

Viabilité de la culture du cacaoyer en Guyane française – approche par simulation

Stéphane Saj, Louis Heck, Emma Decayeux

▶ **To cite this version:**

Stéphane Saj, Louis Heck, Emma Decayeux. Viabilité de la culture du cacaoyer en Guyane française – approche par simulation. Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement / Biotechnology, Agronomy, Society and Environment, 2022, 26 (1), pp.55-67. 10.25518/1780-4507.19552 . hal-04024226

HAL Id: hal-04024226
https://hal.inrae.fr/hal-04024226

Submitted on 10 Mar 2023

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 4.0 International License

B A S E *Biotechnol. Agron. Soc. Environ.* 2022 **26**(1), 55-67 OPEN ACCESS

Viabilité de la culture du cacaoyer en Guyane française – approche par simulation

Stéphane Saj, Louis Heck, Emma Decayeux

CIRAD - UMR ABSys. CIRAD Guyane. Campus Agronomique de Kourou. BP 701. F-97387 Kourou cedex (France).
E-mail : stephane.saj@cirad.fr

Reçu le 26 juillet 2021, accepté le 24 janvier 2022, mis en ligne le 22 février 2022.

Cet article est distribué suivant les termes et les conditions de la licence CC-BY (http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/deed.fr)

Description. La culture du cacaoyer en Guyane tend à se (re)développer et nécessite aujourd'hui des références technico-économiques adaptées.
Objectifs. Réalisation d'une évaluation de la viabilité technico-économique de la cacaoculture et de la transformation de ses produits.
Méthode. Modélisation des produits et des couts de l'exploitation d'un hectare selon deux modes de gestion différents et trois types de produits finis.
Résultats. Le système de culture installé après défriche partielle d'une forêt demande moins de main-d'œuvre et de trésorerie que le système s'appuyant sur l'association au bananier qui, lui, permet un retour sur investissement avant maturité de la production cacaoyère. Pour être viables, les systèmes de culture ayant pour seule finalité la production de fèves fermentées et séchées nécessiteraient des rendements de l'ordre d'1 tonne·ha^{-1} pour des prix de vente planchers souvent supérieurs à 10 000 €·t^{-1}, ce qui interroge fortement sur leur faisabilité. Pour la production transformée en bâton de cacao ou en chocolat, la viabilité économique serait plus facilement acquise, mais demanderait un investissement et une technicité qui ne sont pas forcément accessibles aujourd'hui à toutes les exploitations qui s'engagent dans la cacaoculture.
Conclusions. Nos résultats soulignent la nécessité de (re)considérer dans les régions ultramarines françaises : (i) la nature et l'usage des espèces associées aux cacaoyers ; (ii) le statut de culture principale ou non du cacaoyer dans les exploitations agricoles ; (iii) la diversification des produits du cacaoyer permettant de nourrir plusieurs marchés ; (iv) l'organisation collective de la filière naissante pour soutenir la production et la transformation ; (v) l'accompagnement technique et financier (ex : aides PAC) des agriculteurs se lançant en cacaoculture.
Mots-clés. Agroforesterie, bâton de cacao, cacaoculture, chocolat, système de culture, transformation, *Theobroma cacao*, *Musa* sp., *Inga edulis*.

Viability of cocoa cultivation in French Guiana – a modeling approach
Description of the subject. The cultivation of cocoa trees in French Guiana is currently experiencing a renewed level of interest and activity. A suitable framework is therefore needed to study the viability of this emerging area of cultivation.
Objectives. To carry out an assessment of the technico-economic viability of cocoa cultivation and the processing of its products.
Method. The costs and benefits of two different cropping systems and three types of end products were modeled.
Results. The cropping system installed after partial forest clearing requires less labor and cash flow than the system based on association with banana, which allows a return on investment before the maturity of cocoa production. In order to be viable, cropping systems whose sole purpose is the production of fermented and dried beans would require yields of approximately 1 ton·ha^{-1} and floor prices often above € 10,000·t^{-1}. Such a result questions the feasibility of these systems. If beans were processed into cocoa sticks or chocolate, economic viability would be more easily acquired, but this would require investments that are not necessarily compatible with the cash flow of farms currently involved in cocoa farming.
Conclusions. These results highlight the need to (re)consider in French overseas regions: (i) the nature and use of species associated with cocoa trees; (ii) the status of the cocoa tree as the main crop (or not) on farms; (iii) the diversification of cocoa products making it possible to feed several markets; (iv) the collective organization of the emerging sector to support production and processing; (v) technical and financial support (*e.g.*: CAP aid) for farmers embarking on cocoa farming.
Keywords. Agroforestry, cocoa stick, cocoa farming, chocolate, cropping system, processing, *Theobroma cacao*, *Musa* spp., *Inga edulis*.

1. INTRODUCTION

Les collectivités d'Outre-Mer connaissent un certain engouement pour les cultures du passé (vanille, épices, cacao, café). Dites « patrimoniales », elles peuvent s'insérer dans des systèmes agroforestiers et constituer un outil de diversification « éco-compatible » ou de meilleure valorisation du foncier (Saj, 2021). Alors que plusieurs dizaines d'agriculteurs domiens semblent s'être lancés dans la cacaoculture, très peu d'informations concernant la viabilité de cette activité y existent à ce jour. Or, la réémergence de cette culture dans les Outre-Mer pose la question de la valorisation économique d'une culture du « Sud » dans des conditions socio-économiques et législatives européennes. En effet, le cacao marchand (fèves fermentées séchées) est une denrée qui s'échange sur un marché mondial dérégulé où son prix moyen depuis 10 ans fluctue entre 2 100 et 2 900 US $\$\cdot t^{-1}$ (Voora et al., 2019 ; Nymex, 2020). Dans les territoires ultramarins, la difficulté d'accès aux – et l'inadaptation actuelle des – (i) équipements et fournitures, (ii) normes et contraintes administratives, (iii) dispositifs d'aides PAC, (iv) cout de la main-d'œuvre agricole, constituent autant de facteurs défavorables à la mise en concurrence sur ce marché d'une production de cacao marchand domien (Deloitte Conseil, 2018 ; Ozier-Lafontaine et al., 2018).

Le Brésil est un bon exemple de concurrence sur ce marché international. Ce voisin de la Guyane est le berceau historique de la cacaoculture mondialisée qui s'y est développée à partir du XVIII^{e} siècle. Avec des surfaces cultivées actuellement en expansion dans le nord du bassin amazonien (CNUCED, 2016 ; Fountain & Hütz-Adams, 2018) et un cout de main-d'œuvre bien inférieur à la France (mais supérieur à l'Afrique), le pays est actuellement sixième producteur mondial avec un rendement moyen de 415 $kg\cdot ha^{-1}$ (FAOSTAT, 2020). À la vue du faible potentiel de culture comparé à ce géant, la Guyane ne pourrait s'en démarquer qu'en proposant un produit de niche – basé potentiellement sur le groupe guiana (Motamayor et al., 2008) – permettant de compenser les couts de production plus importants en France. Ce marché de niche, synonyme de haute valeur ajoutée, peut par exemple être atteint grâce à :

— une qualité organoleptique du cacao marchand produit supérieure à la moyenne – pouvant être obtenue par un choix variétal pertinent et une bonne maitrise du processus de fermentation (Assemat et al., 2005 ; Lachenaud et al., 2007) ;
— la mise en place d'un système de production au sein des exploitations, comportant un atelier de fabrication de produits chocolatés (bâton, chocolat).

Ce sont vers ces deux options que semblent s'orienter les cacaoculteurs actuels (ou en devenir) de Guyane et plus largement des Outre-Mer (Saj, 2021). Mais elles restent aujourd'hui à valider. En effet, même si la Guyane semble aujourd'hui en possession d'un matériel génétique intéressant, son comportement en conditions réelles reste en cours d'évaluation. Par ailleurs, les quelques agriculteurs transformant eux-mêmes une production (ou une cueillette sur des vestiges d'anciennes plantations) sont des pionniers pour qui la validation d'un modèle économique incluant un atelier de transformation reste à construire à plus long terme.

Enfin, le cacaoyer est, comme d'autres cultures en Outre-Mer, une espèce « orpheline » pour laquelle (i) les compétences locales se sont perdues au fil des générations et (ii) les références techniques locales sont quasi-inexistantes (Chambre d'agriculture de Guadeloupe, 2014). Par ailleurs, la très grande jeunesse de l'immense majorité des systèmes composés principalement de cacaoyers, associée à la diversité des systèmes de cultures mis en place et des objectifs de valorisation (Saj, 2021), rendent à ce jour difficile la proposition de modèles économiques calés sur une réalité de terrain et une maitrise technique de la conduite au champ ou d'ateliers de transformation. De nombreuses références techniques existent de par le monde, sur lesquelles semblent d'ailleurs s'adosser épisodiquement les agriculteurs et techniciens ultramarins. Elles sont parfois francophones mais généralement anciennes (et dès lors peu accessibles) et/ou peu adaptées aux contextes pédoclimatiques locaux (Braudeau, 1969 ; Mossu, 1990 ; Conseil du Café-Cacao, 2015). Elles sont également lusophones (Mello & Gross, 2013 ; Sodré et al., 2017), anglophones ou hispanophones (Batista, 2009 ; Adabe & Ngo-Samnick, 2014). Même lorsqu'elles sont adaptées aux contextes pédoclimatiques ou aux types de systèmes de culture mis en place dans les Outre-Mer, leurs modèles économiques de production de cacao marchand ne sont pas directement transposables.

Ainsi, l'étude ci-après propose un exercice prospectif d'évaluation technico-économique de la mise en place puis de la gestion de deux systèmes de culture à base de cacaoyers en Guyane avec trois types de productions valorisées : la fève de cacao fermentée et séchée, le bâton de cacao, le chocolat. Pour ce faire, nous avons créé un modèle permettant de simuler les couts et les bénéfices issus de la mise en valeur de l'exploitation d'1 ha. Ce modèle *ad hoc* a été calibré sur une réalité de terrain (encore très parcellaire) observée sur de très jeunes systèmes de culture de Guyane, puis complété par des enquêtes semi-directives et par des hypothèses de gestion et d'évaluation de ces couts de gestion à dire d'experts ou grâce à la littérature grise. Nous avons fait l'hypothèse qu'un tel modèle

permettait (1) la comparaison *ex ante* entre systèmes de cultures tout au long de leur cycle de vie et entre types de valorisations, ainsi que, (2) la discrimination entre combinaisons [systèmes de culture x types de produits finis] viables et non viables financièrement parlant. Enfin, nous faisions l'hypothèse (3) qu'en simulant l'évolution des relations entre prix de vente des produits finis et rendements au champ pour des niveaux de marge donnés, ce type de modélisation permettrait de construire des « abaques théoriques » utiles à la réflexion de la profession agricole locale.

2. MATÉRIEL ET MÉTHODE

Notre travail suit les grandes étapes de la démarche prospective proposée par De Jouvenel (1999) :
— définition du problème et horizon temporel de son développement ;
— construction du système étudié et identification des variables d'intérêt ;
— recueil des données et élaborations d'hypothèses permettant
— de construire les futurs scénarios possibles dont
— l'analyse soutient les réflexions stratégiques (**Figure 1**).

Dans les sections suivantes sont détaillées certaines de ces étapes. Par ailleurs, l'**annexe 1** rassemble les itinéraires techniques au champ et processus de transformation retenus pour l'étude. L'**annexe 2** rassemble quant à elle les couts fixes, charges, prix de vente des produits à la sortie de l'exploitation.

2.1. Récolte des données et choix pour la modélisation

Choix et données techniques à la parcelle. Nous avons sélectionné deux systèmes de cultures (SdC) correspondant à ceux majoritairement mis en place par les agriculteurs démarrant actuellement la cacaoculture en Guyane et pour lesquels il a été possible de réaliser six enquêtes semi-directives en 2020. Le premier SdC consiste en une installation de cacaoyers sous canopée d'une forêt secondaire partiellement défrichée (densité des arbres associés conservés : 100 à 150 pieds·ha^{-1}). Ce système est par la suite appelé « prototype 1 ». Le deuxième SdC consiste en l'installation d'une cacaoyère sur savane ou prairie et mise en place d'un ombrage temporaire de bananiers (*Musa* sp.), dont le relais est pris par des sucrins (*Inga edulis*) d'usage commun en Amazonie (Lojka et al., 2010). Ce système est par la suite appelé « prototype 2 ». Le cycle de



Figure 1. Diagramme de la démarche de l'étude (texte en noir) au regard des grandes étapes de la méthodologie de prospective proposée par de Jouvenel (1999) (texte en blanc) — *Diagram of the study process (text in black) with regard to the main stages of the foresight methodology proposed by de Jouvenel (1999) (text in white).*

vie des prototypes a été découpé en trois périodes distinctes :
— phase d'installation, de 0 à 2 ans ;
— phase de croissance, de 3 à 6 ans ;
— phase de croisière/maturité de production, au-delà de 6 ans.

La densité de plantation des cacaoyers est considérée fixe dans le temps et de 1 111 pieds·ha^{-1} pour les deux prototypes (Mossu, 1990 ; Lachenaud, 2005). Dans le prototype 2, la densité de bananiers à la plantation est de 1 600 pieds·ha^{-1} (CIRAD, 2015) et va décroissant avec le temps (1 200 pieds·ha^{-1} en année 4, 800 pieds·ha^{-1} en année 5) jusqu'à atteindre 0 en année 6. Les sucrins sont plantés en année 0 à la densité de 123 pieds·ha^{-1}, soit en 9 * 9 m. Les cacaoyers sont menés en agriculture biologique tout au long de leur vie dans les deux prototypes et les bananiers sont menés en conventionnel (mais sans pesticides). Les itinéraires techniques pour les deux prototypes sont proposés en **annexe 1a**.

Le rendement des cacaoyers a été considéré comme nul en phase 1. Les données concernant les rendements en phase 2 et 3 étant minimes ou inexistantes en Guyane, des niveaux de rendements ont été déterminés à dire d'experts. Ainsi, ont été sélectionnés pour la simulation quatre niveaux de rendement (300, 600, 900 et 1 200 kg·ha^{-1}). Ces niveaux sont à comparer au niveau mondial moyen en 2018 qui est de 444 kg·ha^{-1} (FAO, 2020), ainsi qu'à ceux que l'on peut retrouver dans des systèmes à bas intrants plus ou moins complexes à travers le monde (Somarriba et al., 2013 ; Saj et al., 2017). Pour le prototype 2, le niveau de rendement de chaque bananier a été considéré fixe (15 kg par régime ; basé sur les dires d'agriculteurs locaux) et la baisse du rendement à l'hectare selon l'année liée/corrélée à la baisse de densité. Ainsi, les rendements en banane suivants ont été simulés : 24 t en année 1, 32 t en année 2, 48 t en année 3, 36 t en année 4, 24 t en année 5, puis 0 t les années suivantes.

Choix et données techniques de transformation. Trois types de produits finis ont été considérés :
— la fève fermentée et séchée ;
— le bâton de cacao, produit de consommation traditionnel aux Antilles-Guyane (Béreau et al., 1992 ; Schnepel, 2002), contenant de la pâte de cacao (issue de la transformation de fèves fermentées et séchées) et du sucre ;
— le chocolat, contenant de la pâte de cacao (issue de la transformation de fèves fermentées et séchées), du beurre de cacao et du sucre.

Les compositions (massiques) des produits finis ont été fixées à : 60 % de pâte de cacao, 30 % de sucre et 10 % d'épices pour le bâton de cacao ; 60 % de pâte de cacao, 10 % de beurre de cacao et 30 % de sucre pour le chocolat. Aucune distinction dans les techniques et les équipements de transformation n'a été effectuée entre les prototypes. Un seul processus et dimensionnement de la transformation est ici proposé, basé sur l'existant local (**Annexe 1b**).

Choix et données économiques. L'évaluation des couts à la parcelle et à l'atelier de transformation a été réalisée en deux étapes :
— une enquête auprès d'agriculteurs, d'agriculteurs-transformateurs et de fournisseurs locaux permettant de définir les temps de travaux, les couts fixes et les investissements alloués à chaque pratique de l'itinéraire technique ou du processus de transformation ;
— un travail bibliographique de référencement des couts fixes et des investissements disponibles sur le territoire (ex : DAAF de Guyane, 2019). Ces données mixtes ont été moyennées et un résumé des couts fixes utilisés est proposé en **annexe 2a**. Les couts de main-d'œuvre ont été fixés au SMIC journalier actuel, 71,05 €·j^{-1}, pour des journées de travail de 7 h (DILA, 2020). Ils ont été estimés à l'année (sous forme de jours·an^{-1}) car ils nécessitent une approche sur le long terme pour une culture pérenne – différente de celle souvent utilisée pour des cultures annuelles.

Les prix de vente des produits finis, vendus « à la sortie des exploitations », ont été sélectionnés à partir des prix de ventes d'agriculteurs/transformateurs locaux ou antillais (cf. **annexe 2b**, certaines informations ont été données de manière informelle et ne sont pas publiques). Ainsi, six niveaux de prix ont été retenus pour la simulation de chaque produit fini : 2,5, 5, 10, 20, 30 et 40 €·kg^{-1} pour les fèves ; 10, 20, 30, 50, 70, 90 €·kg^{-1} pour le bâton de cacao ; 20, 30, 40, 60, 80, 100 €·kg^{-1} pour le chocolat. Pour la fève fermentée séchée, les prix sélectionnés sont à apprécier au regard du prix de vente sur le marché boursier d'en moyenne 1,78 à 2,5 €·kg^{-1} (Voora et al., 2019 ; Nymex, 2020). Pour le chocolat, ils le sont au prix moyen des tablettes de chocolat noir vendues en France métropolitaine : 9,32 €·kg^{-1} (FAO & BASIC, 2020). Pour le prototype 2, le prix de vente des bananes a été fixé à 1 €·kg^{-1} (FranceAgriMer, 2020). Enfin, le prix de vente des produits issus de la défriche forestière ont été estimés et fixés à 1 000 €·an^{-1} pendant les six premières années.

2.2. Simulations réalisées et analyses

Un premier lot de simulations a eu pour objectif de déterminer les couts fixes, les temps et couts de main-d'œuvre associés à chaque prototype (n = 2), phase du cycle de vie (n = 3), niveaux de rendements en cacao marchand (n = 3 ou 4 en fonction de la phase du cycle

de vie), niveaux de prix de vente du produit fini (n = 6 pour chaque type de produit fini ; **Figure 2**).

Pour chacune des combinaisons simulées (n = 254), le calcul de ces premières variables de sortie a permis la détermination de ce que les auteurs ont qualifié de « marge brute annuelle », correspondant à la différence entre les prix de vente (hors taxe) et le cout de revient des produits finis (cacao et espèces associées) qui inclut ici les couts de main-d'œuvre. Les données fixes utilisées lors de ces simulations sont proposées en **annexe 2**. La marge brute et le besoin en main-d'œuvre des deux systèmes prototypés ont été analysés pour chaque phase temporelle *via* une ANCOVA, en utilisant comme facteur principal le prototype et, comme covariables, le niveau de rendement à la parcelle et de prix du produit fini. Elles ont été suivies du test de Tukey afin de discriminer les couples [prototype x type de produit fini] pour chaque phase temporelle des systèmes étudiés. Ces simulations avaient également pour objectif la comparaison entre les niveaux de marges brutes obtenus en phase de croisière (SdC ≥ 7 ans, n = 144) selon les SdC étudiés, les niveaux de rendement en cacao marchand et les types de produits finis vendus. Pour ce faire, ces marges ont été catégorisées selon les huit intervalles suivants (k€·ha^{-1}·an^{-1}) : ≤ -5 ;]-5 ; 0] ;]0 ; 5] ;]5 ; 10] ;]10 ; 20] ;]20 ; 30] ;]30 ; 50] ; > 50. La proportion de simulations dans chacun des intervalles ainsi définis a été analysée à l'aide du test exact de Fischer. L'évolution du prix de vente des produits finis et des rendements entre ces intervalles a été analysée *via* le test de Kruskal-Wallis (non-homogénéité des variances) suivi du test de Dunn.

La détermination du cumul des marges brutes annuelles sur 20 ans (incluant donc les trois phases d'évolution des systèmes) des différentes combinaisons testées [type de SdC x type de produit fini x niveau de rendement en cacao marchand] a constitué le deuxième lot de simulations effectuées (n = 360, les combinaisons avec une décroissance du rendement entre phases ont été ignorées). Elle avait pour objectif de déterminer le temps nécessaire au retour sur investissement et de discriminer les combinaisons pour lesquelles ce retour serait supérieur à 20 ans.

Enfin, l'application d'un modèle de régression linéaire (y = ax + b) sur les simulations effectuées pour la phase de croisière a eu pour objectif de déterminer, pour quatre niveaux de rendement en cacao marchand (300, 600, 900, 1 200 kg·ha^{-1}), l'évolution de la marge brute annuelle selon le niveau de prix de vente du produit fini. L'application d'un modèle de régression de type allométrique (y = a x b + c) sur les simulations effectuées pour la phase de croisière, a eu pour objectif de déterminer, pour trois niveaux de marges brutes positives attendues (0, 2 000, 5 000 €·ha^{-1}·an^{-1}), l'évolution du rendement en fonction du niveau de prix de vente du produit fini. Ces courbes constituent les abaques théoriques recherchés. Les équations de ces modèles sont disponibles en **annexe 3**.

L'ensemble des simulations a été effectué sur Excel (Microsoft, 2016). Les analyses et modélisations ont par la suite été effectuées sur XLStat (Addinsoft, 2019).

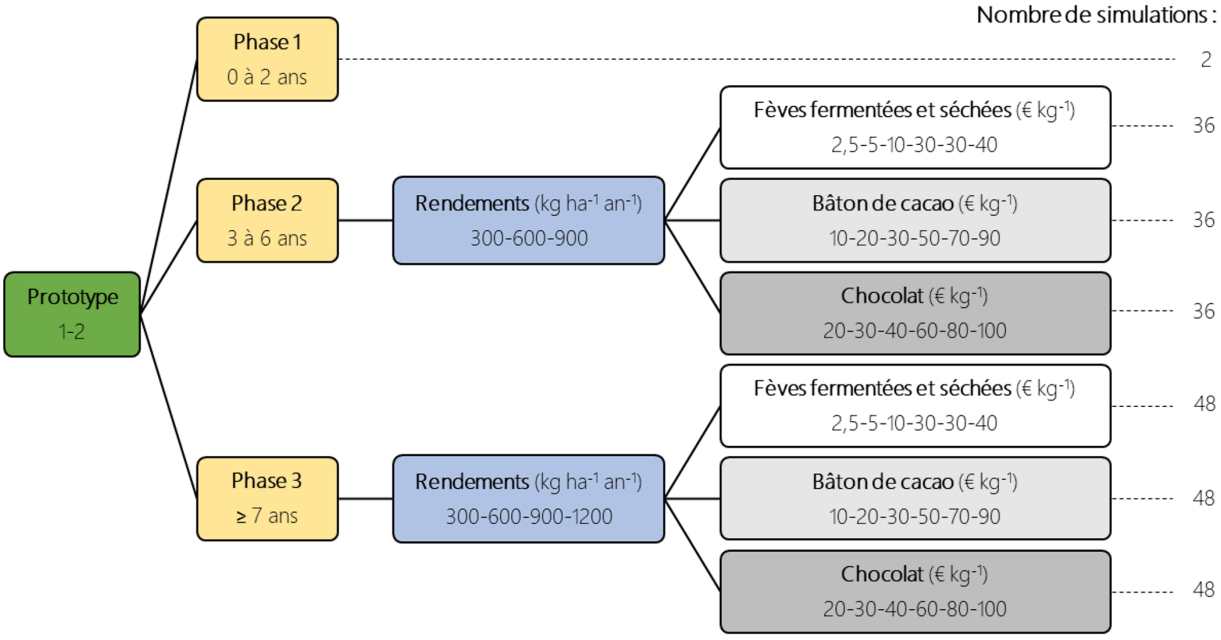


Figure 2. Diagramme des simulations réalisées — *Diagram of the simulations performed*.

Phase 1: phase d'installation — *installation phase* ; phase 2 : phase de croissance — *growth phase* ; phase 3 : phase de croisière — *established phase*.

3. RÉSULTATS

3.1. Évolution temporelle de la valorisation des systèmes de culture simulés

Phase d'installation. Le nombre de modalités des simulations ne permet pas de procéder à une discrimination statistique entre prototypes en phase 1 (installation). Le prototype 1 (cacao sous couvert forestier aménagé) montre une marge brute annuelle de -16 997 € pour 99 jours de travail. Le prototype 2 montre une marge brute annuelle de +19 385 € pour 211 jours de travail.

Phases de croissance et de croisière. Le niveau de rendement et celui de prix de vente du produit fini ont tous deux un effet significativement positif sur la marge brute annuelle en phase 2 (phase de « croissance » ; F = 104,6 et F = 445,5 resp. ; $p < 0{,}0001$) et 3 (phase de « croisière » ; F = 157,8 et F = 584,7 resp. ; $p < 0{,}0001$). La marge du prototype 2 est significativement plus élevée que celle du prototype 1 en phase 2 (F = 18,69 ; $p < 0{,}0001$) mais pas en phase 3 (F = 0,315 ; $p = 0{,}575$). La vente de bâton et de chocolat augmente significativement cette marge (**Figure 3ab**). Le niveau de rendement et celui de prix de vente du produit fini ont tous deux un effet significativement positif sur la marge en phase 2 (F = 36,0 et F = 17,7 resp. ; $p < 0{,}0001$) et 3 (F = 15,1, $p < 0{,}0001$ et F = 29,5, $p = 0{,}0002$). Le besoin annuel de main-d'œuvre du prototype 2 est significativement plus élevé que celui du prototype 1 en phase 2 (F = 61,3 ; $p < 0{,}0001$) mais pas en phase 3 (F = 0,754 ; $p = 0{,}387$). La vente de chocolat augmente significativement le besoin annuel en main-d'œuvre (**Figure 3cd**).

3.2. Discrimination des combinaisons [systèmes de culture *vs* types produits finis]

Intervalles de résultats financiers en phase de croisière. Aucun des quatre niveaux de rendement en cacao n'a pu être lié à un intervalle de marge brute annuelle particulier, même si une tendance d'influence positive de l'augmentation de ce niveau peut être observée à partir de l'intervalle [5-10] k€·ha^{-1}·an^{-1} (**Figure 4a** ; K = 13,63, $p = 0{,}054$ pour les fèves ; K = 12,36, $p = 0{,}054$ pour les bâtons ; K = 11,29, $p = 0{,}08$ pour le chocolat). Des niveaux de prix de vente ont en revanche pu être distingués en fonction des intervalles de marges considérés (**Figure 4b** ; K = 39,07, $p < 0{,}0001$ pour les fèves ; K = 34,24, $p < 0{,}0001$ pour les bâtons ; K = 34,64, $p < 0{,}0001$ pour le chocolat). Les marges négatives sont significativement liées à la production de fèves fermentées séchées majoritairement vendues à moins de 10 €·kg^{-1} (**Figure 4bc**). Les meilleures marges simulées (> 30 k€·ha^{-1}·an^{-1}) sont quant à elles significativement liées à la production de bâton de cacao et de chocolat lorsque ces derniers sont tous deux vendus au-dessus de 60 €·kg^{-1} (**Figure 4bc**).

Amortissement et marge brute annuelle minimum. Dans le cas du prototype 1, le calcul du cumul des marges a permis de discriminer les combinaisons [niveau rendement en cacao marchand x niveau prix de vente du produit fini] dont la marge brute annuelle est trop faible pour obtenir un retour sur investissement dans un laps de temps raisonnable à l'échelle de la culture de pérennes et de présenter les combinaisons où ce retour s'effectue en 20 ans ou moins (**Tableau 1**). Ainsi, la marge brute annuelle minimum en phase 3 y apparait proche de 2 000 €·ha^{-1} pour les combinaisons du prototype 1. Dans le cas du prototype 2, le retour sur investissement à la parcelle est plus rapide car soutenu par la production de banane. Ont été éliminées les combinaisons pour lesquelles la marge brute annuelle était inférieure à 1 000 €·ha^{-1} considérées comme peu intéressantes pour l'agriculteur. Ce faisant, la marge brute annuelle minimum en phase 3 est proche de 1 800 €·ha^{-1} pour les combinaisons étudiées du prototype 2 – expliquant la présence de quelques combinaisons supplémentaires pour ce dernier (ex : bâton vendu à 10 €·kg^{-1} pour un rendement de 900 kg·ha^{-1}, **tableau 1**). Une marge brute annuelle de 2 000 €·ha^{-1} a ainsi été retenue pour l'évaluation des prix planchers.

3.3. Estimation des prix de vente planchers et production d'abaques

L'outil de simulation a permis de faire varier le prix de vente du produit fini et de modéliser son évolution selon le niveau de rendement en cacao marchand. Les régressions linéaires appliquées ($R^2 > 0{,}99$, pour les intervalles de valeurs considérés) (**Figure 5abc**) ont permis d'établir des projections sur les niveaux de prix planchers pour l'obtention d'une marge brute annuelle nulle ou de 2 000 €·ha^{-1} (**Tableau 2**) qui sont présentées tout prototype confondu. Les régressions linéaires ainsi réalisées ont permis de compléter les simulations en fournissant des valeurs de rendement et de prix de vente des produits pour un niveau de marge brute donnée. Ont été ensuite sélectionnés trois niveaux de marges : 0 ; 2 000 ; 5 000 €·ha^{-1}. L'application de modèles non linéaires a permis de modéliser à son tour l'évolution du rendement en fonction du niveau de prix de vente du produit fini pour les niveaux de marge sélectionnés. Ainsi, les trois courbes obtenues pour chaque produit fini ($R^2 > 0{,}99$ pour les intervalles de valeurs considérés) ont permis de déterminer quatre aires de couples [prix de vente x rendement en cacao] (**Figure 5def**) :

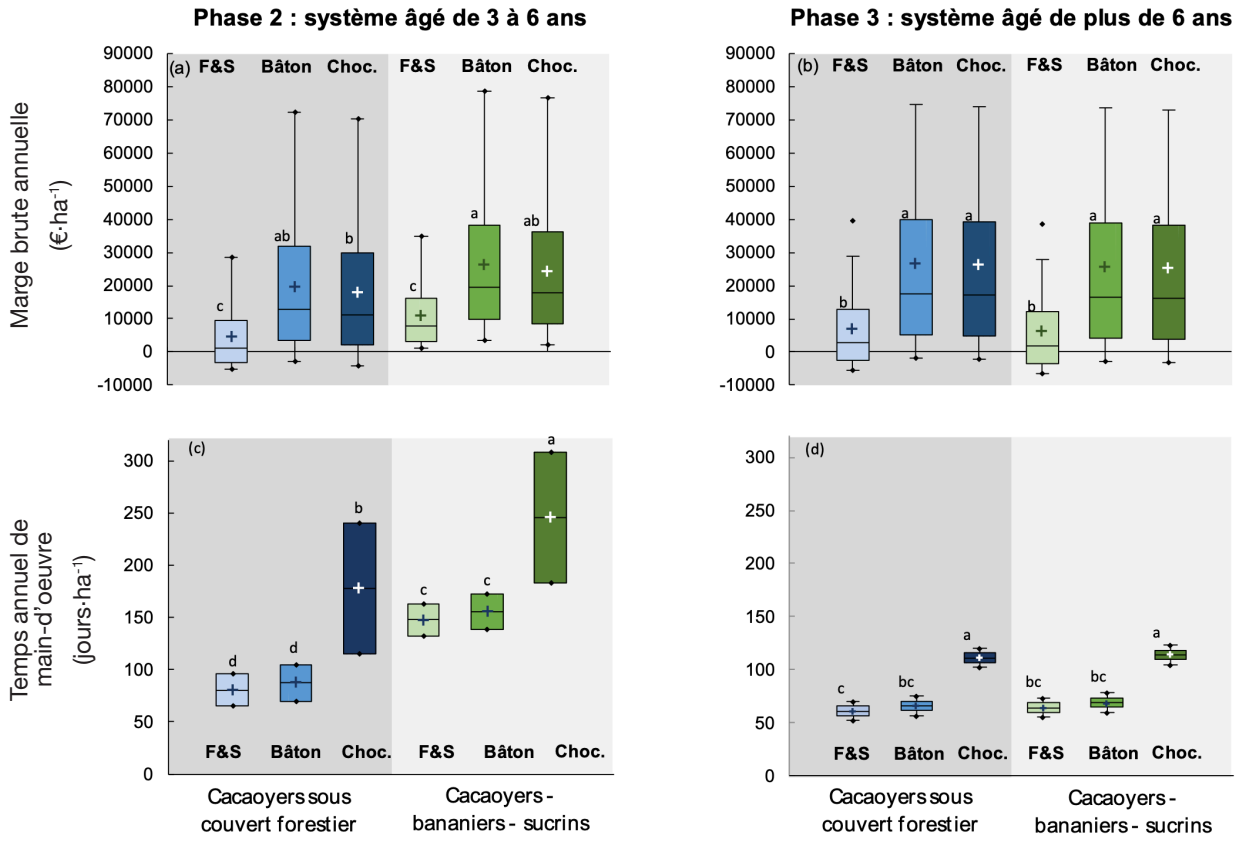


Figure 3. Moyenne (+), médiane (—) et intervalles inter-quartiles de la marge brute annuelle (€·ha^{-1}) incluant le cout de la main-d'œuvre et niveau de main-d'œuvre (jours) en phase de croissance (phase 2) et de croisière (phase 3) selon le type de système de culture et de produit fini — *Mean (+), median (-) and inter-quartile ranges of the annual gross margin (€·ha^{-1}) including the cost of labor and level of labor (days) in the growth (phase 2) and established phases (phase 3) depending on the type of cropping system and product*.

Des lettres différentes au-dessus des valeurs figurent des différences significatives ($p < 0{,}05$) — *Different letters above the values indicate significant differences* (p < *0.05)* ; F&S : fèves fermentées et séchées — *fermented and dried beans* ; Choc. : chocolat — *chocolate*.

Tableau 1. Prix de vente du produit fini et niveaux de rendements nécessaires pour obtenir un amortissement en 20 ans ou moins de la mise en valeur d'1 ha de cacaoyers — *Products' selling prices and levels of yields necessary to obtain a payback in 20 years or less from the development of 1 ha of cocoa trees*.

	Cacaoyers - bananiers - sucrins		**Cacaoyers sous couvert forestier**			
	Amortissement					
	1 à 2 ans (phase 1)		**3 à 6 ans (phase 2)**		**7 à 20 ans (phase 3)**	
	Prix (€·kg^{-1})	**Rendement** kg·ha^{-1})	**Prix** (€·kg^{-1})	**Rendement** (kg·ha^{-1})	**Prix** (€·kg^{-1})	**Rendement** (kg·ha^{-1})
Fèves	10	≥ 900	20 ; 30	≥ 900	10	≥ 1 200
	≥ 20	tout rendement	40	tout rendement	20 ; 30	≥ 900
Bâton	10	≥ 900	20 ; 30	≥ 1 200	10	≥ 1 200
	≥ 20	tout rendement	≥ 50	tout rendement	20 ; 30	≥ 900
Chocolat	20	≥ 1 200	30	≥ 1 200	30	300 ; 600 ; 900
	30	≥ 600	40	≥ 900	40	300 ; 900
	≥ 40	tout rendement	≥ 60	tout rendement		

Les combinaisons [prix (P) x rendement (R)] n'apparaissant pas dans le tableau sont les combinaisons qui ont (i) soit une marge brute annuelle < 1 000 € en phase de croisière, (ii) soit un intervalle de temps d'amortissement > 20 ans — *The combinations [price (P) x yield (R)] not appearing in the table are the combinations which have (i) either an annual gross margin < 1,000 € during the established phase, (ii) or a return on investment > 20 years*.

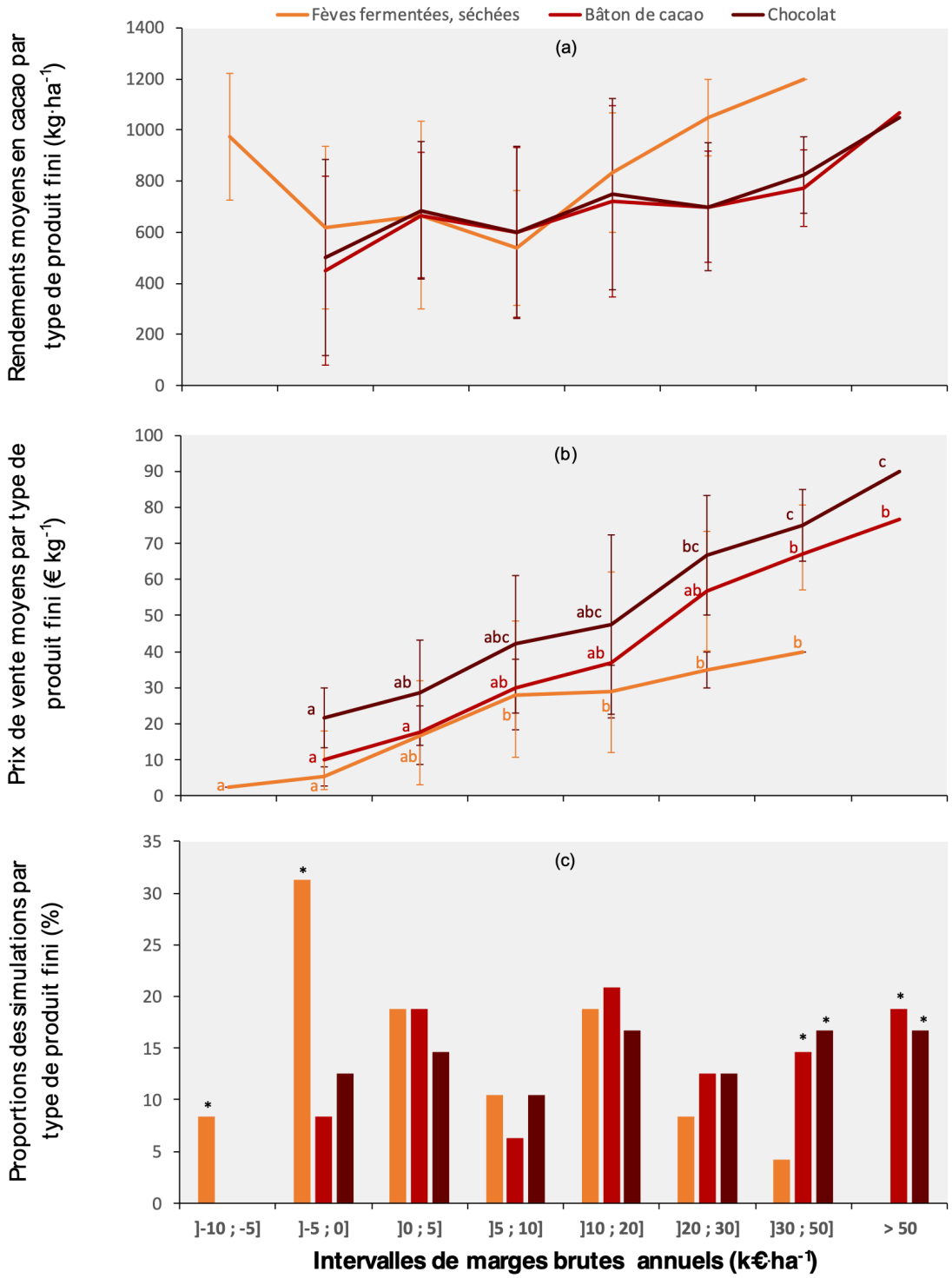


Figure 4. Rendements moyens en kg·ha^{-1} (**a**), prix moyens en €·kg^{-1} (**b**) et proportion du nombre de simulations en % (**c**) répartis selon des intervalles de marges brutes annuelles (incluant le cout de la main-d'œuvre) et le type de produit fini — *Average yields in kg·ha^{-1} (**a**), average prices in €·kg^{-1} (**b**) and proportion of the number of simulations in % (**c**) distributed according to annual gross margin intervals (including the cost of labor) and the type of end product.*

pour (**a**) et (**b**), des lettres différentes au-dessus des valeurs figurent des différences significatives, tout intervalle de marge brute annuelle confondu ($p < 0,05$) — *for (**a**) and (**b**), different letters above the values indicate significant differences, all annual gross margin intervals combined* ($p < 0.05$) ; les + indiquent des différences significatives entre types de produits finis pour un intervalle considéré de marge brute annuelle — *the + are significant differences between types of end products in an annual gross margin interval considered.*

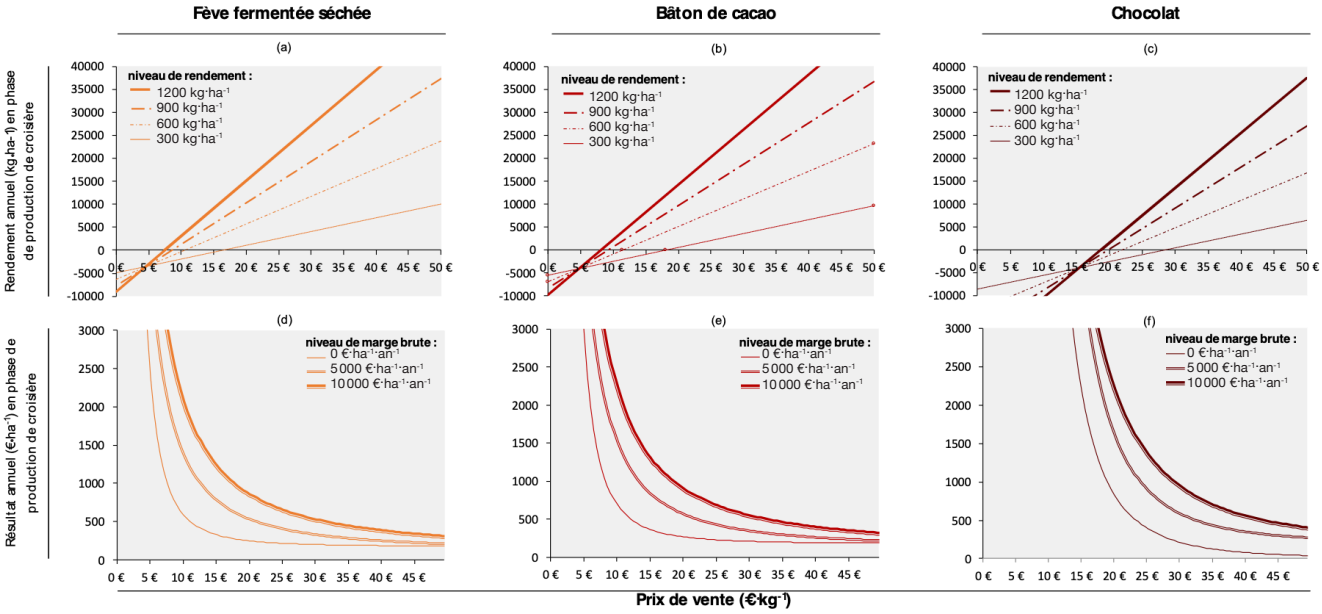


Figure 5. a, b, c. Évolution simulée de la marge brute incluant le cout de la main-d'œuvre (€·ha^{-1}·an^{-1}) en phase de croisière en fonction du prix de vente du produit fini pour quatre niveaux de rendement en fèves de cacao — *Simulated evolution of the gross margin including the cost of labor (€·ha^{-1}·year^{-1}) in the established phase according to the selling price of the finished product for four levels of yield in cocoa beans* ; **d, e, f**. Évolution simulée du rendement en fèves de cacao (kg·ha^{-1}·an^{-1}) en phase de croisière en fonction du prix de vente du produit fini pour trois niveaux de marge brute incluant le cout de la main-d'œuvre — *Simulated evolution of cocoa bean yield (kg·ha^{-1}·year^{-1}) in the established phase as a function of the selling price of the finished product for three levels of gross margin including labor costs*.

Tableau 2. Fourchettes des valeurs des prix de vente du produit fini pour une marge brute annuelle nulle (= 0 €·ha^{-1}·an^{-1}) et de 2 000 €·ha^{-1}·an^{-1} simulées en phase de croisière pour les deux systèmes de culture à base de cacaoyers, en fonction du niveau de rendement en cacao marchand — *Ranges of sales prices of the finished product for an annual gross margin of zero (= 0 €·ha^{-1}·an^{-1}) and of 2 000 €·ha^{-1}·an^{-1} simulated in the established phase for the two cocoa-based cropping systems, according to the level of marketable cocoa yield*.

Rendement (kg·ha^{-1}·an^{-1})	**Prix du produit vendu pour une marge brute nulle de 0 €·ha^{-1}**		
	Fève	**Bâton**	**Chocolat**
300	15,1 - 18,2	16,5 - 19,6	27,1 - 30,2
600	9,7 - 11,3	10,6 - 12,2	21,3 - 22,9
900	8 -9	8,7 - 9,7	19,4 - 20,4
1 200	7 - 7,8	7,7 - 8,5	18,4 - 19,2
Rendement (kg·ha^{-1}·an^{-1})	**Prix du produit vendu pour une marge brute de 2 000 €·ha^{-1}**		
	Fève	**Bâton**	**Chocolat**
300	21,7 - 24,9	23,1 - 26,2	33,8 - 36,9
600	13,1 - 14,6	14 - 15,5	24,6 - 26,2
900	10,2 - 11,2	10,9 - 12	21,6 - 22,6
1 200	8,7 - 9,5	9,4 - 10,2	20,1 - 20,8

— aire de non-viabilité stricte - en dessous de la courbe à marge brute nulle ;
— aire de viabilité faible et/ou risquée - entre les courbes à marge nulle et à marge de 2 000 €·ha^{-1} ;
— aire de viabilité moyenne - entre les courbes à marge de 2 000 et de 5 000 €·ha^{-1} ;
— aire de viabilité confortable - au-dessus de la courbe à marge de 5 000 €·ha^{-1}.

4. DISCUSSION

4.1. Comparaison entre systèmes de cultures selon les phases de leur cycle de vie et entre types de valorisation

Phases d'installation et de croissance. Le système de culture associant bananiers et sucrins aux cacaoyers (prototype 2) est largement plus demandeur en main-d'œuvre que le système sous couvert forestier partiellement défriché (prototype 1) lors des phases d'installation (phase 1) et de croissance (phase 2). Malgré les couts de gestion de la banane, le prototype 2 permet cependant d'envisager une marge brute positive dès la première année d'exploitation. Lorsque les bananiers du prototype 2 sont définitivement éliminés, le prototype 2 ne peut être différencié du prototype 1

tant en termes techniques qu'économiques, soulignant qu'au final les deux systèmes tendent vers un même équilibre de gestion tourné vers la seule production de cacao.

Phase de croisière. En phase 3, plus de 30 % des simulations incluant une vente de cacao marchand montrent une marge brute négative et 20 % une marge ≤ 5 k€·ha^{-1}·an^{-1}. Ce résultat s'explique par le bas niveau du prix de vente (< 10 €·kg^{-1}) du cacao marchand qui ne peut compenser le cout de main-d'œuvre associé à la récolte et aux étapes post-récolte (plus particulièrement l'écabossage) et qui va croissant avec le niveau de rendement. Ainsi, il met en avant la très probable impossibilité de mise en concurrence du cacao marchand guyanais sur le marché international. Par ailleurs, la prise en compte de l'étape de récolte et post-récolte dans les couts reste très peu documentée en cacaoculture (Armengot et al., 2016). Nos résultats soulignent cependant que leurs prises en compte est en réalité primordiale en Guyane car les relations entre rendement au champ et revenu ne sont pas forcément linéaires ou positives. Malheureusement, ces couts sont encore trop souvent négligés dans le monde du développement de la cacaoculture, y compris au Sud (Gockowski et al., 2013 ; Hütz-Adams et al., 2016).

4.2. Discrimination des combinaisons [systèmes de culture *vs* types de produits finis]

Intervalles de résultats financiers en phase de croisière. Même si les simulations montrent une marge brute positive pour la majorité des cas incluant un atelier de transformation en bâton de cacao ou en chocolat, une part non négligeable de cas (≈ 25 %) montre des résultats négatifs ou faibles (≤ 5 k€·ha^{-1}·an^{-1}). Ce résultat souligne que, pour ces cas, le prix de vente du produit reste le facteur majeur de progression de la marge brute. Ce n'est plus le cas dans les intervalles de marge brute > 5 k€·ha^{-1}·an^{-1} où les rendements apparaissent également comme un facteur significatif d'évolution de cette marge. Par ailleurs, il n'est pas observé de différences de marge entre vente de bâton de cacao et de chocolat. Ceci s'explique par le faible équipement et la plus petite quantité de main-d'œuvre nécessaires à la confection du bâton. Mais il faut rappeler ici que les hypothèses de couts fixes liés à la mise en place d'une chocolaterie artisanale, de petite dimension pour cette étude, augmentent fortement les couts de main-d'œuvre lors de l'augmentation des rendements et des volumes traités. Ces résultats mettent en avant la nécessité du dimensionnement correct des investissements et de leurs amortissements selon les objectifs de transformation en chocolat considérés/objectivés.

Amortissement. Les simulations ont permis d'évaluer le niveau de marge brute nécessaire à un amortissement à la parcelle inférieur à 20 ans et de définir ainsi un seuil de 2 000 €·ha^{-1}. En dessous de ce dernier, une exploitation sur le long terme apparait peu viable ou peu intéressante pour le territoire guyanais, où par exemple la marge brute en phase de croisière (cout de main-d'œuvre inclus) de cultures de *Citrus* sp. varie entre 8 000 et 15 000 €·ha^{-1} en prix de détail ou 2 000 à 6 000 €·ha^{-1} au prix de gros et celle de l'açaï (*Euterpe oleracea* Mart.) peut atteindre environ 3 500 €·ha^{-1} (d'après DAAF, 2019). Par ailleurs, les abaques théoriques produits permettent d'apprécier les variations des relations entre niveaux de rendements, prix de vente des produits finis et marge brute pour chacun des produits considérés et de discuter plus avant les marges de manœuvre d'une production locale en cacao.

4.3. Fourchettes de prix de vente des produits et de rendements

Pour le seuil de 2 000 €·ha^{-1} déterminé plus haut, les niveaux de rendements simulés ne permettent pas d'atteindre des niveaux de prix concurrentiels sur le marché mondial du cacao marchand. Les niveaux de prix planchers obtenus (pouvant être inférieurs à 10 €·kg^{-1} mais 4 à 5 fois supérieurs au marché mondial) soulignent cependant une possibilité de vente sur des marchés de niche très qualitatifs, actuellement en développement dans les pays du Nord où quelques transformateurs disent pouvoir rémunérer des fèves d'exception à 10 €·kg^{-1} ou plus (com. pers.). La marge de manœuvre parait ici étroite tant pour l'acheteur que pour le producteur guyanais. Ce dernier se doit alors d'atteindre des rendements de l'ordre d'1 t·ha^{-1} dans un contexte pédoclimatique souvent peu favorable, une technicité actuelle faible, le tout pour un niveau de marge brute très probablement inférieur à 5 000 €·ha^{-1}. Elle parait également difficilement acceptable pour des transformateurs locaux (potentiellement des agriculteurs) pour qui ces couts d'achat de matière première apparaissent rédhibitoires (com. pers.).

En ce qui concerne la transformation en chocolat, les niveaux de prix planchers sont de l'ordre du double ou du triple du prix moyen pratiqué en France métropolitaine (potentielle cible) pour des tablettes classiques (≈ 9-10 €·kg^{-1}) mais proches du prix des tablettes labellisées ou certifiées (14-24 €·kg^{-1} ; FAO & BASIC, 2020). La marge de manœuvre apparait donc ici moins étroite que pour le cacao marchand, même si ces prix planchers sont atteints grâce à de forts rendements. En effet, d'une part, le marché local guyanais n'est pas saturé et les prix pratiqués actuellement sont au-dessus des prix planchers simulés — permettant d'envisager une rentabilité intéressante pour des niveaux de

rendements plus proches de la réalité de terrain (Saj, 2021). Ce raisonnement sur le marché local semble applicable également pour le bâton de cacao mais aucune information n'a pu être recueillie pour ce marché qui, bien que plus étroit, semble dynamique. D'autre part, une valorisation à l'export vers la France métropolitaine semble également possible sur un marché de type épicerie fine, les couts de transport et de conservation constituant dès lors de potentiels freins à considérer de plus près. Reste néanmoins le défi du cumul des fonctions d'agriculteur et de transformateur. Ce cumul n'est pas sans risque car il impose :

— l'acquisition d'une capacité technique supplémentaire ;
— des contraintes techniques, sanitaires et réglementaires du monde agroalimentaire ;
— des investissements importants à l'échelle des exploitants intéressés.

Une solution pourrait résider dans la constitution d'un ou de plusieurs ateliers de transformations collectifs, comme il en existe déjà plus d'une centaine en France métropolitaine (Michaud & Terrieux, 2015 ; Thomas, 2016).

5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

La modélisation proposée a bien permis d'étudier *ex ante*, et sur le temps long, deux systèmes de culture à base de cacaoyers et trois types de produits finis. La mise en place de systèmes de cultures ayant à maturité pour seule finalité la production de cacao marchand ne serait viable en Guyane que dans des conditions très spécifiques, difficiles à réunir. Lorsque la production est transformée en produit chocolaté, la viabilité financière serait plus facilement acquise, mais demanderait un investissement et une technicité qui ne sont pas forcément accessibles aujourd'hui à toutes les exploitations qui s'engagent dans la cacaoculture.

Il est entendu que notre démarche prospective propose ici des résultats indicatifs. Ceux-ci soulignent l'attention qu'il faut porter aux conditions permettant aux ateliers testés de générer des revenus acceptables — composante indissociable de leur durabilité. Sans cette acceptabilité, les revenus générés ne pourront entrer en synergie avec les autres motivations des agriculteurs-transformateurs guyanais ; notamment, la volonté de soutenir les services écosystémiques, de produire « propre » et de préserver la nature, de promouvoir le patrimoine et l'identité locale.

Nos résultats mettent également en évidence le besoin de poursuivre la réflexion selon au moins cinq dimensions en Guyane :

— le nombre et la nature des espèces associées aux cacaoyers ;
— le statut de culture principale du cacaoyer au sein des parcelles et/ou des exploitations agricoles guyanaises ;
— la diversification des produits du cacaoyer permettant de nourrir plusieurs marchés ;
— l'organisation de la filière naissante pour soutenir la production et la transformation ;
— l'accompagnement technique et financier (ex : aides PAC) des agriculteurs se lançant en cacaoculture.

Bien qu'ayant des conditions pédoclimatiques et socio-économiques pouvant être différentes, les Outre-Mer partagent certaines caractéristiques communes et des systèmes comprenant des cacaoyers sont actuellement également mis en place. Ainsi, nous encourageons les acteurs des autres territoires ultramarins à développer une démarche similaire à la nôtre afin de soutenir la réflexion sur le développement de leur filière cacao.

Remerciements

La présente étude a été réalisée dans le cadre du projet C2G2 « Vers la Capacitation et l'émergence de la filière Cacao Guiana de Guyane », 2019-2021, financé par le fonds FEADER (convention RGUY16021DA0960008). Les auteurs remercient les agriculteurs, transformateurs, acteurs du territoire ainsi que F. Annebique et E. Thinot du Cirad pour les informations fournies lors de la phase d'enquête.

Bibliographie

Adabe K.E. & Ngo-Samnick E.L., 2014. *Cocoa: production and processing*. Douala, Cameroun : Engineers Without Borders; Wageningen, The Netherlands: The Technical Centre for Agricultural and Rural Cooperation (CTA), https://cgspace.cgiar.org/bitstream/handle/10568/76732/1800_PDF.pdf, (15 février 2022).

Addinsoft, 2019. *XLStat version 2019 3.1*. Paris : Addinsoft Inc.

Armengot L. et al., 2016. Cacao agroforestry systems have higher return on labor compared to full-sun monocultures. *Agron. Sustain. Dev.*, **36**(4), 70, doi.org/10.1007/s13593-016-0406-6

Assemat S. et al., 2005. Bean quality traits and sensory evaluation of wild Guianan cocoa populations (*Theobroma cacao* L.). *Genet. Resour. Crop Evol.*, **52**(7), 911-917, doi.org/10.1007/s10722-003-6117-2

Batista L., 2009. *Guía técnica: el cultivo de cacao en la República Dominicana*. Santo Domingo, República Dominicana: CEDAF, http://www.cedaf.org.do/publicaciones/guias/download/cacao.pdf, (15 février 2022).

Béreau M., Lachenaud P. & Planquette P., 1992. Le cacaoyer en Guyane française. *Cah. Outre-Mer*, **45**(179), 349-

356, https://doi.org/10.3406/caoum.1992.3450, (15 février 2022).

Braudeau J., 1969. *Le cacaoyer*. Paris : Maisonneuve et Larose.

Chambre d'agriculture de Guadeloupe, 2014. *Cultures aromatiques. Fiches techniques et données technico-économiques*. Guadeloupe, France : Chambre d'agriculture de Guadeloupe.

CIRAD, 2015. *Guide technique pour la production de bananes en Guyane française*. Kourou, France : RITA.

CNUCED, 2016. *Cacao. Un profil de produit de base par INFOCOMM. Fonds de la CNUCED pour l'information sur les marchés des produits de base agricoles*. New York, USA ; Genève, Suisse : CNUCED, https://unctad.org/fr/system/files/official-document/INFOCOMM_cp02_Cocoa_fr.pdf, (15 février 2022).

Conseil du Café-Cacao, 2015. *Manuel technique de la cacaoculture durable à l'intention du technicien*. Abidjan : Conseil du Café-Cacao, http://www.conseilcafecacao.ci/docs/2016/MANUEL_CACAOCULTURE_040415.pdf, (15 février 2022).

DAAF (Direction de l'Agriculture et de l'Alimentation), 2019. *Référentiel technico-économique agricole*. Cayenne : DAAF, https://europe-guyane.fr/wp-content/uploads/2020/01/RTE-version-finale-19-11-18.pdf, (15 février 2022).

De Jouvenel H., 1999. La démarche prospective. Un bref guide méthodologique. *Futuribles*, **247**, 47-68.

Deloitte Conseil, 2018. *Le potentiel de développement économique durable de la Guyane*. Puteaux, France : Deloitte Conseil, https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/fr/Documents/sustainability-services/deloitte_developpement-economique-durable-guyane_.pdf, (15 férier 2022).

DILA (Direction de l'Information Légale et Administrative, Premier Ministre), 2020. *www.service-public.fr/*, (13 octobre 2020).

FAO, 2020. *FAOSTAT*, http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC, (13 octobre 2020).

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) & BASIC (Bureau d'analyse sociétale pour une information citoyenne), 2020. *Comparative study on the distribution of value in European chocolate chains*, https://lebasic.com/wp-content/uploads/2020/07/BASIC-DEVCO-FAO_Cocoa-Value-Chain-Research-report_Advance-Copy_June-2020.pdf, (15 février 2022).

Fountain A.C. & Hütz-Adams F., 2018. *Baromètre du cacao*, https://www.publiceye.ch/fileadmin/doc/Schokolade/2018_Barometre_du_cacao_FR.pdf, (15 février 2022).

FranceAgriMer, 2020. *Réseau des Nouvelles des Marchés (RNM)*, https://rnm.franceagrimer.fr/, (13 octobre 2020).

Gockowski J. et al., 2013. Improving the productivity and income of Ghanaian cocoa farmers while maintaining environmental services: what role for certification? *Int. J. Agric. Sustainability*, **11**(4), 331-346, doi.org/10.1080/14735903.2013.772714

Hütz-Adams F. et al., 2016. *Renforcer la compétitivité de la production de cacao et augmenter le revenu des producteurs de cacao en Afrique de l'Ouest et en Afrique centrale*. Bonn, Allemagne : Südwind Institut.

Lachenaud P., 2005. Densité évolutive en cacaoculture : la nécessité des éclaircies. *In : 14th International cocoa research conference proceedings: towards a sustainable cocoa economy. What strategies to this end?, 13th-18th October 2003, Accra, Ghana*, 13-18, https://agritrop.cirad.fr/533932/1/ID533932.pdf, (15 février 2022).

Lachenaud P., Paulin D., Ducamp M., Thevenin J.M., 2007. Twenty years of agronomic evaluation of wild cocoa trees (*Theobroma cacao* L.) from French Guiana. *Sci. Hortic.*, **113**(4), 313-321, doi.org/10.1016/j.scienta.2007.05.016

Lojka B. et al., 2010. The use and integration of *Inga edulis* in agroforestry systems in the Amazon. *Agric. Trop. Subtrop.*, **43**(4), 352-359, https://www.agriculturaits.czu.cz/pdf_files/vol_43_4_pdf/lojka.pdf, (15 février 2022).

Mello D.L.N. & Gross E., 2013. *Guia de manejo do agroecossistema cacau cabruca*. Ilhéus, Brazil : Instituto Cabruca, https://vdocuments.com.br/reader/full/guia-de-manejo-do-agroecossistema-cacau-1cartilha-agroflorestalpdf-1agroecossistema, (22 février 2022).

Michaud C. & Terrieux A., 2015. Chapitre 11 : Les ateliers de transformation collectifs (ATC) comme éléments de construction de systèmes alimentaires durables ? *In* : Mundler P. & Valorge F., éds. *Ateliers de transformation collectifs, enjeux et outils pour réussir*. Paris : Éducagri éditions, https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-02063085/document, (15 février 2022).

Microsoft, 2016. *Excel. Microsoft Office Professional plus*. Washington : Microsoft Corporation.

Mossu G., 1990. *Le cacaoyer*. Paris : Maisonneuve et Larose.

Motamayor J.C. et al., 2008. Geographic and genetic population differentiation of the Amazonian chocolate tree (*Theobroma cacao* L.). *PLoS ONE*, **3**(10), e3311, doi.org/10.1371/journal.pone.0003311

Nymex (New York Mercantile Exchange). *www.boursorama.com*, (13 octobre 2020).

Ozier-Lafontaine H., Joachim R., Bastié J.P. & Grammont A., 2018. *De l'agroécologie à la bioéconomie : des alternatives pour la modernisation du système agricole et alimentaire des Outre-Mer. Rapport de synthèse du Groupe de Travail Interdom de l'Académie d'Agriculture de France*, https://hal.inrae.fr/hal-02791449, (15 février 2022).

Saj S., 2021. *Synthèse des travaux du volet agroforesterie du projet RRN-MCDR TransAgriDom – 2018/2019*. Montpellier, France : CIRAD, https://agritrop.cirad.fr/597751/, (15 février 2022).

Schnepel E.M., 2002. Chocolate: from bean to bar. *Gastronomica*, **2**(4), 98-100, doi.org/10.1525/gfc.2002.2.4.98

Sodré G.A., Marrocos P.C.L. & Sarmento D.A., 2017. *Cultivo do cacaueiro no estado do ceara*. Ilhéus, BA, Brazil : CEPLAC/CEPEC, https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/ceplac/publicacoes/boletins-tecnicos-bahia/bt-209.pdf, (15 février 2022).

Somarriba E. et al., 2013. Carbon stocks and cocoa yields in agroforestry systems of Central America. *Agric. Ecosyst. Environ.*, **173**, 46-57, doi.org/10.1016/j.agee.2013.04.013

Thomas F., 2016. Les ateliers de transformation collectifs en France. *Innov. Agron.*, **49**, 365-376, doi.org/10.15454/1.4622869489533147E12

Voora V., Bermúdez S. & Larrea C., 2019. *Global market report: cocoa*. Winnipeg, Canada: International Institute for Sustainable Development (IISD), https://www.iisd.org/publications/global-market-report-cocoa, (15 février 2022).

(37 réf.)