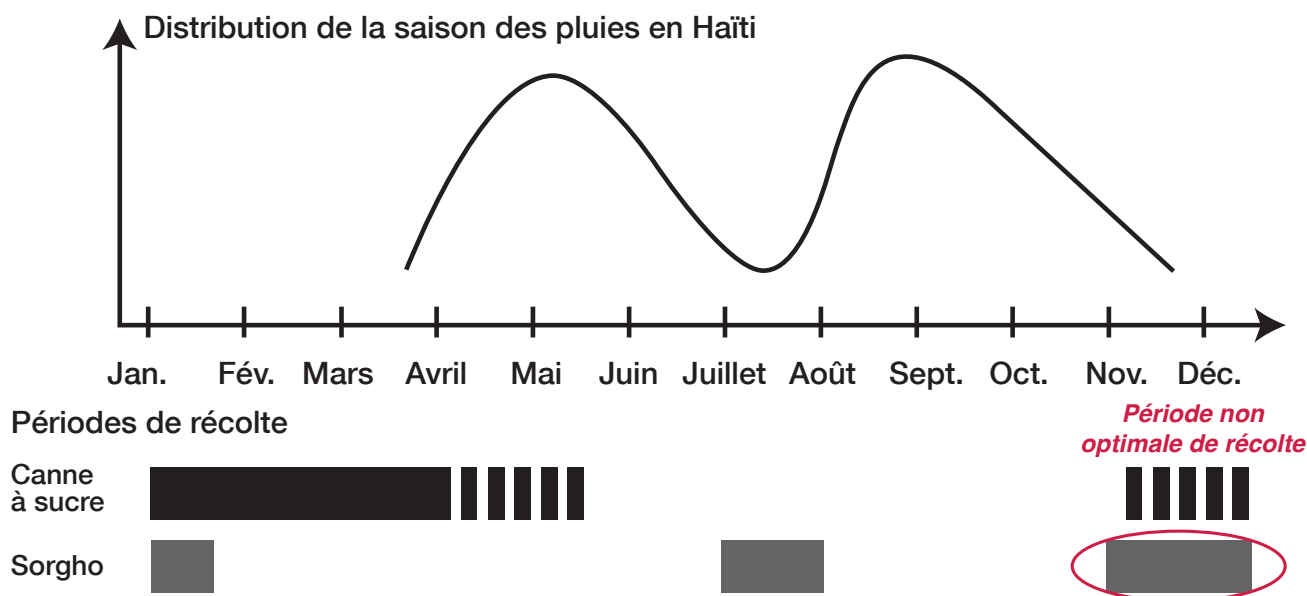


Figure 1. Complémentarité des périodes de récolte du sorgho sucré et de la canne à sucre en Haïti

équipements servant pour la canne à sucre, afin d'optimiser les procédés d'extraction des tiges de sorgho sucré.

4. Résultats

4.1 Complémentarité avec la canne à sucre

L'idée de départ était de développer le sorgho sucré dans des zones déjà pourvues d'unités de transformation. Il nous est donc apparu indispensable de prendre en compte la filière canne à sucre très présente en Haïti. Les enquêtes réalisées en 2011 auprès de 68 cultivateurs de canne à sucre dans les quatre zones ciblées par le projet ont montré que cette filière ne subissait pas les mêmes enjeux et contraintes d'une région à une autre. Dans la région de l'Ouest, les superficies en canne à sucre tendent à diminuer, remplacées progressivement par des cultures plus rentables (bananiers, manioc). Cette régression des surfaces cannières a entraîné une baisse de l'approvisionnement des usines dont le fonctionnement a progressivement chuté. Ainsi 70% des 21 unités de transformation interrogées (distillerie et/ou siroperie) fonctionnent actuellement entre 10 et 50% de leur capacité. La filière du sorgho sucré peut être une opportunité intéressante pour ces unités. Il ne s'agit pas de substituer la canne à sucre par le sorgho, mais bien de la compléter.

En effet, l'étude des calendriers culturels de ces deux plantes montre qu'il y a une bonne complémentarité entre les deux cycles de culture. Les périodes traditionnelles de récolte du sorgho grain se situent de novembre à janvier selon les régions et saisons pluvieuses, que les variétés de sorgho soient photopériodiques ou non. A cette même période, démarre la saison cannière (figure 1). Pourtant les premières enquêtes ont montré qu'à cette période (novembre-décembre), correspondant à la fin de la deuxième saison des pluies, la teneur en sucre de la canne à sucre n'est pas maximale (environ 16% °Brix). Le °Brix, évalué à l'aide d'un réfractomètre et exprimé en %, permet d'estimer la concentration en sucres solubles présents dans les jus (Attention toutefois, la mesure peut être surestimée par la concentration en solides solubles ; impuretés présents dans le jus, par exemple). Mais la forte demande nationale en rhum pour les fêtes de fin d'années incite les distilleries à redémarrer à cette époque afin de satisfaire le marché.

Le sorgho sucré, qui suit le même calendrier culturel que le sorgho grain, permettrait de compléter la canne à sucre en début de saison « cannière » (novembre-décembre) lorsque celle-ci n'a pas encore accumulée le maximum de sucre dans sa canne. Cela apporterait un double bénéfice pour les distilleries qui augmenteraient leur production de matière première et optimiseraient leur rentabilité avec des rendements en sucre maximum.

Par ailleurs, le sorgho est plutôt cultivé sur des plaines sèches contrairement à la canne à sucre qui demande des plaines irriguées ou des vallées relativement humides. Il est donc possible de disposer à proximité des périmètres canniers de terres inutilisables pour la canne à sucre.

4.2 Sélection de variétés prometteuses

Depuis le début des années quatre-vingt, un certain nombre de variétés améliorées de sorgho non photopériodiques a été introduit par d'autres programmes avec plus ou moins de succès. On peut mentionner la variété M 50009 dans le début des années 80, et plus récemment les variétés RCV, Sureño (Centa S3) et Soberano. Sureño est bien implantée dans l'Ouest et les Nippes, RCV et Soberano dans la région Centre et M50009 dans le haut Artibonite. Toutefois, des variétés traditionnelles photopériodiques sont encore très présentes. Nous avons découvert à travers nos essais que la variété Sureño était sucrée avec un Brix de 16 et une jutosité moyenne. Le caractère sucré de cette variété était jusqu'à présent méconnu en Haïti.

Les résultats d'enquêtes auprès des 84 producteurs de sorgho nous ont amené à définir les principaux critères d'acceptation pour l'adoption de nouvelles variétés de sorgho qui sont : (i) le rendement en grain, (ii) la dureté des grains (un grain trop farineux ne permet pas un bon décorticage), (iii) la couleur crème (habituellement consommée dans l'alimentation humaine), et (iv) la tolérance à la sécheresse.

Nos premières séries d'essais réalisées en 2011 en parcelles expérimentales nous ont permis de sélectionner une vingtaine de variétés de sorgho sucré, adaptées à l'environnement pédoclimatique haïtien, répondant aux critères d'acceptabilité de la qualité des grains pour la consommation humaine et présentant des caractéristiques et rendements intéressants pour notre objectif de triple usage.

Des études plus poussées ont été réalisées sur quatre variétés. Voici les différents résultats que nous avons obtenus sur les deux variétés les plus performantes en essais industriels : IS 23572, d'origine éthiopienne et ICSV 25266, d'origine indienne.

4.2.1 Taux de sucre

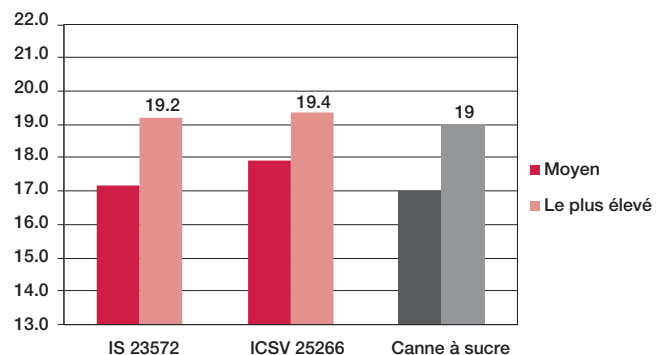


Figure 2. Taux de sucre (°Brix) de deux variétés sélectionnées de sorgho sucré (IS 23572 et ICSV 25266) comparés à ceux de la canne à sucre en Haïti

Résultats obtenus aux mois de juillet et d'août 2012.

Le taux de Brix des deux variétés sélectionnées peut atteindre des niveaux supérieurs à ceux obtenus en moyenne pour la canne à sucre (à la période considérée) (figure 2). Toutefois, les tests en laboratoire nous ont montré que 1 à 1,5 Brix

contenus dans le jus de sorgho ne pouvait être fermenté (impuretés).

4.2.2 Rendement en tiges fraîches

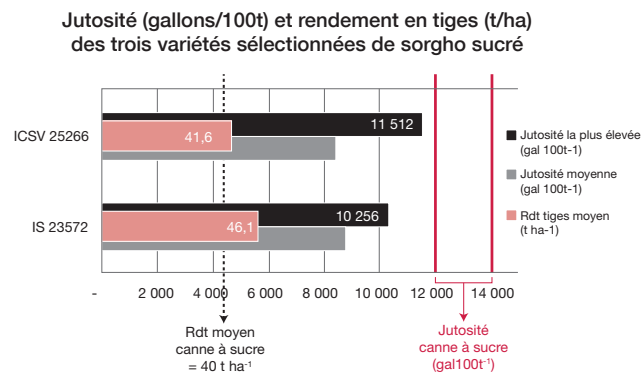


Figure 3. Rendements en tiges (tha-1) et jutosité (gal 100t-1) de deux variétés sélectionnées de sorgho sucré (IS 23572 et ICSV 25266) comparés à ceux de la canne à sucre en Haïti

Résultats obtenus en parcelles expérimentales - randomisées avec 3 répétitions - moyenne des récoltes étalées sur 56 jours après maturité des grains.

Le rendement en tiges fraîches (en tonnes par hectare) est important à considérer puisque les distilleries achètent généralement cette matière première à la tonne. Les variétés de sorgho sucré ont été semées avec la même densité de semis (0,25 * 0,70 cm), indépendamment de leur capacité à taller.

En Haïti, le rendement moyen en tiges fraîches de canne à sucre est de l'ordre de 40 tonnes par hectare. Nos premiers résultats nous indiquent des rendements moyens supérieurs pour nos deux variétés de sorgho sucré, de 41,6 tha-1 pour ICSV 25266 et 46,1 tha-1 pour IS 23572 (figure 3).

De nouvelles pistes d'expérimentations peuvent être explorées afin de déterminer et d'optimiser les densités de semis pour un rendement maximal. Il serait intéressant pour des variétés qui ne produisent qu'une seule tige par poquet, de les tester avec des densités de semis plus élevées.

4.2.3 Jutosité des tiges

La jutosité de la canne à sucre, obtenus dans notre distillerie partenaire Agriterra SA à l'échelle industrielle, se situent entre 12 000 et 14 000 gallons pour 100 tonnes de cannes. L'analyse industrielle nous a permis de calibrer le taux d'extraction obtenu avec notre petit moulin portable que l'on utilise sur nos sites expérimentaux.

L'analyse des résultats nous montrent que la jutosité des tiges de sorgho sucré, pour ces deux variétés sélectionnées IS 23572 et ICSV 25266, est légèrement inférieure à celle de la canne à sucre, mais reste très satisfaisante avec des valeurs pouvant atteindre respectivement 10 256 et 11 512 gallons pour 100 tonnes de tiges (figure 3).

4.2.4 Rendement en sucre

Le rendement sucre ou alcool est fonction du rendement en tiges, de la jutosité des tiges, du Brix et de la pureté en sucres

solubles dans le jus. Il est pour les variétés testées en tout point comparable à celui de la canne à sucre, avec certes une jutosité inférieure pour le sorgho sucré mais contrebalancée par un rendement en tiges par hectare supérieur.

Ces premiers résultats en parcelles expérimentales nous confirment que le sorgho sucré a des résultats comparables à ceux de la canne à sucre en Haïti. Des essais en milieu paysan sont actuellement en cours afin de pouvoir comparer ces chiffres à ceux obtenus dans les conditions « réelles » de culture du sorgho.

4.3 Fenêtre de récolte du sorgho sucré

Contrairement à la canne à sucre dont le cycle est long (12 à 16 mois), et dont la fenêtre optimale de récolte s'étale en Haïti sur environ 6 mois, le sorgho sucré est une céréale dont le cycle est beaucoup plus court (3 à 4,5 mois généralement).

Il est important de déterminer quelle est la fenêtre optimale pour la récolte des grains et des tiges. Cette question est importante pour les paysans qui souhaitent avoir une fenêtre assez longue pour récolter d'abord les grains, puis les tiges qui doivent être coupées et emportées à l'usine. Elle est également fondamentale pour les distilleries qui devront usiner la totalité des tiges de sorgho sucré durant une période relativement courte. En effet, les paysans s'arrangent pour semer leur sorgho de manière à ce que toutes les parcelles arrivent à maturité en même temps, afin de minimiser l'impact des oiseaux sur leur rendement.

Pour identifier cette fenêtre de récolte pour les meilleures variétés déjà sélectionnées, nous avons suivie l'évolution de la teneur en sucre dans la tige après maturité des grains. Pour cela, différents couples récolte des panicules/récolte des tiges ont été choisis :

- Récolte des panicules : 0, 14, 28 jours après maturité des grains
- Récolte des tiges : 0, 7, 14, 21, 28 jours après récolte des panicules

Au total, quinze combinaisons ont donc été suivies et analysées sur une période allant jusqu'à 56 jours après maturité des grains, en randomisation avec trois répétitions.

Sur l'ensemble des quatre variétés testées, nous avons observé les faits suivants :

1. La date de récolte des panicules après maturité des grains est non significative pour expliquer la teneur en sucre et la jutosité des tiges. Le paysan peut donc récolter ses panicules au moment qui lui convient le mieux entre la maturité des grains et la récolte des tiges.

Seul l'intervalle de temps séparant la maturité des grains de la récolte des tiges est à prendre en considération, pour un rendement maximal en sucres.

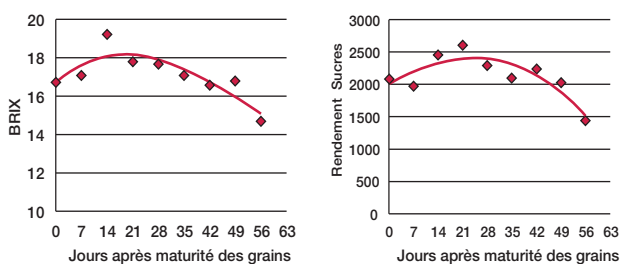
2. La figure 4, ci-après, donne les résultats obtenus dans le cas de la variété IS 23572.

Nous constatons que le Brix atteint un pic aux alentours de 14 jours après maturité des grains et reste relativement élevé

($17,8 \pm 1,08$) jusqu'à 28 jours après maturité (figure 4a). La période optimale pour le rendement en sucre est comprise entre 14 et 28 jours après maturité, avec un rendement calculé de $2,4 \pm 0,46$ tonnes de sucres par hectare (figure 4b).

Nous pouvons ainsi définir pour cette variété une fenêtre optimale de récolte d'environ 15 jours, comprise entre 14 et 28 jours après maturité des grains. Elle peut être étendue jusqu'à 45 jours si besoin ; toutefois, au-delà nous constatons une chute importante du Brix et du rendement sucre.

Les trois autres variétés testées ont un comportement qui diffère légèrement. Néanmoins, nous pouvons définir une fenêtre de récolte optimale des tiges située en moyenne entre 7 et 40 jours après maturité des grains, avec un maximum aux alentours du 15ème – 20ème jour. Le paysan dispose donc d'une fenêtre de 40 jours pour récolter ses grains et d'environ 30 jours pour couper ses tiges.



Figures 4 a et b. Evolution du Brix (en %, à gauche) et du rendement en sucre (en tha-1, à droite) en fonction de la période de récolte des tiges après maturité des grains pour la variété IS 23572 (période exprimée en jours)

4.4 Pas de modification majeure pour l'usinage

Les premiers essais industriels réalisés avec notre partenaire Agriterra nous ont permis de confirmer que l'ensemble du processus de broyage et d'usinage des tiges de sorgho est semblable à celui de la canne à sucre et ne demande pas d'importantes modifications techniques. Le seul réglage qui pourrait être apporté concerne la taille et l'écartement des dents des rouleaux et l'écartement entre les rouleaux du moulin. Les tiges de sorgho, étant plus fines et plus molles que celles de la canne à sucre, des dents plus petites et plus serrées permettraient de maximiser l'extraction de jus. La bagasse de sorgho à l'issue du moulinage des tiges est déchiquée plus finement que celle de la canne à sucre. D'après les premiers essais réalisés par le groupe Bunge au Brésil (Etat de Sao Paulo), son pouvoir calorifique est équivalent à celui de la bagasse de canne à sucre. Elle peut donc être utilisée comme combustible pour les chaudières de la distillerie. L'excès de bagasse de sorgho peut aussi être valorisé pour l'alimentation des animaux d'élevage.

4.5 Revenu additionnel pour les paysans

Le critère déterminant de l'adoption d'une nouvelle variété réside dans la valeur ajoutée qu'elle peut apporter. D'après les enquêtes menées auprès des 84 producteurs de sorgho répartis entre le département de l'Ouest et celui de

l'Artibonite, les grains de sorgho (avant qu'ils soient broyés) se vendent approximativement 25 gourdes par marmite de 2,4 kg, soit environ 10,42 gourdes le kilo. Cette valeur correspond au prix de vente actuel du sorgho sur le marché international. De fortes variations des prix peuvent néanmoins s'observer sur le territoire national selon les périodes de l'année (prix plus élevés au moment des semis) et les régions (plus élevés à Léogâne). En considérant le rendement moyen du sorgho grain en Haïti, qui est d'environ 0,87 tha-1 (FAOSTAT, 2010), le revenu moyen que dégagent les producteurs par la vente de sorgho est d'environ 9 065 gourdes par hectare. Ce revenu ne prend pas en compte le coût des intrants (semence, engrais, insecticide...).

Dans le cas du sorgho sucré, le paysan continuera à produire des grains et dans un même temps des tiges sucrées. Plusieurs études ont démontré qu'il existe une faible corrélation négative entre la production de grains et l'accumulation de glucides dans les tiges (Murray et al., 2008). Le rendement en grains obtenu sur les meilleures variétés sucrées testées est à peine inférieur à celui de l'une des meilleures variétés améliorées introduites en Haïti. Des essais multi locaux sont en cours pour valider ce résultat en conditions d'agriculture paysanne. Les rendements moyens en tiges fraîches des sorghos sucrés obtenus en monoculture en parcelles expérimentales oscillent entre 32 et 46 tonnes par hectare. La tonne de canne à sucre étant achetée 750 gourdes, dans le cas du sorgho sucré, on peut estimer que le prix d'achat sera légèrement inférieur et proche de 650 gourdes la tonne de tiges.

Deux scénarios peuvent être imaginés :

- Sorgho sucré cultivé en association (80% des parcelles de sorghos sont cultivées en association en Haïti), avec un rendement moyen en grains de 0,8 tha-1 et un rendement en tiges de 20 tha-1.
- Sorgho sucré en monoculture, avec des rendements supérieurs de : 1,2 t ha-1 de grains et 35 tha-1 de tiges.

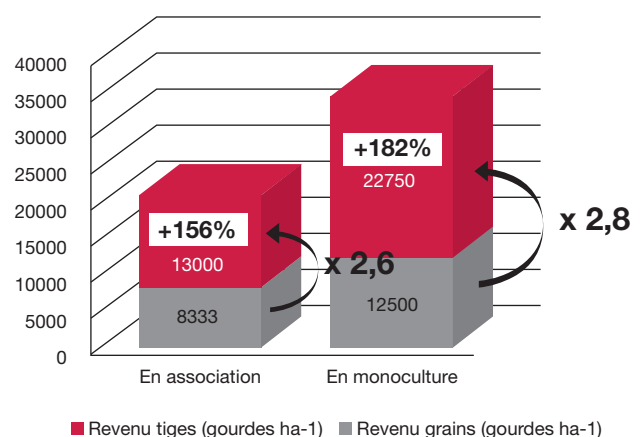


Figure 5. Revenus supplémentaires (en gourdes haïtien par hectare) dégagés par les paysans grâce à la récolte des tiges de sorgho sucré, par l'analyse de deux scénarios en monoculture et en association

1 \$US = 42 gourdes (octobre 2012)

En considérant ces deux scénarios relativement bas,

le paysan peut dégager de 13 000 à 22 750 gourdes supplémentaires par hectare grâce à cette valorisation additionnelle (soit environ 300 à 550\$US). Le sorgho sucré lui permet au minimum de doubler ses revenus (multiplier par 2,6 en association et par 2,8 en monoculture) (figure 5).

4.6 Transformation du jus et opportunité de marché pour les distilleries

Diverses finalités peuvent être imaginées à partir du jus extrait des tiges de sorgho : sirop, alcool à brûler ou gel d'alcool pour les réchauds, mais également boissons.

Tableau 1. Détermination d'un prix compétitif de l'éthanolcombustible en comparaison avec le charbon de bois (Visser P., Frederiks B. et Diop D., 2006 ; ESMAP 2007)

	Unité	MJ unité-1	Efficacité énergétique	MJ effectif/ unité	Gourdes unité-1	Gdes/MJ effectif
Charbon de bois	kg	27	20%	5,4	28,1	5,20
Ethanol (95%)	L	20,2	55%	11,11	57,81	5,20

Une marmite de charbon de bois = 890 g et coûte 25 gourdes.

Les réchauds à alcool ont une efficacité énergétique plus que deux fois supérieure aux réchauds traditionnels à charbon de bois. Le réchaud Dometic, actuellement testé en Haïti, a un rendement énergétique particulièrement performant de 55%.

La comparaison de ces deux énergies combustibles nous indique que, pour un même prix du mégajoule effectif (fixé par rapport au prix actuel du charbon de bois), l'éthanol à 95%, comme combustible, devrait se vendre au maximum à 58 gourdes le litre pour rester compétitif. Or, le clairin 22 (correspondant à environ 59% volume d'alcool, échelle Gay-Lussac) se vend actuellement entre 29 et 75 gourdes le litre (selon la période et les régions), pour un rendement qui plus est supérieur (1 litre d'alcool à 95% équivaut environ à 1,63 litres à 59%). Les opportunités de marché pour les distilleries montrent donc, qu'à l'heure actuelle, il est bien plus rentable de vendre du clairin que de l'alcool à brûler.

Nous sommes actuellement en train de réaliser des études sur la possibilité de fabriquer du gel d'alcool et sur sa potentialité sur le marché, soit en remplacement du bois gras comme allumage, soit pour des réchauds à gel fuel.

4.8 Sirop

La réalisation de sirop à partir des variétés sélectionnées donne un sirop acceptable pour la fabrication indirecte de clairin (petit clairin) de même que pour un usage alimentaire.

5. Défis pour assurer la réussite de cette nouvelle filière

1. Le respect du calendrier cultural du sorgho a une importance capitale dans l'acceptation de ces nouvelles variétés. En effet, l'un des problèmes majeurs dans la culture du sorgho, comme bon nombre de céréales, est

4.7 Alcool combustible vs alcool boisson

Les premières analyses économiques que nous avons réalisées montrent que l'éthanol comme combustible domestique pourra difficilement substituer le charbon de bois en raison de meilleures opportunités de marché permises par d'autres débouchés : l'alcool spiritueux, notamment.

En combinant les données sur les pouvoirs calorifiques calculées par l'UEMOA en 2006 avec les prix de vente actuels du charbon de bois à Port au Prince, nous arrivons aux données suivantes :

l'attaque des oiseaux. Des solutions simples permettent de contrer ce fléau ou du moins d'en diminuer les effets : éviter les parcelles isolées, semer l'ensemble des parcelles de manière à faire coïncider les périodes de floraison et de maturité des grains.

2. Il est également indispensable d'informer les agriculteurs sur les durées de cycle de chaque variété. Les variétés non photopériodiques que nous avons présélectionnées ont des durées de cycle de trois mois et demi à quatre mois et demi. Dans la zone de Saint Michel de l'Attalaye, les variétés traditionnelles arrivent à maturité généralement au bout de six mois. Par ailleurs, il existe également des variétés photopériodiques de jours courts dont la floraison est initiée seulement lorsque la durée du jour est inférieure à 12 heures. Des essais sont actuellement en cours avec des variétés photopériodiques plus ou moins strictes.
3. Les moulins à canne et les cultivateurs devront s'accorder sur un type de contrat à mettre en place pour l'achat des tiges de sorgho. La logistique de transport des tiges est également un point important à considérer puisque les tiges ne doivent pas attendre plus de deux jours entre la coupe et l'usinage (risque de dégradation et de fermentations non désirées). Les moyens dévolus pour le transport de la canne à sucre peuvent également être mis en œuvre pour le sorgho sucré.

6. Conclusion

Les premiers résultats issus des essais en parcelles expérimentales sont très prometteurs et nous confortent dans l'idée que le sorgho sucré peut devenir une filière innovante, créatrice de nouvelles sources de revenus pour le secteur rural. Ces multi-usages répondent bien aux divers enjeux de l'agriculture et permettent d'augmenter la production agricole et les revenus des paysans ainsi que des propriétaires de

distilleries et siroperies, tout en promouvant l'entreprenariat agricole en milieu rural.

Nous attendons avec impatience les retours d'expériences en milieu paysan afin de déterminer les réels potentiels de cette nouvelle filière. D'ores et déjà, le sorgho sucré suscite de nombreux intérêts de la part des paysans, des propriétaires de distilleries et guildiveries, et également du gouvernement et autres ONG qui voient dans cette filière une opportunité de création de richesse et d'emplois.

Références Bibliographiques

- CNSA (2012), *Rapport final campagne de printemps sept 2012*
- Erdei L and Taleisnik E. (1993) *Changes in water relation parameters under osmotic and salt stresses in maize and sorghum. Physiologia Plantarum*, 89 : 381–387.
- ESMAP (Avril 2007), *Stratégie pour l'allègement de la pression sur les ressources ligneuses nationales par la demande en combustibles.*
- FAOSTAT (2012), Crops production, <http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>.
- Fazaeli H, Golmohammadi A, Almodares A, Mosharraf S, Shoaie AA. (2006), *Comparing the Performance of Sorghum Silage with Maize Silage in Feedlot Calves.* Pakistan Journal of Biological Sciences, 9 (13) : p. 2450-2455.
- Murray, S.C., Sharma, A., Rooney, W.L., Klein, P.E., Mullet, J.E., Mitchell, S.E., and Kresovich, S. (2008). Genetic Improvement of Sorghum as a Biofuel Feedstock: I. QTL for Stem Sugar and Grain Nonstructural Carbohydrates. *Crop Science* 48: 2165-2179.
- Pandey RK, Maranville JW, Bako, Y. (2001), *Nitrogen fertilizer response and use efficiency for three cereal crops in Niger.* Communications in soil science and plant analysis, 32 (9/10) : p. 1465-1482.
- Patzek, T.W. and D. Pimentel (2005), *Thermodynamics of Energy Production from Biomass.* Critical Reviews in Plant Sciences, 24(5): p. 327 – 364
- Reddy, B.V.S., S. Ramesh, P.S. Reddy, B. Ramaiah, P.M. Salimath, and K. Rajashekar (2005), *Sweet sorghum - a potential alternate raw material for bio-ethanol and bio-energy.* International Sorghum and Millets Newsletter, 46: p. 79- 86.
- Reddy, B.V.S. (2007), *Sweet sorghum: a water saving bio-energy crop.* <http://www.icrisat.org/Biopower>.
- Visser P., Frederiks B. et Diop D. (sept 2006), *Etude sur le développement de la filière «éthanol / gel fuel» comme énergie de cuisson dans l'espace «UEMOA», Rapport provisoire.*
- Wu, L. and R.G. Birch (2007), *Doubled sugar content in sugarcane plants modified to produce a sucrose isomer.* Plant Biotechnology Journal, 5(1): p. 109-117.

Abréviations

- CIRAD: Centre International de Recherche Agronomique pour le Développement
- CRS: Catholic Relief Services
- FAO: Food and Agricultural Organization
- MARNDR: Ministère de l'Agriculture des Ressources Naturelles et du Développement Rural
- ONG: Organisation Non Gouvernementale
- ORE: Organisation pour la Réhabilitation de l'Environnement
- S3F: Sorgho 3F: Food Fuel Feed
- t: Tonne
- ha: Hectare
- gal: Gallon
- MJ : MégaJoule

Définitions

- Guildiverie : Nom vernaculaire donné aux usines artisanales fabriquant le rhum à partir de la canne à sucre
- Clairin 22 : Appellation créole du rhum à 22 degrés Cartier (=59 degrés Gay-Lussac)