



HAL
open science

Le concept d'intégration au coeur de la conception d'un pilote en polyculture élevage adapté aux exploitations agricoles de Guadeloupe

Fabien Stark, Audrey Franchone

► To cite this version:

Fabien Stark, Audrey Franchone. Le concept d'intégration au coeur de la conception d'un pilote en polyculture élevage adapté aux exploitations agricoles de Guadeloupe. *Innovations Agronomiques*, 2014, 39, pp.113-124. 10.17180/zhcn-8z49 . hal-04513163

HAL Id: hal-04513163

<https://hal.inrae.fr/hal-04513163v1>

Submitted on 20 Mar 2024

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

Le concept d'intégration au cœur de la conception d'un pilote en polyculture élevage adapté aux exploitations agricoles de Guadeloupe

Stark F.¹, Fanchone A.²

Avec la collaboration de Kelemen J.L.¹, Alexandre R.³, Bordey Y.³, Alexandre G.², Archimède H.², Diman J.L.⁴, Gourdine J.L.², Ozier-Lafontaine H.⁴, Sierra J.⁴, Tournebize R.⁴

¹ EPLEFPA de la Guadeloupe, Convenance, 97122 Baie Mahault, Guadeloupe.

² INRA, UR143, Unité de Recherches Zootechniques, 97170 Petit-Bourg Guadeloupe.

³ Chambre d'Agriculture de la Guadeloupe, Convenance, 97122 Baie-Mahault, Guadeloupe

⁴ UR1321, Unité de Recherches sur les Agrosystèmes Tropicaux, 97170 Petit-Bourg Guadeloupe.

Correspondance : audrey.fanchone@antilles.inra.fr

Résumé

Dans cet article, les auteurs exposent la démarche suivie pour concevoir un pilote en polyculture élevage adapté aux besoins des exploitations agricoles de Guadeloupe et au contexte particulier du lycée agricole de Guadeloupe où il a été mis en place. Ils rappellent le contexte de partenariat RFD dans lequel il s'insère. Ils exposent les déterminants et les différentes étapes ayant permis, à partir d'une analyse diagnostic de la réalité des exploitations de Guadeloupe, de dimensionner le système, de générer l'assolement, et d'estimer les flux de matière. Ils soulignent l'intérêt des études sur l'intégration des ateliers cultures et élevage. En parallèle, ils présentent comment ce système peut servir de support pour le test à l'échelle de l'exploitation d'innovations développées en station expérimentale.

Mots-clés : polyculture-élevage, Antilles, recherche-formation-développement, prototypage, conception pas à pas, intégration

Abstract: The concept of integration in the heart of the design of a mixed farming pilot adapted to farms of Guadeloupe

The paper describes the process used to design a pilot in mixed crop livestock system adapted to the needs of farms in Guadeloupe and to the particular context of the agricultural college of Guadeloupe where it was set up. It presents the context of RFD partnership in which it is inserted. It exposes the determinants and stages which allowed, from a diagnosis of the reality of operations Guadeloupe analysis, to size the system, to generate the rotation, and to estimate the material flows. It underlines the importance of studies on the integration of crops and livestock workshops. In addition, it shows how this system can be used to support the test of innovations developed in the experimental station at farm scale.

Keywords: Crop livestock systems, French West Indies, Research – Training – Extension, prototyping, stepwise design, integration

Introduction

Aux Antilles françaises, et plus particulièrement en Guadeloupe, les systèmes polyculture-élevage (SPE) ont perduré en parallèle d'un modèle agricole dominant tourné vers l'agro-exportation (canne à sucre, banane) gros consommateur d'intrants. De nos jours, ces SPE représentent près de 80% des exploitations du territoire (Stark *et al.*, 2010b). Ces systèmes très peu soutenus par les pouvoirs publics ont été très étudiés. Dans ce contexte particulier, un projet de recherche-formation-développement (RFD) a été initié en 2008 de manière à accompagner les SPE existants pour en améliorer le fonctionnement et les rendre plus performants. Une phase d'analyse diagnostic a montré

une grande diversité de systèmes mais surtout la prédominance de systèmes juxtaposés (peu voire pas d'intégration entre spéculations ; cf encadré 1). L'hypothèse qui sous-tend cette étude est que l'intégration agriculture-élevage serait à même d'améliorer le fonctionnement des SPE et permettrait d'augmenter la production des exploitations agricoles tout en diminuant la dépendance de ces dernières aux intrants, coûteux et polluants.

Les agriculteurs tout comme les professionnels du développement font état d'un manque de références technico-économiques et environnementales sur les pratiques d'intégration. En parallèle, la recherche agronomique propose des innovations agroécologiques¹ sur ces pratiques (Archimède *et al.*, 2011a,b ; Sierra *et al.*, 2013) pour lesquelles le passage de l'échelle de l'essai analytique à celui de l'exploitation agricole n'a pas encore été testé. Dans ce contexte, un pilote en milieu semi-contrôlé a été conçu dans le but de comprendre et lever les verrous à l'intégration, de créer de la référence technico-économique, et d'évaluer les innovations à l'échelle de l'exploitation.

L'objectif est de ce papier est de présenter les étapes et les principes ayant permis la conception et la mise en œuvre de ce dispositif. Le projet RFD et la place du système pilote dans ce dispositif d'ensemble sont présentés. Les concepts et la méthodologie mobilisée sont ensuite déclinés, suivis des caractéristiques de structure et de fonctionnement du système mis en place.

1. Un projet RFD sur les SPE

1.1 Contexte et objet d'étude

Le projet Recherche – Formation – Développement (Stark *et al.*, 2010a) réunit le Centre INRA Antilles Guyane, l'Établissement Public Local d'Enseignement et de Formation Professionnelle Agricole de la Guadeloupe (EPLFPA), et la Chambre d'Agriculture de la Guadeloupe. Il a pour objectif de mettre à portée des exploitants, des enseignants et des apprenants, des modes de production agricole d'intérêt régional. Les objets de l'étude sont les SPE de Guadeloupe, en tant qu'alternatives à la spécialisation et à l'intensification des productions. L'hypothèse est que la durabilité des exploitations agricoles (EA) passe par la gestion de la diversité et l'optimisation des complémentarités et des synergies entre les différentes spéculations présentes sur l'exploitation (Figure 1), tout en maintenant des niveaux de productivité élevés.

Encadré 1 : Intégration au sein des SPE (Figure 1).

Le système biotechnique (Dedieu *et al.*, 2008) est considéré comme un modèle à compartiments. chaque entité du système est un compartiment pouvant stocker et transformer de la matière et de l'énergie provenant des autres compartiments et/ou du milieu extérieur. Le processus d'intégration fait référence aux relations existantes entre compartiments du système de production. Il se matérialise par des flux pouvant être de nature différente : matière, énergie, et informations. Les flux de matières constituent l'ensemble des flux solides (nutriments ou matériaux). Les flux d'énergies se rapportent aux travaux d'Odum (1969) sur les écosystèmes. L'énergie pénètre au sein d'un compartiment (aliment, soleil et/ou énergie fossile dans le cas de nos systèmes de production). Une partie de l'énergie est perdue dans ce compartiment, le reste est assimilé. Une part de cette énergie assimilée est considérée comme énergie de production pour le compartiment suivant. Les flux de matières et d'énergie sont étroitement liés. Des travaux tels que ceux basés sur les notions d'énergie (Wilfart *et al.*, 2012) visent à s'affranchir des flux de matières et de l'origine de l'énergie.

Les flux d'informations (Dedieu *et al.*, 2008) constituent l'ensemble des indicateurs permettant à l'exploitant de planifier ses opérations techniques. Les spéculations reçoivent des informations sur leur état qui influencent le choix du type et de la date d'intervention à la fois sur la spéculation, mais aussi sur les autres spéculations du système. Dans le cadre de la conception de ce système pilote, nous nous sommes focalisés que sur les flux de matières.

¹ Dans cet article, l'agroécologie a été prise en compte comme un ensemble de pratiques qui contribuent à une agriculture plus respectueuse de l'environnement ou durable (Wezel *et al.*, 2009).

1.2 La place du système pilote

Le projet se décline en plusieurs étapes (Figure 2) avec une démarche commune à de nombreux projets de recherche-action tels que rapportés par Dedieu *et al.* (2012) pour les systèmes d'élevage tropicaux.

♦ **Analyse diagnostic des systèmes SPE en Guadeloupe :** Compte tenu du peu d'informations disponibles sur les SPE (contexte d'information limitée, études disponibles uniquement sur les filières d'exportation...), une première étape d'analyse diagnostic (enquêtes de terrain ; n = 115) a été nécessaire pour comprendre la place des SPE dans la réalité agricole guadeloupéenne. La typologie qui en a résulté a permis de pointer une grande diversité de systèmes (10 types) et la relative absence d'intégration entre spéculations au sein de ces types (Stark *et al.*, 2010a).

♦ **Evaluation et optimisation des pratiques d'intégration :** Divers dispositifs sont prévus pour obtenir des références technico-économiques sur les pratiques d'intégration (évaluation multicritère). Un suivi d'exploitations a été mis en œuvre. Des expérimentations analytiques sont menées à l'INRA ou chez des agriculteurs et un système pilote a été implanté sur l'exploitation agricole de l'EPLEFPA.

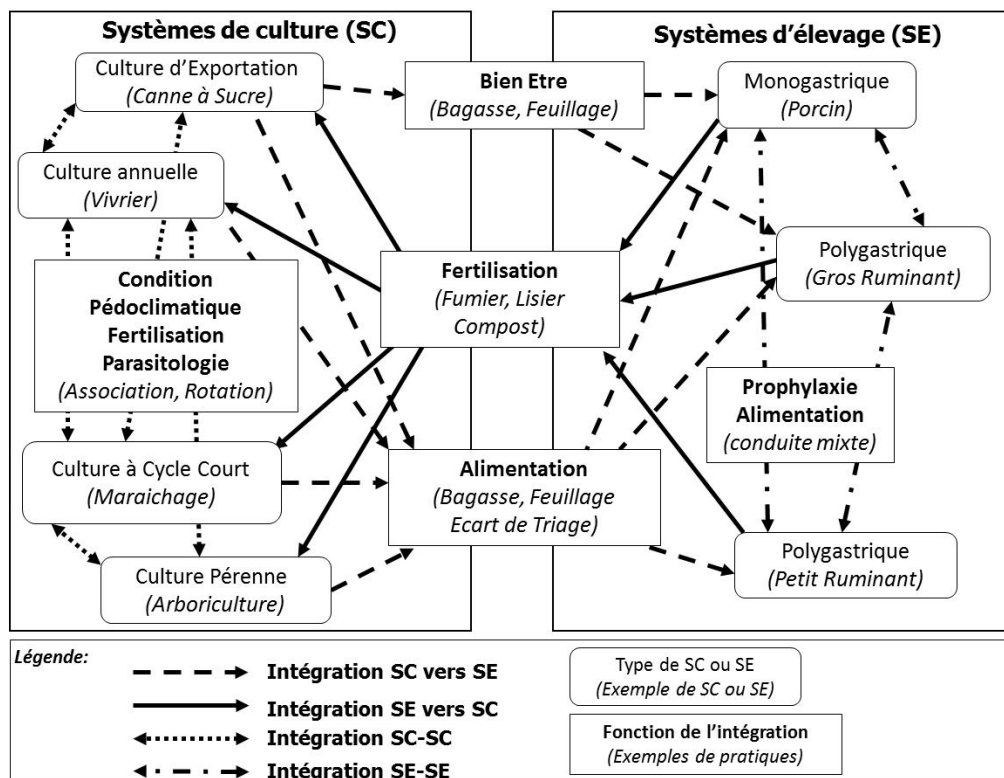


Figure 1: Nature des liens entre différents ateliers au sein d'un système de type polyculture-élevage

♦ **Conception de systèmes innovants:** La modélisation conceptuelle ou mathématique permet de représenter de manière simplifiée des systèmes agricoles « types ». Les données issues des suivis et les expertises mobilisées permettent d'alimenter les modèles et d'évaluer différents scénarii d'évolution.

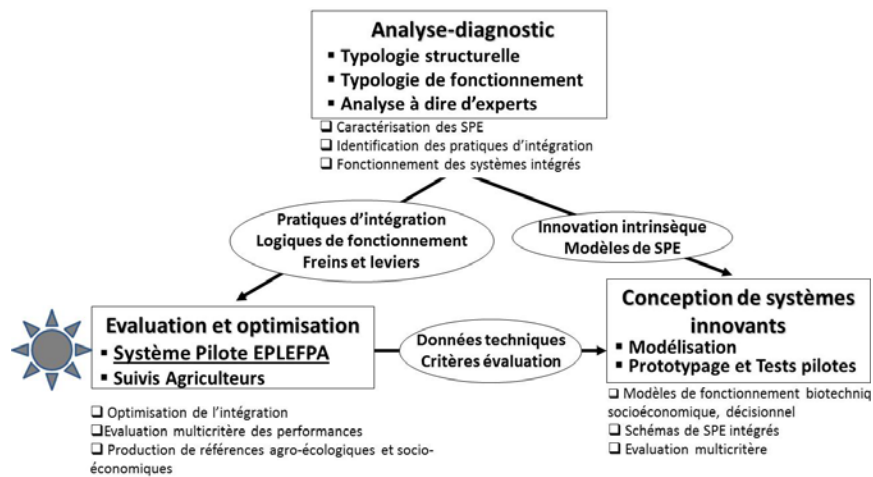


Figure 2: Organisation du projet Recherche - Formation - Développement.

Le système pilote, objet du présent document, a un rôle central dans ce projet. Outre la fourniture de références sur les SPE et le test à l'échelle de l'exploitation d'innovations agroécologiques développées en stations expérimentales (conditions contrôlées), il permet d'identifier et lever les verrous à l'adoption de pratiques d'intégrations par les agriculteurs. Sa localisation au sein de l'exploitation du lycée agricole de Guadeloupe en fait un support de formation pour les étudiants (futurs acteurs du monde agricole), leur offrant une alternative à la formation technicienne descendante.

2. Objectifs et méthode de conception

La démarche mise en œuvre consiste à décliner des principes globaux jusqu'à un niveau pratique. Les principes globaux mobilisés sont les suivants : i) la recherche de l'intensification agro-écologique afin d'améliorer les synergies entre les productions et le milieu environnant ; ii) la recherche de l'efficacité économique afin d'optimiser la productivité globale du système (plutôt que de maximiser la production) ; iii) la mise en œuvre de pratiques innovantes concernant plusieurs processus biotechniques et iv) l'accroissement de la durabilité globale du système concernant la réduction de l'impact environnemental des pratiques mises en œuvre, la rentabilité globale du système, l'acceptabilité sociale des pratiques et l'intégration du système à son territoire. Ces grands principes se traduisent par des objectifs opérationnels se déclinant en i) la recherche du niveau d'intégration optimal permettant d'assurer un compromis entre bouclage des flux de nutriments et main d'œuvre nécessaire pour la réalisation des interventions, ii) la mise en place de spéculations adaptées au contexte socio-économique local permettant d'assurer le salaire de l'exploitant, et iii) le test *in situ* d'innovations agro-écologiques.

2.1. Démarche de conception

Deux grandes approches permettent la conception de systèmes de culture ou d'élevage : la conception « de novo » et la conception pas à pas (Meynard *et al.*, 2012). La conception *de novo* vise à concevoir des systèmes qui rompent avec les systèmes existants (conception très souvent assistée par modèles), alors que la conception pas à pas intègre la transition vers des systèmes innovants en améliorant des systèmes existants d'une manière progressive. L'objectif principal étant d'étudier les freins à l'adoption de l'intégration par les exploitants, la méthodologie de conception pas à pas a été retenue comme démarche de conception du pilote (Figure 3). Cette dernière approche est principalement basée sur une spirale d'amélioration continue comprenant un diagnostic permettant de définir un set d'objectifs, le développement de prototypes, la validation par les acteurs permettant de retenir le meilleur prototype, la mise en œuvre, et l'évaluation.

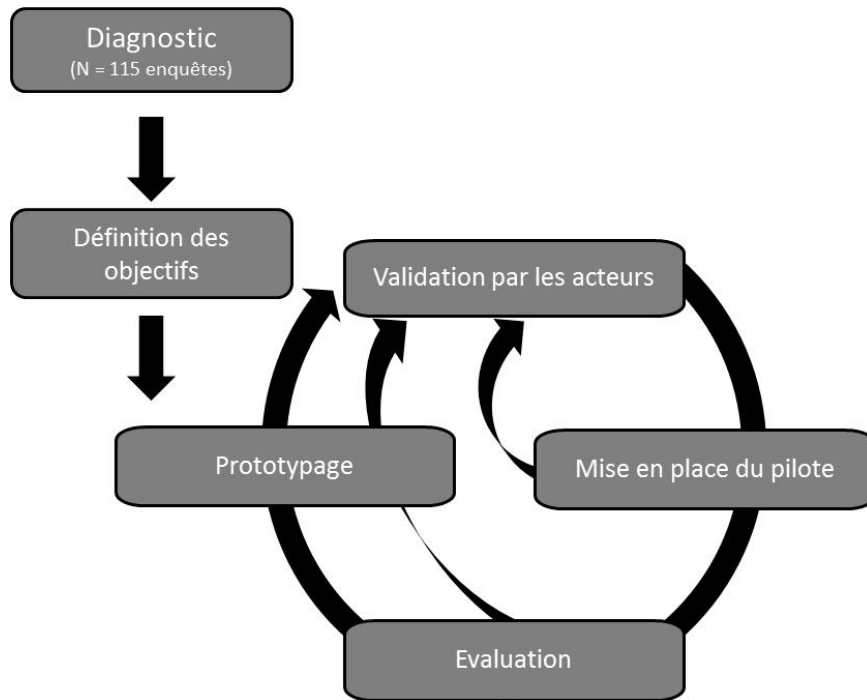


Figure 3: Boucle d'amélioration progressive du système pilote

2.2. Principaux choix retenus

Le dispositif expérimental mis en œuvre sur l'exploitation agricole de l'EPLEFPA a été conçu pour être compatible avec la diversité des exploitations agricoles (EA) rencontrées sur le territoire guadeloupéen tant en termes de dimensionnement que de productions (Stark *et al.*, 2010a). De ce fait, le choix de la superficie du système pilote et des spéculations mises en place sont en accord avec les observations réalisées durant la phase de diagnostic. Néanmoins, l'arbitrage entre les différentes spéculations observées, qui a dicté l'assolement et la rotation, a été aussi influencé par la recherche d'un grand niveau d'intégration entre spéculations animales et végétales. Ainsi, le paysage agricole de la Guadeloupe est caractérisé par un grand nombre de petites exploitations avec 96% des exploitations ayant une surface inférieure à 10 ha et cultivant près de 70% de la surface agricole de l'île. La taille moyenne des exploitations agricole de l'île est de l'ordre de 5 hectares.

A partir des 115 enquêtes réalisées dans la phase d'analyse diagnostic, il ressort que les cultures d'exportation (canne à sucre et banane) sont les cultures les plus représentées dans les SPE de Guadeloupe (71% des EA enquêtées) suivies par les cultures vivrières (igname, patate douce, manioc, 51% des EA enquêtées) et par les cultures maraîchères (41% des EA enquêtées). S'agissant des élevages, l'élevage bovin est le plus représenté dans les EA de Guadeloupe (73 % des EA enquêtées) suivi par l'élevage porcin (49% des EA enquêtées) et par les petits ruminants (41% des EA enquêtées).

Ce système étant implanté au sein d'une EA déjà existante, il convient de considérer les contraintes pédoclimatiques et organisationnelles auxquelles est soumise cette exploitation (Chochet et Devienne, 2006). Parmi le panel de cultures possibles, les cultures « duales » valorisables tant en alimentation humaine (produit à proprement parler) qu'animale (coproduits) ont été retenues. Par ailleurs, l'association monogastriques / ruminants permet d'assurer la valorisation de l'ensemble des coproduits, les monogastriques ayant une meilleure efficacité de conversion et les ruminants permettant de valoriser les biomasses fibreuses.

Pour ne pas bouleverser complètement le fonctionnement actuel (infrastructures, compétences, circuit de commercialisation), il s'agit de concevoir le pilote en s'appuyant principalement sur les spéculations déjà présentes.

Le choix a été fait de dimensionner les ateliers d'élevage en fonction des productions des cultures, ce conformément aux observations réalisées lors de la phase d'analyse diagnostic pour les EA à dominante culturale. Cela permet d'assurer une plus grande autonomie alimentaire des ateliers d'élevage en minimisant le recours aux intrants extérieurs. Cette posture est cohérente avec le contexte insulaire de l'île et au coût supplémentaire lié à l'importation des intrants.

3. Caractérisation du système

Plusieurs méthodes ont été mobilisées pour aboutir au choix définitif et à la description des itinéraires techniques des systèmes de culture et des conduites d'élevage. Elles se déclinent de la manière suivante : après une étape classique de recherche bibliographique, la mobilisation des savoirs implicites ou expérientiels des différents partenaires (RFD), la consultation d'un panel d'experts², un scénario a été retenu et modélisé afin d'en évaluer la cohérence. Les résultats de cette évaluation ont été de nouveau confrontés à la critique des experts. A l'heure actuelle, des allers-retours entre conception assistée par modélisation et mise en place opérationnelle sur le terrain permettent de mettre à l'épreuve notre connaissance des systèmes et des lois de réponses, et l'expertise des acteurs. Cette démarche, construite pas à pas en combinant typologie des SPE et dires d'experts, a déjà été testée aux Antilles dans la filière banane par Blazy *et al.* (2009), bien que cette dernière n'ait été appliquée que pour une démarche de modélisation. Le prototype élaboré correspond à bon nombre de critères d'études rapportés par Le Gal *et al.* (2011) et peut se rapprocher, dans sa construction, d'un des exemples phares de la recherche agronomique française sur le modèle bovin lait intégré en polyculture élevage (Coquil *et al.*, 2009), mis en œuvre en station expérimentale. La particularité de notre approche actuelle est qu'elle se déroule dans une ferme à taille et fonctionnement réels (nécessité de résultats économiques) à l'intermédiaire entre les chercheurs et les agriculteurs, suivant en cela les recommandations de Le Gal *et al.* (2011) qui mettent en avant la nécessité d'un ancrage fort au milieu de production.

3.1 Les systèmes de culture

Les cultures ont été choisies en fonction de leurs différentes caractéristiques (Tableau 1).

Dix parcelles de 0.5 ha ont été mises en place, ce qui permet une rotation sur 10 ans (Figure 4). La succession culturale a été calculée pour avoir une production interannuelle constante, facilitant ainsi la conception du plan de rationnement des animaux. Pour optimiser les surfaces et les synergies entre productions, des cultures dérobées et intercalaires au niveau de l'interrang (graminées, légumineuses et cultures maraichères) seront mises en place. Les espèces végétales cultivées en intercalaire aux cultures principales doivent assurer i) l'amélioration de la structure et de la fertilité du sol (apport de matière organique, fixation de l'azote atmosphérique) ii) le contrôle phytoparasitaire (propriété répulsive de certaines plantes de services vis-à-vis des pathogènes de la plante cultivée, abris pour les auxiliaires des cultures)); iii) le contrôle des adventices par le biais de la couverture du sol tout en minimisant la compétition avec la plante cultivée, iv) la possibilité de les utiliser en alimentation animale. Pour identifier les cultures à associer, en fonction des services attendus et des cultures principales (compétition), les traits fonctionnels d'espèces candidates ont été précisés (panel d'experts). Par ailleurs, nous avons effectué aussi le choix des cultures maraichères à cycle court (culture de rente à forte valeur ajoutée), au moment de la plantation conformément à des observations faites durant la phase d'analyse diagnostic. Ces cultures à forte valeur ajoutée permettent un apport de trésorerie à l'EA.

² Un séminaire de lancement a réuni des agriculteurs, des techniciens des organisations professionnelles, de la chambre d'agriculture, des responsables de domaines expérimentaux, des agents de la formation agricole et des chercheurs qui ont échangé sur la base d'un 1^{er} scénario construit à dires d'experts. Après modélisation de ce scénario, des allers-retours successifs ont permis les dernières mises au point pour chacune des activités agricoles ou itinéraires techniques.

Pour ce qui est de la fertilisation, elle est principalement organique par apport de compost et mise en place de légumineuses. Une fertilisation minérale pourra être appliquée en complément après analyses de sol ou aux premiers symptômes de carences. Le choix de l'assolement et des rotations associées est fonction i) du cycle de chaque espèce et période de plantation ; ii) des besoins des cultures : alterner des cultures à forts besoins (patate douce et banane) et des besoins plus faibles (canne et manioc) et aussi iii) des risques phytosanitaires : alterner des cultures sensibles (banane et patate) avec des cultures peu sensibles (manioc), voire assainissantes (canne à sucre).

Items	Canne à sucre	Banane plantain	Patate douce	Manioc
Durée du cycle	Semi pérenne (coupe tous les 12 mois sur 4-5 ans)	Semi pérenne (Récolte tous les 12 mois sur 2-3 ans)	Cycle court (4-5 mois)	Cycle long (12 mois)
Fertilisation	Fortement associée aux conditions pédoclimatiques (50-250/40-100/80-240)	Fort besoin en N et K, faible en P, répond bien à une fertilisation organique (300/60/600)	Faible besoin en N, fort en en K, considérée comme épuisante (50/80/110)	Faibles besoins, répond bien à une fertilisation organique (25/25/50)
Rendement	80-90 t/ha en tige + coproduits (15 t/ha en MS)	30-45 t/ha en fruit + coproduits (13 t/ha en MS)	12 t/ha en tubercules + coproduits (8 t/ha en MS)	20 t/ha en tubercules
Adventices et parasites	Peu sensible, assainissement parcelles en rotation	Sensible (charançons, nématode)	Sensible (charançon)	Peu sensible
Intervention	Faible (désherbage)	Important (traitements, entretien)	Faible (désherbage)	Faible (désherbage)
Mécanisation	Mécanisable (travail du sol + coupe + récolte)	Semi mécanisable (Travail du sol)	Semi mécanisable (Travail du sol + soulevage)	Semi mécanisable (Travail du sol + soulevage)
Main d'œuvre	Plantation, désherbage	Plantation, entretien, récolte	Plantation, récolte	Plantation, récolte
Utilisation	Vente (tige) et alimentation animale (tige + amarre + feuille)	Vente (fruit) et alimentation animale (fruit + tronc + feuille)	Vente (tubercule) et alimentation animale (tubercule + feuille)	Vente (tubercule) et alimentation animale (tubercule + feuille)
Economie	MB faible (1500 €/ha/an) mais prix garantie	Demande locale forte et MB intéressante (10 300 €/ha/an)	Demande locale forte et MB intéressante (8 200 €/ha/an)	Demande locale forte et MB intéressante (3 500 €/ha/cycle de 3 mois)

Tableau 1 : Principales caractéristiques des systèmes de culture du pilote (source panel d'experts)

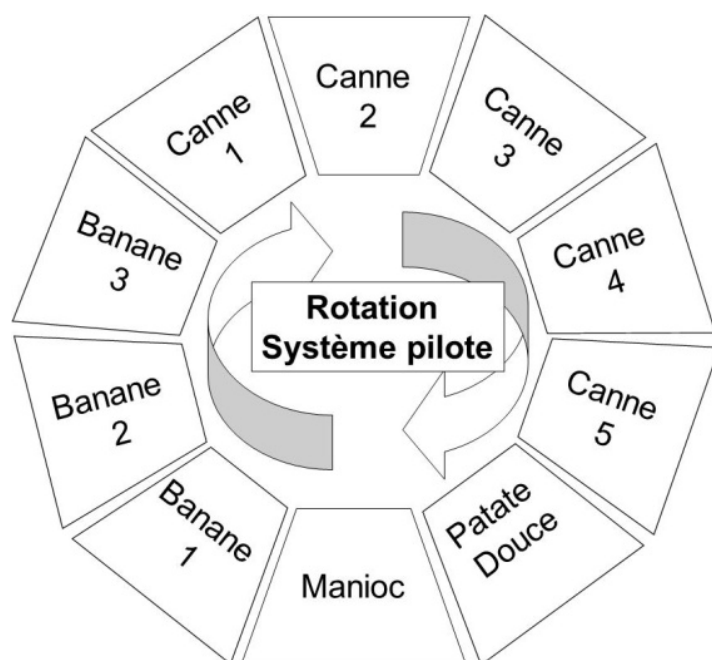


Figure 4 : Assolement et rotations des cultures du système pilote

3.2. Les systèmes d'élevage

L'objectif était de conduire simultanément des mono et des polygastriques pour valoriser au mieux les ressources végétales fibreuses et amylacées disponibles et disposer régulièrement de fumier et lisier pour la fertilisation organique des systèmes de culture. Les géotypes créoles ont été retenus car plus adaptés au milieu. Compte tenu de leurs besoins alimentaires plus faibles que les races importées, ils sont les mieux à même de valoriser des ressources non conventionnelles de valeurs alimentaires déséquilibrées.

	Système bovin	Système Porcin
Race	Créole (résistance + valorisation ressources)	
Engraissement	22 mois (GMQ de 600g)	3 mois (GMQ de 500 g)
Besoins alimentaires	2 Kg MS pour 100 Kg de poids vif	2,5 Kg MS/jour, soit 20-22 MJ et 8 g de Lys digestible.
Composition de la ration	Fibres : tronc + feuille bananier, canne broyée Energie : Canne broyée Protéines : Légumineuses + tourteau de soja	Energie : banane (fruits) Protéines : tubercules et feuilles de patate douce et manioc + tourteau de soja
Vente	Bovin de de 450 kg	Porc de 60 Kg

Tableau 2 : Principales caractéristiques des systèmes d'élevage du pilote (source panel d'experts Octobre 2012)

Les animaux sont conduits en stabulation sur litière (paille ou bagasse de canne à sucre). Il s'agit uniquement d'animaux à l'engraissement, alimentés à partir des ressources végétales produites sur la ferme, composées d'une partie des productions commercialisables et de l'ensemble des coproduits. Ces ressources étant pour la plupart énergétique, une complémentation azotée (tourteaux de soja) est apportée en l'absence de légumineuses. La litière (déjections + paillage) est compostée pour fertiliser les cultures.

4. Les flux

Les flux internes et externes du système ont été inventoriés. Néanmoins, seulement deux flux principaux de matières, i.e. ceux allant des cultures vers les animaux (alimentation), et ceux allant des animaux vers les cultures (fertilisation) ont été pris en compte pour la conception du système. Les autres flux sont mesurés dès la mise en place du système.

4.1 Des cultures vers les animaux

Sur la base des volumes de productions, il est possible d'estimer le rendement des différentes fractions des productions présentes (Tableau 3).

Systèmes de culture	Caractéristiques				Fraction	Production (annuelle)		
	Cycle	Parcelles (0,5 ha)	Densité	Besoins (N/P/K)		% MS	t/ha MS	t/ha frais
Banane	2 ans	2	2 000	300/60/600	Fruits	20	7,4	37
					Feuille	13	6,8	52
					Tronc	10	2,1	210
Canne à sucre	4 ans	4			Tige	30	24	80
					Amarre-Feuille	27	8	30
					Bagasse	50	24	48
Manioc	1 an	1	8 000	25/25/50	Tubercule	40	4	10
					Feuille	20	3	15
Patate Douce	2 cycles de 3-4 mois	1	30 000	50/80/110	Tubercule	40	4,8	12
					Feuille	16	9	55

Tableau 3 : Prévisions des productions des systèmes de culture (source panel d'experts Octobre 2012)

Au regard des quantités produites et des besoins des animaux, il est prévu de conduire 3 bandes de 10 porcins (sur 3 mois d'engraissement) et 5 bovins (sur 18 mois d'engraissement).

L'objectif du pilote étant à la fois la commercialisation de denrées animales et végétales, il n'est pas envisagé de distribuer la totalité des productions végétales commercialisables (tige canne, banane et tubercules) aux animaux. Par ailleurs, les productions de produits et de coproduits pour alimenter les animaux n'étant pas disponibles toute l'année mais uniquement en période de récolte, les rations vont varier au cours de l'année. Les rations proposées sont fonction des ressources végétales disponibles (quantités, régularité, valeur alimentaire), des besoins des animaux (énergétique et protéinique) et de l'ingestibilité de chaque ressource. Pour les bovins, la canne pouvant être coupée quotidiennement, elle représentera la base de leur ration d'engraissement (Archimède *et al.*, 2010a). Pour les porcins, la banane n'étant disponible que 6 mois par an et les tubercules 3 mois par an (voir calendrier), la ration des porcins sera différente pour chaque bande (engraissement sur 3 mois) avec une partie ensilée.

4.2 Des animaux vers les cultures

Les quantités de déjections animales et leur composition peuvent être estimées par la composition de la ration et de la digestibilité de chacune des ressources. Par la suite, on procède à une estimation de la fraction végétale nécessaire à la production de compost (40 % MS animal + 60 % MS végétale) et de la quantité de compost produite. Dans le calcul, ne sont considérés que les apports de matière sèche (fèces). Les quantités d'urines ne sont pas prises en compte, la qualité du compost (éléments nutritifs + apport MO) n'étant pas évaluée *a priori*. Compte tenu des effectifs retenus (5 bovins sur un an et 30 porcins sur un an), il est envisagé de produire 50 tonnes de compost. Il est alors possible d'épandre sur chaque parcelle le double de l'apport minimal préconisé (12 t/ha).

5. Résultats attendus et référentiels

Concernant les animaux, les performances de croissance sont évaluées par des pesées mensuelles. Le suivi de l'alimentation est réalisé par des pesées journalières une semaine par mois des quantités offertes et refusées. Ces mesures permettent un ajustement de la ration par rapport au croît des animaux. Des échantillons sont collectés durant la semaine de mesure de l'ingestion pour analyse de la valeur alimentaire. Les volumes de déjections sont mesurés par pesée au curage des loges. Les pertes lors du compostage sont estimées par différence entre les quantités compostées et les quantités épandues. Des analyses de sol sont réalisées une fois par an.

Concernant les cultures, les rendements des cultures sont évalués à la récolte. Le rendement des coproduits est estimé lors de la collecte pour l'alimentation animale. Les performances agronomiques et environnementales sont comparées au référentiel régional et au reste de l'exploitation de l'EPLEFPA conduit de manière conventionnelle. Un bilan agronomique (cycle de nutriments) pourra ainsi être réalisé. Les temps de travaux sont mesurés pour chaque opération technique. En relation avec un suivi des intrants et de la commercialisation des produits, ils permettront de réaliser une évaluation économique.

5.1 Référentiels technico-économiques

Il y a peu de connaissances cristallisées sur le fonctionnement de tels systèmes bien qu'ils soient prépondérants sur le territoire antillais. Ce pilote où la pression expérimentale peut être plus élevée que chez l'agriculteur (suivi d'EA) permet de créer de la référence technico-économique et les pratiques d'intégrations et de mesurer nombre d'indicateurs permettant le calibrage de modèle. Dans ce contexte, il a permis l'évaluation *ex ante* avec le modèle IMPACT® (Herrero *et al.*, 2007) de 6 scénarii, plus ou moins intégrés de systèmes. Il s'agissait du pilote tel quel, de systèmes spécialisés en productions animales ou en productions végétales ayant les mêmes spéculations que le pilote mais conduits sans intégration, et de systèmes innovants intégrant des légumineuses comme plantes de services (Fanchone *et al.*, 2012). Il ressort de cette modélisation que les SPE sont plus économes en intrants que les systèmes spécialisés (moins de produits fertilisants, phytosanitaires, ou de concentrés pour l'alimentation des animaux). Néanmoins, ce gain économique ne suffit pas à couvrir le besoin supplémentaire en main d'œuvre lié à l'intégration entre cultures et élevage i.e., récolte des coproduits de cultures pour l'alimentation des animaux et récolte des effluents pour la fertilisation des cultures.

Des innovations (petite mécanisation, récolte directe des coproduits par les animaux) sont en cours d'étude et permettront d'améliorer les performances de ces systèmes.

5.2 Tests d'innovations

La description des nouveaux itinéraires techniques culturaux, des modes d'alimentation du bétail à base de ressources non conventionnelles, des techniques de compostage et de fertilisation, l'emploi des plantes de services ou la valorisation de cultures duales sont autant d'innovations agronomiques et ou zootechniques (encadré 2). Les innovations sont aussi d'ordre technologique avec des améliorations à apporter dans le domaine de l'agroéquipement sur la base d'un matériel adapté aux travaux localisés (travail du sol, cultures en interrang, fauche, ..) mais aussi sur des techniques de conservation des aliments du bétail adaptées aux ressources et aux conditions du milieu (nature, répartition dans l'année, petit volume, ...).

Encadré 2 : Innovations en cours d'évaluation

Au niveau du sol

- **Apports de matière organique** : Les volumes de déjections produits par les animaux permettent de réduire considérablement les apports en fertilisants chimiques. Epandues en frais, elles peuvent induire une carence en azote de la plante cultivée liée à une fixation de l'azote du sol par les microorganismes durant leur phase de minéralisation. Le compostage s'avère une alternative intéressante à tester. Sierra *et al.* (2013) ont testé, en station expérimentale (piles de 1,6 m de haut et de 1,5 m de diamètre au sol), plusieurs stratégies de

compostage et de vermicompostage. Les volumes de déjections produits par les animaux et leurs compositions permettent le calcul de la quantité de compost produit. Dans notre système, cinquante tonnes de compost pourraient être produites par an. Nous testerons différentes stratégies de compostage et différentes stratégies d'épandage.

- **Mulch papier et paille de canne à sucre** : Habituellement utilisé pour contrôler l'enherbement de l'igname, il sera testé sur d'autres cultures (patate douce, manioc). Tournebize *et al.* (2013) ont testé son effet sur l'enherbement à petite échelle 30 à 100 m de long. L'objectif dans le cadre du système pilote est de le tester sur des parcelles de 0.5 ha. La paille est issue des parcelles de canne à sucre du pilote. Elle est pressée sous forme de balles rectangulaires, ce qui facilite son transport et sa mise en place. Il est important de laisser au moins 50% de la paille sur la parcelle de canne afin qu'elle joue aussi son rôle de couverture du sol dans ces systèmes. Un bon réglage du matériel de récolte est donc indispensable.

Au niveau des cultures

- **Associations culturales** : Elles ont pour objectifs i) d'assurer la fertilisation de la culture principale, ii) de compléter la ration des animaux, iii) de permettre un contrôle des parasites des cultures (adventices et bio-agresseurs), et/ou iv) d'assurer un revenu complémentaire à l'exploitant. Aucune culture d'association ne remplit l'ensemble de ces fonctions. SIMSERV, un modèle expert (http://toolsforagroecology.antilles.inra.fr/simserv/index.php?lang=fr_FR) a été développé à partir d'essais réalisés en stations expérimentales. Il permet de choisir les espèces les plus adaptées aux conditions de l'exploitation en tenant compte des objectifs de l'exploitant et des conditions pédoclimatiques. L'objectif est de fournir à l'exploitant un panel de solutions possibles dans lequel il retiendra la plus adaptée à son système. Durant la phase de mise en place, l'accent a été mis sur les légumineuses (arachide, stylosanthes, vigna, canavalia) associées au manioc et à la banane (stylosanthes). D'autres cultures associées (graminées, maraîchage, ...) seront testées par la suite.

- **Double rang en manioc** : Le manioc a été planté en double rang (60 cm) avec un inter-rang de 1,4 m, ce qui permettra d'installer une plante de couverture dans l'inter-rang pouvant être fauchée pour l'alimentation animale.

Au niveau des animaux

- **Choix des génotypes** : Créoles adaptés, productifs et multifonctionnels.

- **Alimentation des animaux** : Les rations des animaux ont été construites sur la base de données cristallisées (essais analytiques) sur la valeur alimentaire des ressources et les rendements des cultures (Archimède *et al.*, 2011a,b). Dans ces essais, les interactions digestives ont souvent été ignorées alors que la plupart des ressources utilisées sont riches en tanins pouvant altérer la digestion des composés de la ration. Le suivi des performances des animaux permettra voir l'adéquation entre données théoriques et valeurs obtenues sur le terrain.

Conclusion :

Les nouvelles techniques développées au sein de ce système pilote dans une approche systémique et en lien avec les réalités du terrain permettront de capitaliser des référentiels technico-économiques sur le processus d'innovation tout en évaluant la pertinence de tels systèmes en comparaison aux systèmes conventionnels. Par ailleurs, comme ce système pilote est inclus dans le projet RFD en complémentarité avec les suivis des EA guadeloupéennes ou encore des travaux de recherche plus analytiques, les résultats obtenus permettront une diffusion plus adéquate des résultats car remis en contexte entre besoins des acteurs du développement et hypothèses scientifiques. La localisation du système au sein du lycée agricole de Guadeloupe permet de s'en servir comme support pour la vulgarisation des pratiques d'intégration aux futurs acteurs du monde agricole. Les performances agronomiques (rendements, fertilité du sol, ...) et zootechniques (rendements, et qualité des produits, ...), l'évaluation des flux de matières entre compartiments, l'estimation des temps de travaux, les résultats économiques (marge brute, ...) issus de la comptabilité de l'EA seront présentées dans une prochaine communication.

Références bibliographiques

- Archimède H., Xande X., Gourdine J.L., Fanchone A., Alexandre G., Boval M., Coppy O., Arquet R., Fleury J., Regnier C., Renaudeau D., 2011a. La canne à sucre et ses co-produits dans l'alimentation animale. *Innovations Agronomiques* 16, 165-179.
- Archimède H., Gourdine J.-L., Fanchone A., Alexandre G., Marie Magdeleine C., Calif E., Fleury J., Anais C., Renaudeau D., 2011b. Le bananier et ses produits dans l'alimentation animale. *Innovations Agronomiques* 16, 181-192.
- 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.
- Chochet H., Devienne S. 2006. Fonctionnement et performances économiques des systèmes de production agricole : une démarche à l'échelle régionale. *Cahiers Agricultures* 15, 578–583.
- Coquil X., Béguin P., Fiorelli J.L., Trommenschlager J.M., Dedieu B., 2012. Apprendre l'autonomie dans les systèmes de polyculture élevage laitier. *Innovations Agronomiques* 22, 85–99
- Dedieu B., Aubin J., Duteurtre G., Alexandre G., Vayssieres J., Bommel P., Faye B., 2011. Conception et évaluation de systèmes d'élevage durables en régions chaudes à l'échelle de l'exploitation. *INRA Productions Animales* 24,113–28.
- Dedieu B., Faverdin P., Dourmad J.Y., Gibon A., 2008. Système d'élevage, un concept pour raisonner les transformations de l'élevage. *INRA Productions Animales* 21, 45–58.
- Fanchone A., Stark G. Alexandre et al. 2013. The use of agroecological concepts to design integrated crop–livestock systems: the case of the French West Indies. EAAP, Annual Meeting of the European Association for Animal Production, Nantes, France.
- Herrero M., González–Estrada E., Thornton P.K., et al 2007. IMPACT: generic household-level databases and diagnostics tools for integrated crop-livestock systems analysis. *Agricultural Systems* 92, 240-262.
- Le Gal P.Y., Dugué P., Faure G., Novak S., 2011. How does research address the design of innovative agricultural production systems at the farm level? A review. *Agricultural Systems* 104, 714-728
- Meynard J.M., Dedieu B. Bos B., 2012. Re-design and co-design of farming systems: An overview of methods and practices. In: I. Darnhofer, D. Gibbon, B. Dedieu (Eds), *Farming systems research into the 21st century: the new dynamic*. Dordrecht: Springer. pp. 407–431
- Odum E.P., 1969. The strategy of ecosystem development. *Science* 164, 262–270
- Sierra J., Loranger-Merciris G., Desfontaines L., Boval M., 2014. Aerobic microbial activity in four tropical earthworm-soil systems. A mesocosm experiment. *Soil Research* 52, 861–876.
- Stark F., Alexandre R., Diman C., Fanchone A., Alexandre G., Diman J.L., 2010a. Intégration au sein des systèmes polyculture élevage en Guadeloupe : 1ère caractérisation. 3R, Paris, Décembre 2010, 17, 421–424.
- Stark F., Alexandre R., Diman J.L., Alexandre G., 2010b. A participatory approach in agricultural development. *Advances in Animal Biosciences* 1, 507–508.
- Tournebize R., Kelemen J., Sierra J., 2013. Contrôle des adventices avec du paillage papier : l'expérience guadeloupéenne. 22e Conférence du COLUMA. Journées Internationales sur la Lutte contre les Mauvaises Herbes, Dijon, France, 10–12 décembre 2013.
- Wilfart A., Corson M.S., Aubin J., 2012. La méthode EMERGY: principes et application en analyse environnementale des systèmes agricoles et de production animale. *INRA Productions Animales* 25, 57–65.