

L'hétérogénéité de production entre cacaoyers en Afrique de l'Ouest et Centrale : Réflexions sur des voies d'intensification de la culture cacaoyère Africaine

T. WIBAUX¹, P. BASTIDE¹, D. SNOECK¹, J.C. N'GUESSAN KOUAME², P. JAGORET³

¹ CIRAD-UPR Performance des systèmes de culture des plantes pérennes, Montpellier, France

² Société Agricole du Bandama (SAB), Abidjan-Treichville, Côte d'Ivoire

³ CIRAD-UMR SYSTEM, Montpellier, France

Abstract

En Afrique de l'Ouest et Centrale, la culture du cacaoyer repose encore très largement sur l'utilisation de plants issus de semences, aux origines plus ou moins contrôlées. Malgré le constat communément admis que ce type de matériel végétal peut présenter une forte hétérogénéité, les problèmes liés à la variabilité de performance individuelle des arbres au sein des populations sont rarement abordés.

En Côte d'Ivoire, premier producteur mondial de cacao, le brassage génétique résultant de la diffusion de semences hybrides et l'utilisation importante de leurs descendances libres par les producteurs semblent avoir amplifié cette hétérogénéité. Des questions se posent aujourd'hui quant à l'impact de cette variabilité au champ sur les performances globales des plantations et leur potentiel d'intensification.

A partir d'observations de la variabilité de production au sein de populations de cacaoyers issus de semences en Côte d'Ivoire et au Cameroun, nous proposons une étude visant à caractériser et à comparer l'hétérogénéité de production au sein de populations de cacaoyers dans différents cas de figure.

L'impact de l'hétérogénéité de production intra-population face aux stratégies actuelles d'intensification des systèmes de cacao culture africains est discuté. Des premiers éléments de réponse ouvrent la voie vers de nouveaux critères d'évaluation des impacts des innovations techniques dans une démarche d'intensification écologique de la cacao culture. Des voies d'étude de l'hétérogénéité de production au sein de verger dans différents contextes agroécologiques sont proposées.

Introduction

Lors d'une étude récente (Wibaux et al., 2017), nous nous sommes intéressés à la problématique des écarts de productions entre cacaoyers au sein d'une population. Un constat généralement admis, aussi bien par la communauté scientifique que par les acteurs de terrain, est qu'une parcelle de cacaoyers issue de semences se compose d'arbres très différents dont certains sont très productifs et d'autres peu productifs, voire improductifs (Cunningham and Burridge, 1959 ; Lockwood, 1976). Malgré l'importance de cette information, il n'existe que peu d'études s'intéressant à cette variabilité, hormis des travaux de sélection qui font état de cette variabilité accentuée par l'hybridation de parentés éloignées. Certaines de ces études préconisent par ailleurs de sélectionner des descendances ayant une plus haute proportion d'arbres productifs (Adomako et Adu-Ampomah, 2003 ; Sounigo et al., 2003).

Afin de palier à ce manque de connaissances, nous nous sommes penchés sur l'analyse de cette hétérogénéité entre cacaoyers, ses déterminants probables et ses impacts sur les performances de la culture. Notre précédente étude, qui portait sur plusieurs populations de cacaoyers issus de semences aux origines non contrôlées, cultivés en système agricole intensif respectant scrupuleusement les guides de bonnes pratiques conseillés aux planteurs ivoiriens, a mis en évidence qu'en moyenne, 20% des arbres ne contribuaient que marginalement à la production de cacao (3% de la production en moyenne), tandis que les 20% d'arbres les plus performants de la population assuraient près de la moitié de la production. Cette variabilité a un impact fort sur la performance des systèmes de cacao culture, en terme agronomiques et environnementaux (Wibaux et al., 2017).

Les causes probables de l'hétérogénéité de production du cacaoyer décrites dans la littérature et rapportées à partir de réflexions des chercheurs ne font pas consensus. Des déterminants génétiques forts ont été mis en évidence. Ils ont été établis sur la base des études comportementales de cacaoyers au sein de travaux de sélection variétale, d'études génétiques sur l'héritabilité des caractères d'intérêts ou d'analyse des effets d'interactions entre l'environnement et la génétique (Daymond et al., 2002 ; Adomako et Adu-Ampomah, 2003 ; Sounigo et al., 2003). Cependant, une part non négligeable de cette variabilité est régulièrement attribuée à des facteurs agro-environnementaux en lien notamment avec la structure spatiale des

peuplements (densités des peuplements, irrégularités des espacements entre arbres et effets de compétitions), la présence de gradients de fertilité des sols et de gradients de contraintes sanitaires ou encore à l'historique individuel de chaque arbre (*Lotodé et Lachenaud, 1988*).

Face à ces incertitudes, il est important de s'intéresser aux déterminants de l'hétérogénéité de production afin d'identifier les stratégies adéquates pour palier au problème de la variabilité comportementale au sein des vergers, dans un objectif d'intensification écologique de la cacaoculture.

Nous avons donc cherché à élargir notre dispositif d'étude afin de déterminer si les écarts de production persistent dans le contexte des systèmes agro-forestiers à base de cacaoyers au Cameroun. Nous essaierons également de répondre à certaines interrogations légitimes qui se posent lorsqu'on évoque la variabilité de comportement des cacaoyers au sein d'une population, à savoir l'importance des effets de compétition entre arbres et le lien entre le développement végétatif de l'arbre et sa performance agricole. Les résultats de ces analyses nous permettront d'aller plus loin dans la réflexion sur la problématique des écarts de performance au sein de populations de cacaoyers.

Matériel et méthodes

Pour cette étude, deux jeux de données sur les productions individuelles de cacaoyers au sein d'exploitations agricoles ont été utilisés :

(1) Un jeu de données issues d'une entreprise agricole située à Mbrimbo dans la zone de Tiassalé en Côte d'Ivoire (*Wibaux et al., 2017*), collectées dans le cadre d'un programme de diagnostic des performances individuelles des cacaoyers. Les données ont été relevées durant les années 2015 et 2016 sur les cacaoyers présents dans 4 parcelles de 1000 m², chacune correspondant à une parcelle distincte, nommées CI01, CI02, CI03 et CI04. Les parcelles ont été choisies pour leur gradient de réponses à l'itinéraire technique appliqué dans la plantation. Les cacaoyers ont été plantés en 2008 ou 2012. Ils sont cultivés en plein soleil ou avec un ombrage léger, selon un itinéraire technique strict correspondant au guide de bonnes pratiques recommandées en Côte d'Ivoire. Les cacaoyers sont plantés selon des espacements strictement respectés à des densités de 1111 (espacement de 3×3m) ou 1333 (espacement de 2,5×3m) arbres par hectare.

(2) Un jeu de données issues d'un dispositif de suivi de cacaoyères en systèmes agroforestiers au Cameroun (*Jagoret et al., 2011 ; Jagoret et al., 2017*). Trois zones géographiques présentant une variabilité de conditions agroécologiques sont représentées, deux parcelles se situent dans la zone de Bokito, deux dans la zone de Zima et quatre dans la zone de Ngomedzap. Les données ont été collectées entre 2007 et 2008 sur les cacaoyers présents dans 8 parcelles de 1000 m², chacune correspondant à une parcelle distincte, nommées Cam01, Cam02, Cam03, Cam04, Cam05, Cam06, Cam07 et Cam08. Ces parcelles se composent uniquement de cacaoyers adultes, âgés d'au moins 7 ans mais d'âges variables au sein de la même parcelle. Les parcelles sont cultivées avec des différences entre le matériel végétal planté, les densités de plantation, les compositions et structures des couverts agroforestiers et les niveaux d'intensification en intrant et en travail (*Jagoret et al., 2008 ; Jagoret et al., 2011*). Dans toutes ces cacaoyères, les densités d'arbres associés et de cacaoyer sont variables et les espacements entre cacaoyers ne sont pas réguliers.

Dans toutes les parcelles étudiées, les arbres juvéniles (plantés en remplacement des arbres morts) ou ayant un tronc de circonférence inférieur à 14 cm ont été retirés de l'étude. La production annuelle en termes de cabosses récoltées par an et par arbre et la mesure de la surface terrière des troncs de chaque cacaoyer, estimées à partir de mesures des circonférences des troncs à 50 cm du sol (*Jagoret et al., 2017*) ont été relevés. Seules les cabosses arrivées à maturité et récoltées ont été comptabilisées. Les cabosses perdues à cause de dégâts de rongeurs, ravageurs ou maladies ont été systématiquement retirées pour des raisons sanitaires et n'ont pas pu être comptées. Les mesures de productions individuelles de chaque cacaoyer ont été réalisées sur deux années consécutives puis moyennées, afin de lisser les écarts de production annuels. Les données descriptives des populations de chaque parcelle comprennent la localisation géographique (zone), les effectifs de cacaoyers adultes et l'âge moyen des cacaoyers.

Etude de caractérisation de l'hétérogénéité de production

Des analyses des paramètres indicateurs de l'hétérogénéité ont été réalisées à partir des données de production individuelle moyenne de chaque cacaoyer. Les paramètres calculés pour chaque population (parcelle) sont le coefficient de variation et l'asymétrie de Pearson. Des histogrammes d'effectifs de classes de productions ont été construits pour chaque population à l'aide du logiciel XLSTAT. Le nombre de classes (k) utilisées pour la construction des histogrammes a été calculé à partir des effectifs de chaque placette (n) à l'aide de la règle de Rice : $k = [2n^{1/3}]$.

Etude des corrélations entre moyennes de production et vigueur

Des tests de corrélations ont été réalisés sur la moyenne de production et la surface terrière des cacaoyers pour chaque population à l'aide du logiciel XLSTAT. Les coefficients de corrélations de Pearson ont été calculés, le seuil de significativité de la corrélation est fixé à 5% ($p < 0.05$). Des graphiques de corrélations présentant les droites de régressions linéaires ont été construits, les coefficients de détermination de Pearson (R^2) ont été calculés pour chaque parcelle.

Résultats

Statistiques descriptives et caractérisation de l'hétérogénéité de production

Les statistiques générales sur les populations de cacaoyers de chaque parcelle sont présentées dans le tableau 1. Le nombre moyen de cacaoyers relevés par parcelle élémentaire de 1000 m² est de 118,3. Ce nombre varie de 94 à 159 et donne une indication sur la densité de cacaoyers adultes dans chaque parcelle. Les âges moyens des cacaoyers varient de 4 ans dans la parcelle CI04 à 45 ans dans la parcelle Cam04, l'écart-type des âges moyens est de 14,4. Les surfaces terrières moyennes des cacaoyers varient de 50,3 cm² dans la parcelle Cam06 à 135,4 cm² dans la parcelle CI01, les coefficients de variation (CV) des surfaces terrières sont plus élevés dans les parcelles Camerounaises que dans les parcelles Ivoiriennes.

Les données descriptives de productions moyennes des cacaoyers dans chaque parcelle sont présentées dans le tableau 1. Les productions annuelles moyennes des cacaoyers varient de 3,4 cabosses par an dans la parcelle CI04, la plus jeune située à Mbrimbo, à 36,3 dans la parcelle Cam03 située à Zima. Les CV sont élevés. Ils varient de 49% dans la parcelle C03 à 147% dans la parcelle CI04. Le CV moyen est de 81%. Les coefficients d'asymétrie de Pearson sont tous positifs et varient de 0,4 dans la parcelle C03 à 2,1 dans la parcelle CI04.

Les histogrammes de classes présentant la distribution des densités d'arbres en fonction de classes de production moyenne sont présentés dans la figure 1.

Etudes de corrélation entre la production moyenne et la surface terrière

Les résultats des études de corrélation sont présentés dans le tableau 2. Toutes les populations du dispositif au Cameroun présentent des corrélations significativement positives entre la surface terrière du tronc et la production moyenne des cacaoyers. Sur les dispositifs de Côte d'Ivoire, seule la parcelle CI03 montre une corrélation significative ($p < 0,05$). Les coefficients de détermination de Pearson (R^2) varient de 0,0001 dans la parcelle CI01 à 0,447 dans la parcelle Cam01. Les graphiques de corrélation ainsi que les droites de régression sont présentés dans la figure 2.

Discussion

Etude des niveaux d'hétérogénéité de production des cacaoyers

Les CV élevés dans toutes les populations témoignent du niveau d'hétérogénéité de production des arbres mais cet indicateur ne rend pas bien compte de la dispersion des valeurs. Ils doivent être à relativiser lorsque l'étendue des valeurs de productions individuelles et leur moyenne sont faibles, comme c'est le cas dans la parcelle CI04. L'étude des histogrammes permet de mieux comprendre comment se distribue la production au sein de la population d'arbre. Ceux-ci mettent en évidence des distributions déséquilibrées avec des effectifs plus élevés dans les classes de productions basses. Les coefficients d'asymétrie, tous positifs, nous indiquent à quel point la distribution des productions individuelles est inégale au sein de chaque population, avec des classes de faibles productions surreprésentés. Un haut CV, un coefficient d'asymétrie positif et une dispersion élevée (étendue des productions individuelles entre les valeurs minimale et maximale) traduisent non seulement une haute variabilité de production mais, également, un fort déséquilibre dans la contribution des arbres de la population pour la production.

Sur les parcelles d'étude ivoiriennes, les niveaux d'hétérogénéité relevés sont généralement plus faibles que ceux mesurés lors de l'étude de Wibaux et al. (2017) sur les populations entières des parcelles. Cet écart peut s'expliquer notamment par les tailles réduites des parcelles d'étude (100 m × 100 m) qui permettent de diminuer l'effet de variabilité spatiale résultant, par exemple, d'un gradient de fertilité dans la parcelle ou de la présence de zones à fortes incidences des ravageurs tels que décrits dans l'étude sur les blocs de production complets (Wibaux et al., 2017). On note cependant que dans notre étude les variabilités de production entre arbres restent élevées malgré la diminution des effets de gradient spatial.

Sur les parcelles camerounaises, les niveaux d'hétérogénéité sont également tous élevés, même s'ils varient fortement d'une population à l'autre. La grande variabilité des facteurs potentiellement impliqués dans la

production des arbres, notamment l'âge des cacaoyers, les densités des populations et origines de matériel végétal entre les parcelles ainsi que le petit nombre de parcelles étudiées, ne nous permettent pas de tirer des conclusions sur leurs liens avec les niveaux d'hétérogénéité observés. Cependant, à partir des hauts niveaux de variabilité de production relevés dans toutes les parcelles étudiées, on peut dire que ces populations présentent un problème d'hétérogénéité de production comparable aux populations de Côte d'Ivoire.

Les impacts de l'hétérogénéité de production décrits par Wibaux et al. (2017) restent valables quels que soient les facteurs responsables de la variabilité de comportement des arbres. Dans un objectif d'intensification écologique, les productions individuelles des cacaoyers au sein d'une population doivent être plus homogènes, afin d'obtenir une réponse optimisée des arbres aux pratiques culturales, notamment à la fertilisation. Egalement, la production individuelle moyenne visée doit être proportionnelle aux moyens de production dont dispose chaque arbre. Cela concerne à la fois l'espace occupé par l'arbre dans la parcelle, la quantité de ressources mobilisées (eau, nutriments, rayonnement) et l'itinéraire technique appliqué incluant intrants et matériels (Wibaux et al., 2017).

Etude des vigueurs végétatives et corrélations entre production moyenne et surface terrière du tronc

La mesure de la surface terrière du tronc (ou la somme des surfaces terrières des troncs) de chaque cacaoyer est un indicateur de la vigueur végétative de l'arbre. Dans l'étude des surfaces terrières de tronc et de leurs corrélations avec les productions, nous observons une différence nette entre les comportements des arbres sur les parcelles ivoiriennes et camerounaises.

Les populations suivies en Côte d'Ivoire, constituées de jeunes cacaoyers cultivés en plein soleil, bénéficient d'un espacement constant. Les arbres montrent des vigueurs élevées et des corrélations nulles ou faibles entre la production moyenne et la surface terrière du tronc. Les coefficients de détermination faibles ($R^2 < 0,05$) indiquent que la vigueur du cacaoyer explique très mal sa production. Ce résultat contraste avec des études scientifiques montrant qu'une part significative de la variabilité de production est toujours attribuée à un effet de concurrence entre arbres, laquelle s'exprime par la présence d'une grande variabilité de production du fait d'un développement limité de certains arbres (Lachenaud et al., 2005). Compte tenu de la petite taille des parcelles d'étude, de l'homogénéité des âges et des itinéraires techniques standards appliqués à chaque arbre de ces parcelles, il semble que la présence d'arbres peu productifs soit liée à des problèmes de mécanismes de la production fruitière (floraison, pollinisation, fructification) plutôt qu'un problème de limitation du développement des arbres.

Sur les parcelles camerounaises, les analyses montrent des corrélations hautement significatives ($p < 0,001$) entre les variables de vigueur et de production sur toutes les populations, avec des R^2 allant jusqu'à 0,45. D'après la littérature, ces résultats sont les effets caractéristiques d'un phénomène important de compétition pour les ressources (Lachenaud et al., 2005). Cependant, les déterminants de la variabilité de production des cacaoyers sur ces dispositifs en parcelles agroforestières complexes sont multiples et difficiles à caractériser. En effet, les arbres au sein de chaque population ont, non seulement, des âges et des origines génétiques variables mais ils se trouvent également dans des parcelles très diversifiées dans leurs structures et leurs compositions. Ceci entraîne une grande variabilité de conditions agro-environnementales au sein de chaque parcelle, notamment en ce qui concerne les interactions biologiques avec les espèces associées et les effets de compétition inter-espèces et intra-espèce pour la lumière, l'eau et les nutriments. De plus, la pratique habituelle du recépage des arbres, qui permet aux planteurs de maintenir en production des vergers âgés (Jagoret et al., 2017), modifie sensiblement les relations entre l'âge et la surface terrière des arbres, sur lesquels nous pourrions quantifier les effets de concurrence. Si ce contexte nous empêche de tirer des conclusions sur les causes des écarts de vigueur, ces résultats illustrent néanmoins l'importance du lien entre développement végétatif de l'arbre et production dans ces systèmes complexes.

Réflexions et perspectives sur l'étude des variabilités de production

Le cas des systèmes complexes :

Dans les systèmes agroforestiers complexes au Cameroun, la grande variabilité des paramètres agronomiques et écologiques au sein des parcelles implique une hétérogénéité de comportement des arbres. Dans ce contexte, les efforts d'optimisation des performances individuelles des arbres, via des pratiques agricoles innovantes, seront nécessairement confrontés à une multitude de réponses différentes des arbres au sein du verger. Ceci pose un réel problème quant aux stratégies actuellement entreprises d'intensification de la cacaoculture, telles que l'optimisation de la fertilisation. Notre étude montre que le développement

limité de certains arbres explique en partie la variabilité de production. Pour répondre aux problèmes de la variabilité de comportement des arbres dans ces systèmes complexes, l'étude des déterminants de la variabilité de production entre arbre devra donc se focaliser en premier lieu sur les réponses des arbres aux gradients de paramètres agro-écologiques, en termes de développement végétatif et de fructification. L'étude des facteurs de variabilité de vigueur des arbres devrait apporter des informations intéressantes sur les potentiels leviers agronomiques permettant de diminuer la part d'arbres peu productifs dans ces vergers.

Le cas des systèmes simplifiés :

Dans le cas des parcelles de la plantation de Mbrimbo, les arbres ont le même âge, sont plantés en espacements réguliers et disposent a priori de toutes les conditions nécessaires pour produire, notamment grâce à une protection sanitaire efficace. Toutefois, la présence d'arbres vigoureux mais peu productifs au sein de toutes les parcelles soulève de nouvelles questions : Quels sont les facteurs génétiques limitants dans l'expression du potentiel de production d'un cacaoyer ? Quels sont les facteurs limitant la production fruitière d'arbres sains ? Pour répondre à ces questions, la compréhension fine des facteurs phénologiques, physiologiques et génétiques de la production, au-delà des limitations sanitaires et des facteurs de croissance de la plante, pourrait nous fournir des pistes pour l'identification de pratiques innovantes qui permettraient de corriger cette variabilité de performance au sein des vergers de cacaoyers.

Conclusion

Les réflexions menées sur la problématique des écarts de production entre arbres soulèvent un important constat agronomique : des cacaoyers aux productions hautement variables au sein d'un même verger ne valorisent pas de la même façon les ressources disponibles, mobilisées dans l'environnement et apportées via la conduite agronomique. Il en résulte un fort impact négatif sur les efforts d'intensification de la cacaoculture menés en Afrique de l'Ouest et Centrale, notamment en ce qui concerne l'optimisation des pratiques culturales (taille des arbres, fertilisation, contrôle phytosanitaire, etc.).

Les études réalisées mettent en évidence que l'homogénéisation des comportements des arbres doit être un préalable nécessaire aux efforts d'optimisation des pratiques culturales, sous peine de n'obtenir qu'une réponse partielle des populations de cacaoyers aux améliorations apportées, voire au risque d'augmenter encore l'hétérogénéité de production via des réponses variables des arbres aux ajustements agronomiques.

La correction de la variabilité de production au sein des vergers actuels en Afrique de l'Ouest et Centrale concerne en premier lieu la fraction de cacaoyers les moins productifs d'une population. Selon le type de système et les caractéristiques structurales des populations de cacaoyers, des écarts de développement entre les arbres peuvent expliquer en partie l'hétérogénéité de production. Cependant, notre étude menée sur des vergers d'une entreprise agricole aux paramètres agronomiques homogènes met en évidence le fait que des arbres peu productifs ne sont pas forcément limités par leurs développements végétatifs. Ce résultat original nous amène à considérer de nouvelles questions de recherche. Le rapport entre la consommation des ressources par l'arbre, sa production primaire nette et sa performance productive, en termes de biomasse allouée à la fructification, nous semble une voie d'étude intéressante. De nouveaux référentiels de conduite agronomique des arbres seront nécessaires pour corriger ces déséquilibres.

Références

- Adomako, B. and Adu-Ampomah, Y. (2003). Assessment of the yield of individual cacao trees in four field trials. In: *Proceedings of the International Workshop on Cocoa Breeding for Improved Production Systems*. Accra, pp. 41–49.
- Cunningham, R.K. and Burrige, J.C. (1959). The Effect of the Yield Variability of Amelonado Cacao on the Design of Fertilizer Field Experiments in Ghana. *Journal of Horticultural Science* **34**:229–237.
- Daymond, A.J., Hadley, P., Machado, R.C.R. and Ng, E. (2002). Genetic variability in partitioning to the yield component of cacao (*Theobroma cacao* L.). *HortScience* **37**:799–801.
- Jagoret, P., Bouambi, E., Menimo, T., Domkam, I. and Batomen, F. (2008). Analyse de la diversité des systèmes de pratiques en cacaoculture. Cas du Centre Cameroun. *Biotechnologie, Agronomie, Société et Environnement* **12**:367–377.
- Jagoret, P., Michel-Dounias, I. and Malézieux, E. (2011). Long-term dynamics of cocoa agroforests: a case study in central Cameroon. *Agroforestry Systems* **81**:267–278.

Jagoret, P., Snoeck, D., Bouambi, E., Ngnogue, H.T., Nyassé, S. and Saj, S. (2017). Rehabilitation practices that shape cocoa agroforestry systems in Central Cameroon: key management strategies for long-term exploitation. *Agroforestry Systems* [Online]. Available at: <http://link.springer.com/10.1007/s10457-016-0055-4>

Lachenaud, P. (2005). Genetic effects of inter-tree competition in mixed cocoa stands on yield, vigour and cropping efficiency. In: *Proceedings of the International Workshop on Cocoa Breeding for Improved Production Systems*. Accra, pp. 110–117.

Lockwood, G. (1976). A comparison of the growth and yield during a 20 year period of Amelonado and upper amazon hybrid cocoa in Ghana. *Euphytica* **25**:647–658.

Lotodé, R. and Lachenaud, P. (1988). Méthodologie destinée aux essais de sélection du cacaoyer. *Café, Cacao, Thé* **32**:275–292.

Sounigo, O., Paulin, D., Clément, D. and Eskes, A.B. (2003). Individual Tree Variation and Selection for Yield and Vigour: Experience from Côte d'Ivoire. In: *Proceedings of the International Workshop on Cocoa Breeding for Improved Production Systems*. Accra, pp. 66–73.

Wibaux, T., Konan, D.-C., Snoeck, D., Jagoret, P. and Bastide, P. (2017). Study of tree-to-tree yield variability among seedling-based cacao populations in an industrial plantation in côte d'ivoire. *Experimental Agriculture*:1–12.

Tableau 1 : Données générales des dispositifs et statistiques descriptives des productions moyennes et surfaces terrières des cacaoyers. *Parcelles dont certains arbres au tronc de circonférence inférieur à 14 cm ont été retirés de l'étude. Ngome. = Ngomedzap.

Parcelle	Dispositif Cameroun								Dispositif Côte d'Ivoire				Moy.	Ecart-types	
	Cam01	Cam02	Cam03	Cam04	Cam05	Cam06	Cam07	Cam08	CI01	CI02	CI03	CI04			
Données générales	Localisation	Bokito	Bokito	Zima	Zima	Ngome.	Ngome.	Ngome.	Ngome.	Mbrimbo	Mbrimbo	Mbrimbo	Mbrimbo	-	-
	Age Moyen	23,9	33	40	45	20,4	41	35	34,4	8	8	8	4	24,7	15,41
	Effectifs	131	92	101	151	137	159	131	110	100	102	97	109	118,3	22,56
Statistiques descriptives des productions moyennes	Minimum	0	0	0,5	0	0	0	0	0	2	2,5	0,5	0	0,5	0,9
	Maximum	85,5	64	82	37,5	30,5	19,5	45,5	54,5	65,5	68	45,5	22	51,7	22
	Moyenne	27,7	15	36,3	9,7	9,3	4,3	7,6	10,4	22	22,8	15	3,4	15,3	10,1
	Ecart-type	18	11,9	17,8	7	7,5	3,7	8,3	10,4	13,4	13,5	10,7	5	10,6	4,6
	CV	65%	79%	49%	72%	80%	86%	109%	100%	61%	59%	71%	147%	81%	27%
Asymétrie	0,8	1,4	0,4	1,2	1,1	1,1	2	2	0,9	0,8	0,9	2,1	1,2	0,5	
Statistiques descriptives des surfaces terrières	Minimum	15,6*	15,6*	24,4	16,7	15,6*	15,6*	15,6*	15,6*	42,1	35,1	31,8	28,7	22,7	9,5
	Maximum	230,5	291,6	275,8	187,0	197,9	132,6	311,5	334,5	286,5	336,2	267,7	161,1	251,1	68,2
	Moyenne	68,4	63,4	117,4	76,0	53,1	50,3	57,9	52,0	135,4	135,0	118,3	75,6	15,3	33,2
	Ecart-type	37,5	40,0	50,5	33,0	27,6	24,9	44,9	45,2	52,3	54,8	43,4	23,8	39,8	10,6
CV	55%	63%	43%	43%	52%	49%	77%	87%	38%	40%	36%	31%	51%	0,2	

Tableau 2 : Résultats des études de corrélations entre les surfaces terrières et les productions moyennes des cacaoyers.

Parcelle	Cam01	Cam02	Cam03	Cam04	Cam05	Cam06	Cam07	Cam08	CI01	CI02	CI03	CI04
R ²	0,447	0,241	0,271	0,331	0,144	0,066	0,247	0,234	0,000	0,013	0,044	0,016
p-value	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,99	0,247	< 0,05	0,192

Figure 1 : Histogrammes de distribution des fréquences des effectifs de cacaoyers (axe vertical) selon les classes de productions annuelles moyennes (axe horizontal, en nombre de cabosses).

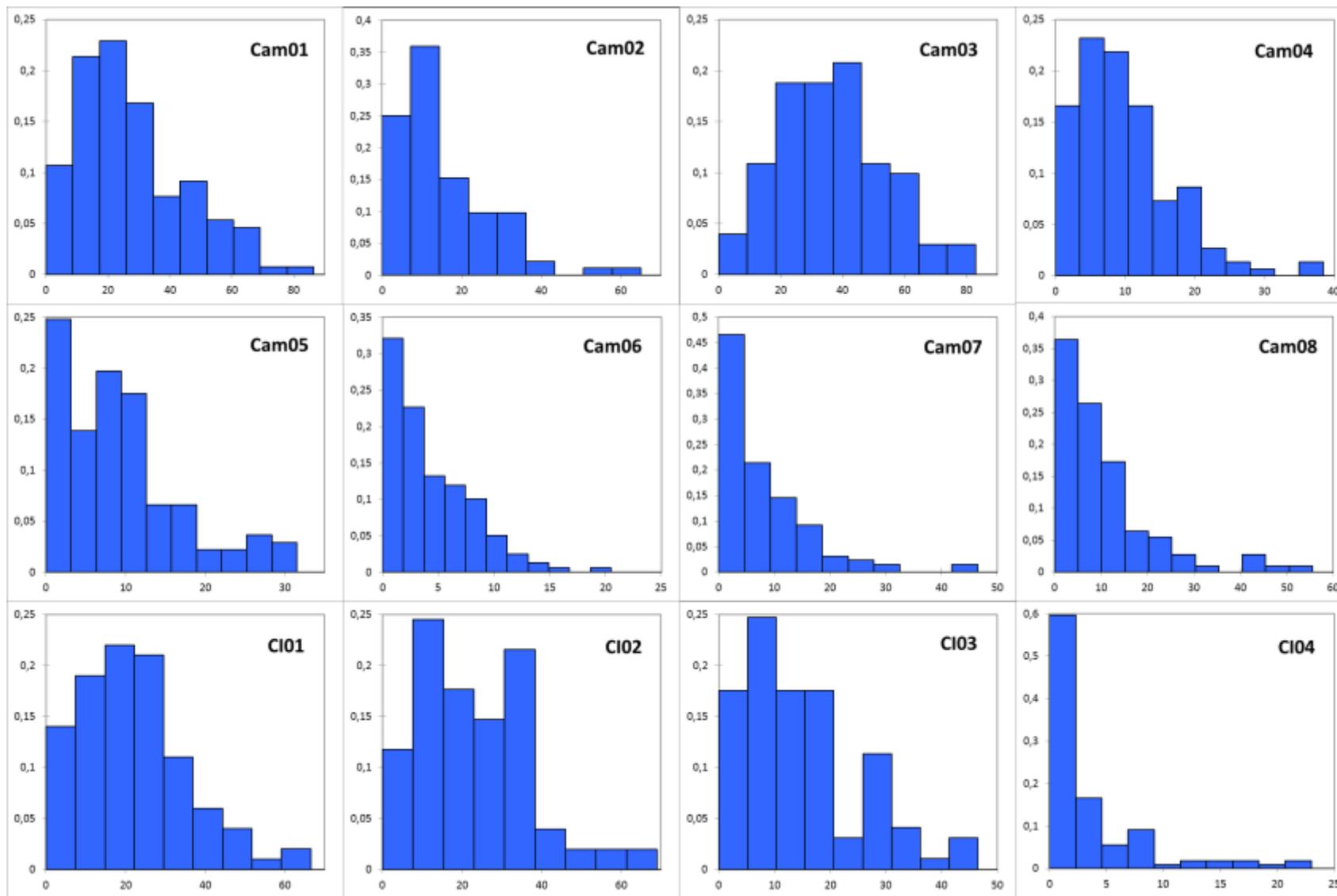


Figure 2 : Graphiques des corrélations entre les surfaces terrières des cacaoyers (axe horizontal, en cm^2) et les productions moyennes (axe vertical, en nombre de cabosses).

