



HAL
open science

De l'innovation à l'adoption de nouvelles pratiques dans la filière banane

Jean-Marc Blazy

► **To cite this version:**

Jean-Marc Blazy. De l'innovation à l'adoption de nouvelles pratiques dans la filière banane. Innovations Agronomiques, 2011, 16, pp.25-37. 10.17180/68q1-sm65 . hal-02642881

HAL Id: hal-02642881

<https://hal.inrae.fr/hal-02642881v1>

Submitted on 28 May 2020

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - NonCommercial - NoDerivatives 4.0 International License

De l'innovation à l'adoption de nouvelles pratiques dans la filière banane

Blazy J.-M.

INRA, UR1321 ASTRO Agrosystèmes tropicaux, F-97170 Petit-Bourg (Guadeloupe), France

Correspondance : jean-marc.blazy@antilles.inra.fr

Résumé

En Guadeloupe et en Martinique, la production bananière doit relever le défi de mieux conjuguer performances économiques et environnementales. Alors que différentes innovations agro-écologiques sont en cours de développement, nous avons évalué un panel d'innovations et leurs conditions d'adoption dans différents types d'exploitation. Les enquêtes de terrain et les simulations réalisées montrent que les petites exploitations familiales de plaine devraient s'orienter vers l'introduction d'une culture d'ananas ou de la plante de service *Brachiaria decumbens*. Néanmoins certains freins liés aux faibles surfaces couplées à des contraintes de trésorerie peuvent limiter les adoptions. Pour lever ces contraintes, nous proposons la mise en place de dispositifs de soutien économique à la conversion. D'une manière générale les systèmes innovants étudiés amènent à une substitution des pesticides par du travail. Dans le cas des cultures associées cette substitution se fait généralement au détriment du revenu des planteurs. En zone de montagne, les pratiques de jachère spontanée et d'implantation de cultures intercalaires comme *Canavalia ensiformis* ou *Impatiens sp* semblent les plus indiquées. Pour les grandes exploitations, dont les performances économiques et environnementales sont déjà relativement élevées, le système de culture à base de *Brachiaria decumbens* semble le plus prometteur.

Mots-clés : innovation, agro-écologie, évaluation, typologie d'exploitation, consentement à l'adoption, Antilles.

Abstract: Innovation and adoption of new practices in the banana sector.

In Guadeloupe and Martinique, banana production is challenged to better combine economic and environmental performance. While different agro-ecological innovations are being developed, we evaluated a range of innovations and their conditions of adoption in different types of farm. Field surveys and simulations show that small family farms should rotate bananas fields with a culture of pineapple or a service crop like *Brachiaria decumbens*. Nevertheless, some obstacles related to small areas coupled with liquidity constraints may limit adoptions. To overcome these constraints, we propose the introduction of economic measures to support conversion. Generally, innovative systems studied lead to a substitution of pesticide use by more work. In the case of intercropping techniques, this substitution generally reduces income of farmers. In mountain areas, spontaneous fallow practices and implementation of intercropping with legume *Canavalia ensiformis* or *Impatiens sp* seem most appropriate. For large farms, whose economic and environmental performance are already relatively high, the cropping system based on the use of *Brachiaria decumbens* in fallow and then in intercropping seems the most promising option.

Keywords: innovation, agro-ecology, assessment, farm typology, willingness to adopt, French West Indies.

Introduction : des innovations nécessaires, mais pas toujours adoptées...

Aux Antilles françaises, la filière de production de banane pour l'export joue un rôle clé dans l'économie de ces petits territoires insulaires. Cette filière structurée fait en effet vivre 700 exploitations agricoles occupant une surface de 10 500 ha pour une production agricole finale de 260 000 tonnes de banane et 160 millions € de chiffre d'affaire. Dans un contexte où le taux de chômage est élevé, la filière banane fournit un travail constant à 6000 personnes (UGPBAN, 2011).

La production bananière doit néanmoins relever le défi de mieux conjuguer performances économiques et environnementales. Pour faire face à la libéralisation du marché, les planteurs se sont tournés vers des pratiques intensives qui ont eu pour conséquence le développement parasitaire. En monoculture bananière, le nématode endophytoparasite *Radopholus similis* et le charançon *Cosmopolites sordidus* sont en effet responsables d'importantes pertes de production. Le développement de ces parasites provoque une fragilisation du système racinaire du bananier qui ne peut plus assurer correctement les fonctions de nutrition hydrominérale et d'ancrage mécanique du bananier dans le sol. Les pratiques intensives et la monoculture ont ainsi eu pour conséquence d'une part une baisse de la fertilité physique, biologique et chimique des sols, et d'autre part une contamination par les pesticides des écosystèmes terrestres et marins (Bonan et Prime., 2001 ; Clermont Dauphin et al., 2004 ; Bocquene et Franco, 2005 ; Cabidoche et al., 2009).

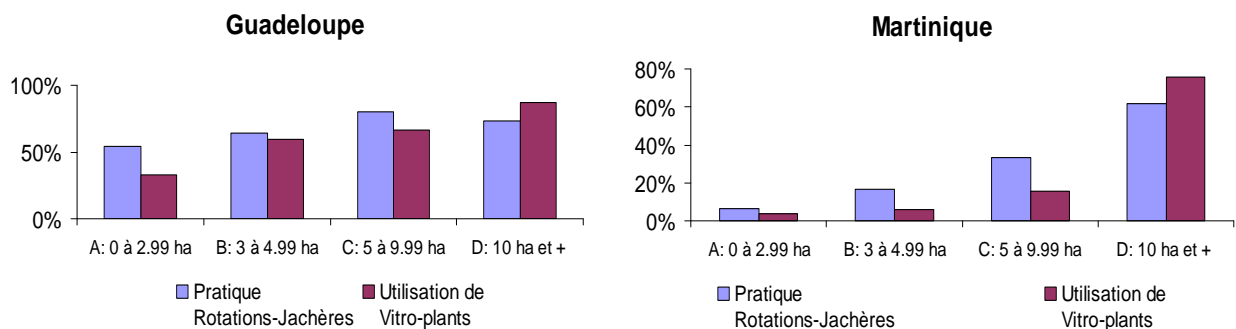


Figure 1 : Taux d'adoption des pratiques de gestion intégrée du parasitisme tellurique. (Source : enquête INRA 2008).

Pour améliorer la durabilité de la filière, des techniques alternatives d'assainissement et de restauration de la fertilité ont été mises au point depuis le début des années 1990. Ainsi, différents travaux ont montré l'intérêt d'introduire des rotations de culture dans les systèmes bananiers, notamment pour maîtriser le parasitisme et ainsi pouvoir réduire l'utilisation de pesticides (Clermont-Dauphin et al., 2004 ; Chabrier et Quénéhervé, 2003 ; Ternisien et Ganry, 1990). Malgré la mise en place de dispositifs de soutien à l'adoption des jachères, les niveaux d'adoption actuels apparaissent contrastés selon les types d'exploitation (Figure 1). Une différence du même ordre existe quant à l'utilisation de vitro-plants, autre innovation susceptible d'améliorer l'état sanitaire des plantations. Ce constat montre que face aux innovations agronomiques, tous les agriculteurs ne sont pas égaux. Ceux-ci peuvent en effet se trouver dans des conditions d'exploitation considérablement différentes tant d'un point de vue biophysique que socio-économique (Blazy et al., 2009a). N'ayant pas les mêmes contraintes et les mêmes objectifs, les planteurs ont ainsi différents intérêts et marges de manœuvre pour innover.

Alors que la filière banane s'est résolument engagée dans une démarche de renforcement de sa durabilité, en particuliers à travers le développement d'innovations agro-écologiques comme le recours aux plantes de service et l'innovation variétale, il apparaît nécessaire de s'interroger sur les conditions d'adoption de ces innovations. Les résultats présentés dans cet article ont pour but de répondre à cette préoccupation en évaluant 1) la diversité des exploitations bananières, 2) les impacts potentiels de l'adoption des innovations et 3) les freins et facteurs d'adoption par les agriculteurs.

Méthode : quelles innovations pour quels types de planteurs?

La Figure 2 présente les différentes étapes de la démarche que nous avons adoptée. La finalité de la démarche est d'identifier les profils d'innovations agronomiques qui répondront le mieux aux besoins et aux attentes des différents types d'agriculteurs. Pour ce faire, notre démarche se base sur des allers-retours entre enquêtes de terrain et utilisation de modèles agronomiques et économiques.

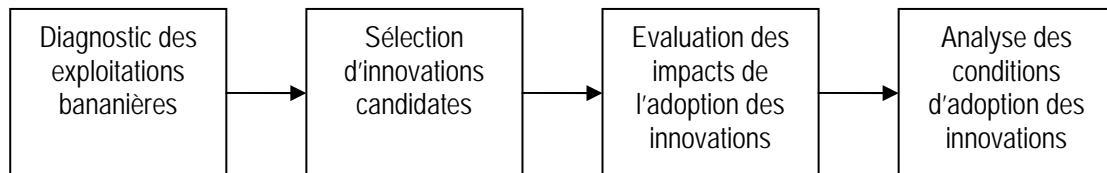


Figure 2 : Démarche employée pour identifier les innovations ayant les meilleures chances d'adoption.

Diagnostic de la diversité des exploitations

La première étape consiste en un diagnostic basé sur une enquête approfondie visant à caractériser i) l'ossature technique des systèmes de culture bananiers actuellement pratiqués, ii) les performances agronomiques, économiques et environnementales associées et iii) le contexte biophysique et socio-économique de l'exploitation. Dans un processus de conception et d'évaluation d'innovations, une telle caractérisation de la diversité est nécessaire pour deux raisons. D'une part, elle servira à mieux orienter le choix de systèmes innovants cohérents avec les problèmes et situations particulières de chaque type d'exploitation. D'autre part, elle permettra de renseigner les paramètres techniques, pédoclimatiques et économiques de description des exploitations qui seront utilisés au cours de la deuxième étape de la méthode pour l'évaluation des systèmes par modélisation.

Une gamme d'innovations pour une agriculture plus écologique

En alternative au contrôle chimique de la pression parasitaire et de la fertilité, plusieurs types d'innovations agro-écologiques sont actuellement explorés par les organismes de recherche et l'institut technique tropical (voir Figure 3).

Parmi ces options, les plantes de service constituent une voie prometteuse (Blazy et al., 2009a ; Tixier et al., 2011 ; Dorel et al., 2011). Il s'agit de plantes cultivées dans le cadre de rotations de cultures ou d'associations culturales dans le but d'apporter différents services au sol et au bananier tels que la régulation biologique des populations de parasites et la restauration de la fertilité. En rotation de culture ou sous la forme de jachère assainissante, une plante de service a pour but de casser le cycle de développement des parasites du bananier. Certaines plantes peuvent éventuellement apporter d'autres services complémentaires, comme la fourniture d'azote (ex : *Crotalaria spectabilis*), l'amélioration de la structure du sol (ex : *Brachiaria decumbens*), la limitation de l'érosion ou des services économiques comme la production de cultures de rentes ou fourragères (ex : ananas et *Neonotonia wightii*). En culture associée, la plante de service a pour principale fonction de limiter le développement de l'enherbement tout en n'étant pas compétitrice vis-à-vis du bananier pour les ressources hydrominérales. Les services complémentaires mentionnés ci-dessus peuvent également être fournis (ex : *Canavalia ensiformis* permet de fournir de l'azote au bananier et de recycler les éléments minéraux profonds inaccessibles au bananier).

Un autre grand type d'options actuellement en cours de développement est l'innovation variétale (Salmon et al, 2005 ; Quénéhervé et al., 2005). Les innovations introduites sont relatives à la tolérance

aux ravageurs, en particulier les cercosporioses. Ces variétés peuvent présenter des caractéristiques morphologiques et phénologiques différentes de la variété Cavendish.

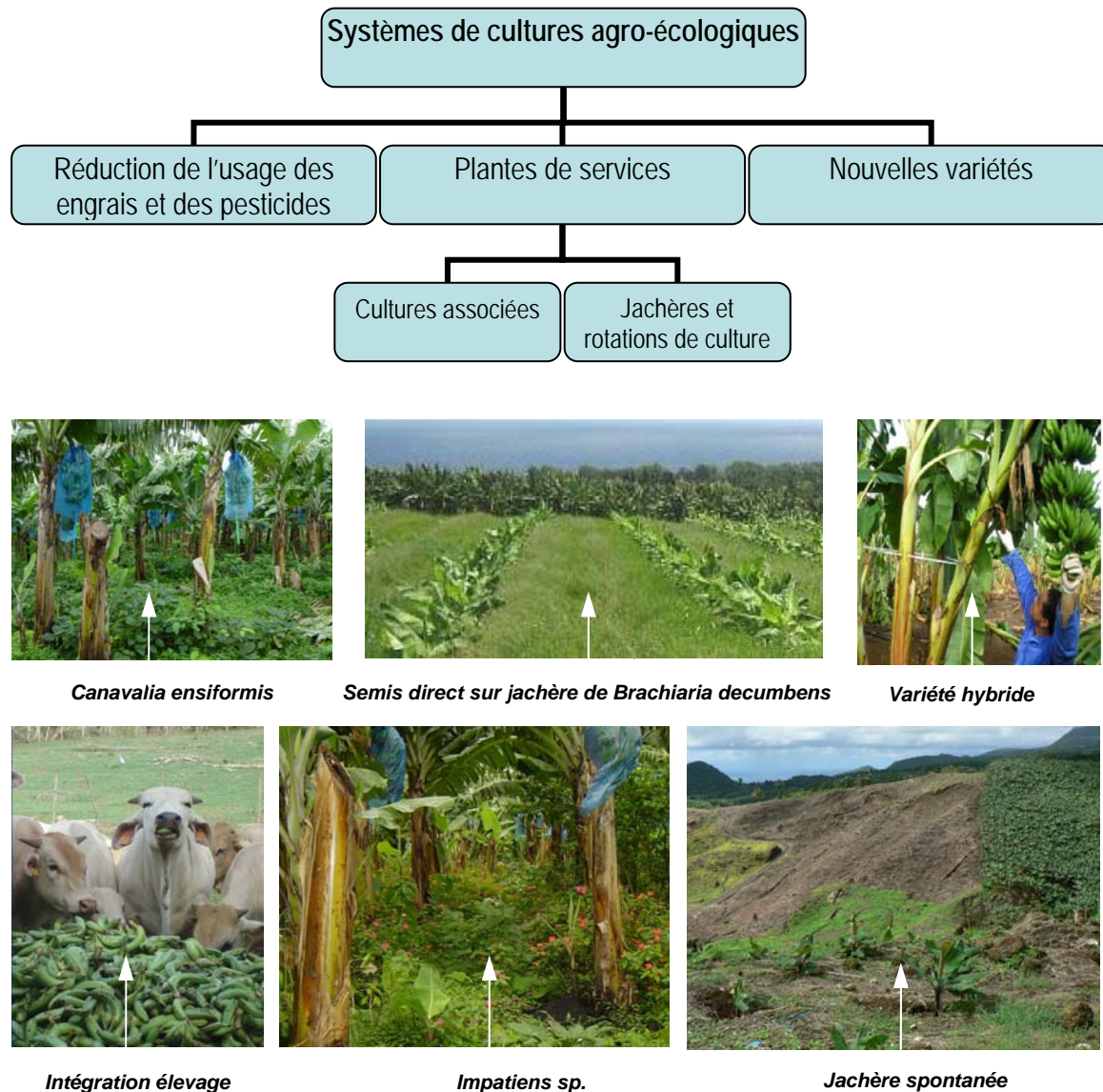


Figure 3. Les types d'innovations agro-écologiques actuellement développées et quelques exemples en image.
Crédits photos : Jean-Marc Blazy (INRA), Frédéric Salmon (CIRAD), Maurice Mahieu (INRA)

Pour chaque type d'innovation, il existe un grand nombre de déclinaisons qui sont actuellement à l'étude (IT2, 2010 ; Dorel et Tixier, 2011). Ces innovations permettent de réduire l'usage de pesticides, mais elles s'accompagnent de modifications profondes au sein des systèmes de culture et de l'exploitation. Elles nécessitent des adaptations techniques au niveau des pratiques, de l'organisation du travail et des investissements en apprentissage et en équipements spécifiques.

Aujourd'hui, ces innovations sont évaluées à travers des essais conduits dans les stations expérimentales des organismes de recherche et de l'institut technique tropical. Afin d'évaluer quels types d'innovations seraient les plus indiqués pour chaque type d'exploitation, nous proposons d'en évaluer les impacts probables et les conditions d'adoption au sein de la diversité des exploitations bananières de Martinique et de Guadeloupe.

Simulation des impacts potentiels de l'adoption des innovations

Pour évaluer les possibles conséquences agronomiques, environnementales et économiques de l'adoption des systèmes de culture innovants, pour les différents types d'exploitations, nous avons procédé par simulation. L'avantage de cette approche, en comparaison des approches uniquement expérimentales, est qu'elle permet d'évaluer rapidement et à moindre coût un grand nombre de scénarios sur une base multi-critère. En utilisant les modèles SIMBA et BANAD, nous avons ainsi pu évaluer les conséquences sur le fonctionnement et les performances de 6 types d'exploitations pour 18 prototypes de systèmes de culture combinant les options présentées ci-avant (Blazy, 2009b, 2010 ; Tixier et al., 2008). Le modèle de système de culture SIMBA permet de simuler les processus biophysiques en interaction avec la conduite technique des cultures et le modèle d'exploitation BANAD permet de quantifier les flux d'intrants et d'extrants à l'échelle de l'exploitation en simulant le processus d'adoption et de conduite de l'exploitation (assolement, conduite technique et gestion de la main d'œuvre). Les performances simulées sont relatives à la production, au niveau d'utilisation de matières actives pesticides et à leurs impacts environnementaux, aux coûts de mise en œuvre de l'innovation, au revenu net de l'agriculteur, au délai de retour sur investissement et à la charge de travail. Les sorties du modèle peuvent être calculées à un pas de temps allant de la semaine à la dizaine d'années (échelle de la transition d'un système de culture à un autre), ce qui permet de visualiser l'évolution dynamique des performances au cours de l'adoption ou bien d'analyser des sorties moyennées ou cumulées. Les modèles ont été paramétrés spécifiquement pour chaque type d'exploitation, et calibrés et évalués globalement avec des données expérimentales.

Evaluation des conditions d'adoption par les agriculteurs

Face à une innovation, les raisons de l'adoption ou non d'une innovation peuvent être multiples. Plusieurs synthèses ont été réalisées sur le sujet (Feder et Umali, 1993 ; Abadi Ghadim et Pannell, 1999 ; Marra et al., 2003). Ces études montrent que les décisions d'adoption des agriculteurs peuvent être influencées par deux types de déterminants : ceux relatifs aux caractéristiques individuelles des agriculteurs (marges de manœuvre, attitudes personnelles face au changement et au risque, accès au conseil, etc.) et ceux relatifs aux caractéristiques des innovations (traits techniques et performances associées).

Afin d'évaluer le potentiel d'adoption des innovations actuellement développées dans la filière banane aux Antilles, nous avons réalisé une enquête de terrain auprès de 607 producteurs de banane de Guadeloupe et Martinique. Dans chaque île, l'échantillonnage a été fait selon une stratification préalable de la population par zone géographique, à un taux de 80% de la population totale. L'objectif de l'enquête était d'établir un état des lieux des pratiques et d'évaluer les consentements à l'adoption des agriculteurs. Pour ce faire, nous avons évalué ex-post (c'est-à-dire a posteriori) les raisons de l'adoption ou non-adoption actuelle des pratiques de rotations et jachères et avons évalué ex-ante (c'est à dire a priori) quelles seraient les chances d'adoption de différents prototypes de systèmes de cultures innovants. La finalité de l'approche ex-ante est d'identifier les caractéristiques des innovations et des exploitations qui peuvent significativement freiner ou motiver les décisions d'adoption.

Plusieurs expériences de choix ont été soumises à chaque agriculteur. Dans ces expériences, différentes innovations sont décrites par leurs caractéristiques techniques et leurs conséquences en terme agronomique, économique et environnemental, telles qu'elles ont été évaluées par modélisation. Chaque planteur est amené à dire son consentement à l'adoption pour chacune des innovations. L'information collectée sur la variabilité des choix est ensuite utilisée pour construire un modèle économétrique d'adoption qui permet de relier les choix d'adoption aux caractéristiques des innovations et des agriculteurs. Les paramètres du modèle et leur significativité permettent d'identifier les caractéristiques qui motivent ou au contraire freinent les agriculteurs dans leurs décisions d'adoption.

Résultats

Un diagnostic divers selon les types d'exploitation

Le diagnostic établi permet de dégager trois types d'exploitation (Tableau 1). On peut distinguer d'un côté des exploitations familiales de petite taille (moyenne de 4 ha), localisées en plaine (altitude moyenne de 96 m) ou en altitude (312 m), et d'un autre côté des exploitations de plus grande taille localisées principalement en plaine et en zone de piémont (moyenne de 40 ha de surface et 133 m d'altitude). Ces dernières diffèrent des deux premières par la prévalence des pratiques de rotations culturales et d'usage de vitro-plants. Ces techniques conduisent à des niveaux de rendement plus élevé (moyenne de 36 tonnes/ha/an) comparativement aux petites exploitations familiales (26 et 20 tonnes/ha/an). Si, en Guadeloupe, 67% des agriculteurs pratiquent une période de rotation ou de jachère, le niveau d'adoption des rotations est de 28% seulement en Martinique.

Variables	Unité	Guadeloupe	Martinique	Exploitation familiale de plaine	Grande exploitation de plaine	Exploitation familiale d'altitude
		n=168	n=439	n=419	n=112	n=76
Surface	ha	8.5	11.7	4.2	39.7	4.9
Altitude	m	218	96	96	133	312
% surface mécanisable	%	57%	67%	66%	69%	43%
% utilisation vitro-plants	%	59%	24%	20%	83%	39%
% pratique rotations	%	67%	28%	29%	70%	53%
Usage de pesticides	kg/ha/an	13.2	13.0	12.8	13.1	14.6
Rendement	ton/ha/an	23.4	25.9	23.4	36.1	19.5
Main d'œuvre utilisée	h/ha/an	0.85	0.85	0.89	0.72	0.84
Revenu net	€/ha/an	3148	4616	4671	3869	2164

Tableau 1 : Typologie des exploitations bananières aux Antilles et niveaux de performances.

Les niveaux d'utilisation de pesticides varient peu entre exploitations, avec des moyennes proches de 13 kg de matière active par hectare et par an, principalement liées à l'usage d'herbicides et de fongicides. Les exploitations les plus rentables sont les grandes exploitations de plaine alors que la rentabilité est plus de deux fois inférieure en zone de montagne. Ceci peut s'expliquer par de plus faibles niveaux de rendement mais également un besoin en main d'œuvre plus important (0.84 unité de travail par hectare et par an contre 0.72 dans les grandes exploitations). Cette différence en terme d'efficacité de la main d'œuvre peut s'expliquer par la possibilité de mécanisation de certaines opérations (permise par un relief moins accidenté et une pluviométrie plus faible), un meilleur niveau d'équipement et des économies d'échelle. Les exploitations familiales de plaine présente un bon niveau de rendement malgré une productivité moyenne et un besoin en main d'œuvre élevé. Ceci peut s'expliquer par le fait que l'essentiel de la main d'œuvre de ces exploitations est constitué par la famille et l'entraide, ce qui contribue à abaisser nettement les coûts de main d'œuvre. Une analyse statistique et spatiale de ces résultats montre l'importance des pratiques de gestion des replantations dans l'élaboration des performances des exploitations (Chopin, 2011). Le diagnostic établi montre que la rentabilité économique est fortement dépendante de la productivité agronomique du système de culture, qui elle-même est fortement liée aux pratiques de gestion du parasitisme tellurique : jachère, destruction de la bananeraie par piqûre chimique et utilisation de vitro-plants. De même, les pratiques d'effeuillage régulier et d'haubanage systématique apparaissent déterminantes dans l'élaboration du rendement.

Performances et conditions d'adoption des innovations

Rotations culturales à base de plantes de services

Les résultats obtenus par simulation de l'adoption des plantes de service en rotation confirment les observations de terrain : les systèmes de culture incluant une rotation assainissante conduisent à de meilleurs rendements agronomiques. Ces augmentations de productivité sont particulièrement importantes pour les exploitations familiales de plaine, puisque d'après nos simulations, l'introduction de culture de rotations dans ces exploitations permettrait d'augmenter les rendements actuels de 8 à 15 tonnes/ha/an (Blazy et al., 2009b). Le gain en productivité est essentiellement fonction de la longueur de la rotation et de l'effet de la rotation sur la fertilité chimique. Ainsi, parmi les plantes que nous avons testées, les meilleurs gains de rendement seraient obtenus à la suite d'une jachère assainissante avec la plante de service *Crotalaria juncea*.

A l'échelle de l'exploitation, il est intéressant de noter que cette augmentation des rendements agronomiques permet de considérablement augmenter le niveau de la production, et ce, malgré une moindre surface productive (voir Figure 4a). Néanmoins, le passage d'une monoculture à un système de culture avec rotation, même s'il conduit finalement à de meilleurs niveaux de revenus, va se traduire par une baisse du revenu les premières années après adoption (voir Figure 4b). On constate en effet une baisse transitoire après changement de système de culture. Cette baisse du revenu à l'échelle de l'exploitation, peut durer jusqu'à 2.5 années, et peut être problématique pour de petites exploitations dont le revenu dépend essentiellement de la banane. Cette impossibilité de supporter une baisse transitoire du revenu peut être un des facteurs d'explication du faible taux d'adoption des rotations dans les plus petites exploitations. Il est à noter que la rotation avec ananas, permet de réduire la durée de la période transitoire ou le revenu baisse de 2.5 à 1.5 années, ce qui s'explique par la vente des produits de la rotation.

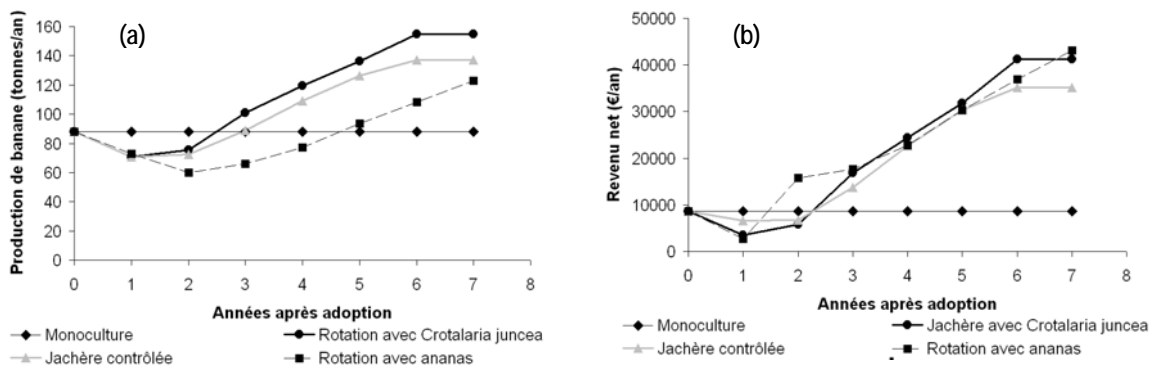


Figure 4. Simulations de l'évolution de la productivité (a) et des flux de trésorerie (b) des petites exploitations familiales de plaine (4.2 ha) consécutivement à l'adoption de différents types de rotations assainissantes.

Blazy et al. (2011a) ont analysé les déterminants de l'adoption des rotations. Cette analyse confirme que la spécialisation dans la banane et l'impossibilité de supporter une baisse transitoire du revenu étaient des facteurs de non adoption des rotations.

En Guadeloupe, les principaux facteurs d'adoption sont relatifs au fait d'être bien informé sur la pratique de rotations. La possibilité de récolter et d'emballer la banane une fois par semaine, traduisant un seuil minimum de production, influence également positivement l'adoption. Pour les exploitants n'atteignant pas ce seuil de production, par manque de surface ou par suite de rendements trop bas, l'adoption de la pratique de rotation peut être perçue comme contraignante car elle diminuerait - du moins transitoirement - la production globale de l'exploitation par réduction des surfaces en banane productive, et par voie de conséquence l'optimisation des frais post-récolte. La spécialisation dans la banane (qui traduit le fait que

la plupart des terres de l'exploitation sont allouées à cette culture) est également un frein à l'adoption : les planteurs spécialisés dépendraient fortement de la production de banane, auraient a priori moins d'expérience sur la pratique d'autres cultures et souhaiteraient optimiser l'usage d'un appareil de production avant tout profilé pour la banane. Des contraintes de trésorerie peuvent freiner l'adoption des rotations.

En Martinique, les principaux freins à l'adoption sont relatifs aux caractéristiques du parcellaire des exploitations. En effet, l'exiguïté des surfaces et l'impossibilité de mécaniser les parcelles sont des freins à l'adoption très significatifs. Ces freins avaient été identifiés par Bonin et Cattan en Guadeloupe (2006). Un autre type de frein à l'adoption est relatif à l'information et à l'expérience antérieure en matière de rotations culturales.

Type de rotation	Guadeloupe	Martinique	Exploitation familiale de plaine	Grande exploitation de plaine	Exploitation familiale d'altitude
Ananas	53%	16%	25%	21%	37%
<i>Crotalaria juncea</i>	40%	38%	37%	44%	39%
<i>Brachiaria decumbens</i>	57%	50%	48%	63%	57%
Jachère contrôlée	60%	48%	50%	54%	57%

Tableau 2. Consentement à l'adoption de différents types de rotations culturales avec plantes de service au sein des systèmes de culture bananiers.

Le Tableau 2 montre qu'avec des niveaux compris entre 40 et 60%, le consentement des planteurs à adopter les plantes de service est moyen. Seul l'ananas en Martinique, avec un niveau de consentement de seulement 16%, semble peu prometteur en l'état. Ceci peut s'expliquer par le fait que dans cette île, la filière ananas a subi une crise économique par manque de débouché industriel. En Guadeloupe, où la filière ananas s'est orientée vers une vente en produit frais sur des circuits courts, cette culture recevrait un bien meilleur accueil. C'est ainsi que pour les petites exploitations familiales de plaine de Guadeloupe, l'ananas est la plante de service qui présente le meilleur potentiel avec un consentement à l'adoption de 61%. L'adoption de la rotation ananas serait favorisée par la possibilité de mécaniser les parcelles et la recherche d'une diversification des productions.

Dans les deux îles, la jachère avec *Brachiaria decumbens* et la jachère spontanée contrôlée sont les deux modes de rotation qui recevraient le meilleur accueil des planteurs. La plante de service *Brachiaria decumbens* semble présenter un fort potentiel pour les grandes exploitations de plaine. En zone de montagne où la mécanisation est plus difficile, la jachère spontanée semble être la meilleure option. Le consentement à adopter la jachère avec *Crotalaria juncea* vient en troisième position, autour de 40%. Les raisons de la non adoption des plantes de service sont multiples et parfois différenciées selon qu'il s'agit de la situation de la Guadeloupe ou de la Martinique. En premier lieu, des contraintes physiques et foncières peuvent être limitantes, en particulier en Martinique : l'impossibilité de mécaniser le travail du sol, l'exiguïté du parcellaire et le manque de maîtrise foncière peuvent freiner les décisions d'adoptions. En deuxième lieu, le manque de ressources économiques, l'impossibilité de supporter une baisse transitoire du revenu, le manque d'information et l'aversion au changement sont autant de freins (Blazy et al., 2011a). La maîtrise foncière et la présence d'une activité d'élevage sur l'exploitation influencent positivement l'adoption de la rotation avec la plante de service *Brachiaria decumbens*. Ceci peut s'expliquer par le fait que cette culture peut servir à l'affouragement des troupeaux, à la différence de la

jachère contrôlée chimiquement. La recherche d'une diversification des productions semble rendre les agriculteurs plus enclins à adopter.

En ce qui concerne les traits techniques des plantes de service, notre modèle d'adoption montre que plus le niveau de technicité requis pour la gestion de la plante de service est élevé, plus la probabilité d'adoption est affectée. En revanche, on observe que la possibilité de valoriser la plante de service en fourrage pour des productions animales peut en revanche motiver les planteurs à adopter.

Introduction de plantes de service cultivées entre les rangs de bananiers

L'évaluation de trois plantes de service – *Canavalia ensiformis*, *Brachiaria decumbens* et *Impatiens sp* – montre qu'aucune de ces trois espèces n'a d'effet fortement dépressif sur le rendement des bananeraies (Blazy et al., 2009b). En revanche, il est à noter que l'introduction de ces plantes de service en substitution du désherbage chimique entraîne une hausse du besoin en main d'œuvre (voir Tableau 3). Ces plantes nécessitent en effet des opérations spécifiques pour leur entretien (semis, fauche, désherbage manuel localisé), ce qui les rend plus coûteuses en travail qu'un désherbage chimique. C'est pour cette raison que l'utilisation de ces plantes de service se traduit généralement par une érosion du revenu des planteurs, et ce, malgré le gain de productivité qu'elles permettent (voir le cas des types d'exploitations de plaine).

Néanmoins, dans le cas de la plante de service *Canavalia ensiformis*, nos simulations montrent une augmentation substantielle de la rentabilité dans les exploitations d'altitude. Ceci peut s'expliquer par le fait que le faible niveau de productivité de ces exploitations peut être augmenté par la fourniture d'azote de cette légumineuse. En Guadeloupe, le consentement à l'adoption de cette plante de service est de 58% dans les exploitations d'altitude ce qui en fait une culture candidate à l'innovation dans ce contexte. En Martinique, le consentement est largement inférieur (16%), ce qui peut être expliqué par la hauteur de cette plante qui peut rendre le contrôle de la présence du trigonocéphale plus difficile. Ce dangereux serpent est en effet présent sur les flancs de la Montagne Pelée en Martinique et dans ce cas l'introduction d'une plante de couverture encombrante pourrait être perçue comme une gêne pour le travail au sein de la bananeraie. On constate d'ailleurs que le consentement à l'adoption des plantes de service en culture associée est d'une manière générale inférieur en Martinique.

L'introduction d'un couvert avec la graminée *Brachiaria decumbens* peut parfois entraîner une légère baisse de productivité. Cette plante peut donc être légèrement compétitrice avec le bananier vis-à-vis des ressources du sol. Sa croissance doit donc être régulée, en particulier lors des premiers cycles durant lesquels le couvert de bananier n'est pas fermé, du fait de la pénétration de lumière dans les inter-rangs qui favorise le développement de la culture associée (Tixier et al., 2011). Cette plante présente néanmoins un potentiel intéressant pour les grandes exploitations mécanisables de plaine (consentement à l'adoption autour de 50%).

Avec un consentement à l'adoption de plus de 80%, l'*Impatiens sp* semble être une plante de service particulièrement intéressante en zone de montagne en Guadeloupe. Il est d'ailleurs à noter que cette plante est naturellement présente dans les bananeraies pérennes d'altitude du sud Basse-Terre. Cette plante est peu compétitrice et bien adaptée aux situations où l'ombrage peut être important, ce qui est le cas dans les bananeraies bien établies. Du fait de sa croissance relativement limitée et de son mode de multiplication végétative, cette plante demande généralement un travail moindre comparativement aux autres plantes de service.

Malgré les impacts parfois contrastés occasionnés par l'introduction de plantes de service en association avec le bananier, cette innovation présente un potentiel d'adoption important si elle est soutenue économiquement pour compenser les surcoûts liés à leur entretien (Blazy et al., *in press*). Des recherches complémentaires doivent être entreprises pour mieux valoriser la diversité des plantes

de service actuellement à l'étude dans les programmes de recherche et de développement, en particulier dans le but d'identifier des espèces peu compétitrices et demandant peu d'entretien.

		<i>Canavalia ensiformis</i>	<i>Brachiaria decumbens</i>	<i>Impatiens sp</i>
Exploitation familiale de plaine	Rendement bananier (tonnes/ha/an)	+5.1	-1.3	-0.1
	Charge en travail (jours/ha/an)	+95.8	+50.6	+51.2
	Revenu net (€/ha/an)	-412.0	-2658.6	-1625.4
	Consentement adoption Guadeloupe	54%	48%	51%
	Consentement adoption Martinique	32%	35%	62%
Grande exploitation de plaine	Rendement bananier (tonnes/ha/an)	+4.4	-1.0	+0.4
	Charge en travail (jours/ha/an)	+42.0	+18.6	+16.8
	Revenu net (€/ha/an)	-830.9	-2557.8	-1390.5
	Consentement adoption Guadeloupe	46%	46%	54%
	Consentement adoption Martinique	35%	51%	54%
Exploitation familiale d'altitude	Rendement bananier (tonnes/ha/an)	+15.9	+0.2	0.0
	Charge en travail (jours/ha/an)	+75.4	+15.6	+10.4
	Revenu net (€/ha/an)	+3472.1	-955.6	-426.4
	Consentement adoption Guadeloupe	58%	54%	81%
	Consentement adoption Martinique	16%	53%	47%

Tableau 3. Evaluation des impacts et consentement à l'adoption de différentes plantes de service proposées en culture intercalaires.

Variétés hybrides

En ce qui concerne les nouvelles variétés de banane, les simulations réalisées montrent que leur tolérance aux ravageurs permet de réduire l'usage de pesticides de 70% en moyenne (Blazy et al., 2009b). Malgré ces avantages considérables, ces variétés souffrent de plusieurs caractéristiques qui les pénalisent sur le plan économique. Ces bananiers sont en effet moins productifs du fait de régimes de plus petite taille (-40% en moyenne), et peuvent demander plus de travail pour la réalisation des opérations de soins au régime du fait de leur hauteur importante. Les programmes de sélection et d'innovation variétale doivent donc s'efforcer de trouver des variétés de plus petite taille et produisant de plus gros régimes.

Une analyse de sensibilité sur la variable de prix de vente des bananes montre que moyennant une augmentation du prix de vente de la banane, les systèmes de culture incluant ces nouvelles variétés peuvent être rentables (seuil de prix de 0.92€/kg pour être rentable pour tous les types d'exploitations). Ce scénario peut sembler probable compte tenu des caractéristiques innovantes de ces bananes : nouveau goût, petit format et issue d'une production à très bas niveau de pesticides. Il faudrait néanmoins évaluer le consentement des consommateurs à acheter ce nouveau produit et voir comment se comporte cette innovation au cours du circuit de commercialisation dans la filière, en particulier lors du transport.

Conclusion : vers des systèmes de production intégrés à haute valeur économique et environnementale

Dans cet article, nous avons présenté les résultats d'une évaluation intégrée de quelques innovations agro-écologiques actuellement développées dans la filière banane des Antilles. En fonction du type d'innovation et du type d'exploitation où elles sont proposées, les impacts de l'adoption sont parfois contrastés.

Notre étude montre que les niveaux actuels de pratique de rotation peuvent et doivent être augmentés. En effet, 32% des planteurs guadeloupéens et 72% des martiniquais ne pratiquent actuellement pas de rotations et sont dans une logique de monoculture. Celle-ci conduit à des rendements significativement plus bas. Inversement, les planteurs qui pratiquent actuellement des rotations avec des plantes de service obtiennent de très bons rendements avec des niveaux d'usage de pesticides très bas. Notons tout de même que ces derniers sont globalement bas, ce qui traduit bien les efforts actuels de la filière qui est dans une dynamique de réduction de l'usage des pesticides.

D'une manière générale les systèmes innovants étudiés amènent à une substitution des intrants chimiques par du travail. Dans le cas des cultures associées, cette substitution se fait généralement au détriment du revenu des planteurs. Ceci peut s'expliquer par le surcoût dû au rallongement des temps de travaux qu'induit l'adoption de cette innovation, surcoût qui n'est pas compensé par les économies d'herbicides. Néanmoins, moyennant la mise en place d'un dispositif de soutien économique le différentiel de rentabilité pourrait être facilement compensé. Dans l'état nous pouvons néanmoins formuler différentes recommandations d'action pour favoriser le développement des innovations agronomiques dans la filière banane des Antilles.

Concernant les petites exploitations familiales de plaine, leur productivité et donc leur rentabilité pourraient être largement augmentées par l'introduction de rotations de culture dans les systèmes bananiers. Dans ces exploitations, la pratique de rotation avec ananas – particulièrement en Guadeloupe où le potentiel d'adoption est élevé – ou l'utilisation d'une jachère assainissante avec *Brachiaria decumbens* s'avère pertinente. En zone de montagne, la pratique de jachère spontanée semblerait plus indiquée du fait de la difficulté de mécanisation des travaux de replantation. Néanmoins, différents freins à l'adoption de ces techniques existent. Pour lever ces contraintes, nous suggérons la mise en place d'un dispositif de soutien à l'adoption des rotations en culture bananière axé sur trois points. Premièrement, le soutien à l'information, l'appui technique et la formation des agriculteurs en matière de gestion des assolements et des rotations culturales pourraient favoriser l'adoption et la diffusion de ces pratiques. Deuxièmement, nous proposons la mise en place d'un soutien économique pour les exploitations ayant des marges de manœuvre réduites (trésorerie limitante, parcellaire difficilement mécanisable, faibles surfaces) sous la forme d'une subvention à la conversion de la monoculture vers des systèmes de culture incluant des rotations assainissantes. Ce soutien pourrait lever les contraintes financières et le risque économique pesant sur les premières années post adoption en contrepartie d'un test de la pratique de rotation sur tout ou partie de l'exploitation. Enfin, encourager et favoriser la diversification des productions agricoles au sein des exploitations apparaît également comme un levier

d'action potentiel. En effet, la plupart des petites exploitations sont en recherche d'une diversification de leur production, et cette recherche de cultures de diversification pourrait s'effectuer dans le cadre de rotations culturales avec la banane, ce qui au final, permettrait également d'augmenter la productivité des systèmes de culture bananiers.

D'une manière générique, notre étude montre que le screening de plantes de service par la recherche agronomique doit inclure des critères de praticabilité des innovations. En effet, nous avons vu que les techniques nécessitant un important investissement en travail, en connaissances et en équipements spécifiques auront de faibles chances d'adoption. Nos travaux montrent en revanche que la possibilité de valoriser les plantes de service sous la forme de fourrage peut être un facteur de consentement à l'adoption. Sélectionner des plantes de service fourragères pourrait ainsi favoriser l'adoption des rotations en système bananier, et ce d'autant plus que l'élevage est déjà présent dans 20% des exploitations bananières. Comme mentionné par Blazy et al. (2011b), l'intégration des systèmes de culture bananiers avec des systèmes d'élevage est une voie de recherche qui mériterait d'être mieux explorée car offrant de nombreuses possibilités de synergies entre ces deux productions. Cependant, il convient dans un premier temps de traiter la question de l'exposition des animaux d'élevage à la contamination par la chlordécone des terres agricoles polluées.

Anticiper les freins à l'adoption permet de décliner différemment les innovations en fonction de l'hétérogénéité des milieux biophysiques et des ressources économiques des exploitations et ainsi de faire mieux converger les innovations agronomiques avec les attentes et contraintes particulières de chaque type d'agriculteurs. Les recherches complémentaires qui sont en cours tant sur le développement de plantes de services que de nouvelles variétés tolérantes aux ravageurs, en intégrant cette hétérogénéité des situations agricoles, devraient permettre de proposer un plus large panel d'innovations répondant mieux aux contraintes des agriculteurs (IT2, 2010 ; Dorel et Tixier, 2011). En combinant les différents leviers d'action techniques en des systèmes de culture intégrés, on peut espérer que la filière banane aux Antilles atteigne un haut niveau de performance économique et environnementale.

Références bibliographiques

- Abadi Ghadim A.K., Pannell D.J., 1999. A Conceptual Framework of Adoption of an Agricultural Innovation. *Agricultural Economics* 21, 145-154.
- Blazy J-M., Ozier-Lafontaine H., Doré T., Thomas A., Wery J., 2009. A methodological framework that accounts for farm diversity in the prototyping of crop management systems. Application to banana-based systems in Guadeloupe. *Agricultural Systems* 101, 30-41.
- Blazy J-M., Dorel M., Salmon F., Ozier-Lafontaine H., Wery J., Tixier P., 2009b. Model-based assessment of technological innovation in banana cropping systems contextualized by farm types in Guadeloupe. *European Journal of Agronomy*, vol. 31, 10-19.
- Blazy J-M., Tixier P., Thomas A., Ozier-Lafontaine H., Salmon F., Wery J., 2010. BANAD: a farm model for ex ante assessment of agro-ecological innovations and its application to banana farms in Guadeloupe. *Agricultural Systems* 103, 221-232.
- Blazy J-M, Causeret F., Diman J-L., 2011a. Conditions d'adoption de plantes de services agro-écologiques en rotation avec la banane aux Antilles. Communication orale et Proceedings du 48ème colloque de l'ASRDLF, Schoelcher, Martinique, 6-8 juillet 2011, 18p.
- Blazy J-M, Tixier P., Fanchone A., 2011b. De l'innovation à l'adoption de nouvelles pratiques de production dans la filière banane. Communication présentée au Salon International de l'Agriculture dans le cadre de la rencontre INRA-CIRAD "Nouvelles pratiques à haute performance économique et environnementale en outre-mer". Paris, 25 février 2011.
- Blazy J-M, Carpentier A., Thomas A., in press. The Willingness to Adopt Agro-ecological Innovations: Application of Choice Modelling to Caribbean Banana Planters. *Ecological Economics*.

- Bocquene G., Franco A., 2005. Pesticide Contamination of the Coastline of Martinique. *Marine Pollution Bulletin* 51, 612-619.
- Bonan H., Prime J.L., 2001. Rapport sur la présence de pesticides dans les eaux de consommation humaine en Guadeloupe. Ministère de l'aménagement du territoire et de l'environnement.
- Bonin M., Cattan P., 2006. Convergences and Differences between the Objectives of the Financial Support Facilities and those of the Farmers: The Case of Fallow Periods in Banana Production of Guadeloupe. *Fruits* 61, 9–23.
- Cabidoche Y.-M., Achard R., Cattan P., Clermont-Dauphin C., Massat F., Sansoulet J., 2009. Long-term pollution by chlordecone of tropical volcanic soils in the French West Indies: A simple leaching model accounts for current residue. *Environmental Pollution* 157, 1697-1705.
- Chabrier C., Queneherve P., 2003. Control of the burrowing nematode (*Radopholus similis* Cobb) on banana: impact of the banana field destruction method on the efficiency of the following fallow. *Crop Protection*, vol. 22, 121-127.
- Chopin P., 2011. Etude des déterminants des performances des systèmes de culture bananiers en Guadeloupe et en Martinique. Mémoire de Fin d'Etude de l'Institut Polytechnique de Lasalle Beauvais réalisé au sein de l'UR ASTRO, INRA Antilles Guyane, 60p + annexes.
- Clermont-Dauphin C., Cabidoche Y.M., Meynard J.M., 2004. Effects of intensive monocropping of bananas on properties of volcanic soils in the uplands of the French West Indies. *Soil Use and Management*, vol. 20, 105-113.
- Dorel M., Tixier P., Dural D., Zanoletti S., 2011. Alternatives aux intrants chimiques en culture bananière. *Innovations Agronomiques* 16, 1-11
- Feder G., Umali D.L., 1993. The Adoption of Agricultural Innovations, A Review. *Technological Forecasting and Social Change* 43, 215-239.
- IT2 (Institut Technique Tropical), 2010. Présentation de la Plateforme Systèmes de Culture innovants. Le Lamentin, 9 décembre 2010.
- Marra M., Pannell D.J., AbadiGhadim A., 2003. The Economics of Risk, Uncertainty and Learning in the Adoption of New Agricultural Technologies: Where Are We on the Learning Curve? *Agricultural Systems* 75, 215-234.
- Quénéhervé P., Achard R., Salmon F., Chabrier C., 2005, Promising results and alternatives to nematicide and insecticide use in banana plantations from Martinique, XXXVII Annual Meeting of the Organization of Nematologists of Tropical America, Viña del Mar, Chili, 17-21/10/2005 / ONTA.
- Salmon F., Abadie C. Bugaud C., Chillet M., Dorel M., Jenny C., Risède J. M., Teycheney P.-Y., Cote F., 2005, Développement d'une nouvelle variété de banane : la Flhorban 920, Communication au 41ème congrès de la Caribbean Food Crops Society (10-16 juillet 2005, Le Gosier, Guadeloupe).
- Ternisien É., Ganry J., 1990. Rotations culturales en culture bananière intensive. *Fruits* n° spécial (1990), 98–102.
- Tixier P., Malézieux E., Dorel M., Wery J. 2008. SIMBA: a comprehensive model for evaluation and prototyping of banana-based cropping systems. *Agricultural Systems*, 97, 139-150.
- Tixier P., Lavigne C., Alvarez S., Gauquie A., Blanchard M., Ripoche A., Achard R. 2011. Model evaluation of cover crops, application to eleven species for banana cropping systems. *European Journal of Agronomy* 34, 53-61.
- UGPBAN, 2011. <http://www.bananedurable.com/#/background/economie/economieAntillaise>