

## #7933 CARACTERISATION ARCHITECTURALE POUR LA PREDICTION DU POTENTIEL DE PRODUCTION DES TETES DE CLONES DE COFFEA CAENOPHORA PIERRE EX A. FROEHNER.

<sup>1</sup>Kouassi Kouadio Henri, <sup>1</sup>Yao N'guessan Abraham, <sup>3</sup>Kouassi Roland Herve, <sup>1</sup>Angama Djedoux Maxime et <sup>2</sup>Legnate

<sup>1</sup>Université Jean Lorougnon guédé (Daloa, Côte d'Ivoire), <sup>2</sup>Centre national de recherche agronomique (CNRA, Divo, Côte d'Ivoire), <sup>3</sup>Ecole normale de l'Enseignement Supérieur (ENS, Abidjan, Côte d'Ivoire), [atoumanikouadiokan@yahoo.fr](mailto:atoumanikouadiokan@yahoo.fr)

### RESUME

Le café demeure jusqu'à ce jour une culture très importante dans le monde et particulièrement en Côte d'Ivoire. Cette culture est avec les changements climatiques confrontée à de nombreux facteurs qui limitent sa production. Parmi ces facteurs les plus problématiques sont : la baisse de la fertilité des sols, les insectes et les performances agronomiques de l'espèce et/ou de la variété cultivée. C'est dans un tel contexte qu'une étude des paramètres de croissance a été réalisée chez 35 variétés de caféier de l'espèce *Coffea canephora*, dont 11 clones et 24 descendances hybrides. L'objectif est de prédire le potentiel de production des variétés étudiées en vue d'opérer une sélection plus rigoureuse des variétés à cultiver. Cette étude était basée sur la modélisation de l'architecture des variétés étudiées à partir du logiciel Grenlab qui est parmi les plus récents conçu à cet effet. Les résultats ont montré que toutes les variétés ont des probabilités de développement du tronc et des branches supérieures à 0,82, et celles des ramifications supérieures à 0,70. Les rapports de rythme sont inférieurs à 1 ( $W < 1$ ) pour 14 d'entre elles. Pour 17 autres variétés de caféier de petite taille, ces rapports sont supérieurs ou égaux à 1. Ce dernier groupe est plus facile d'accès aux producteurs au cours de la récolte. Par ailleurs, la production serait négativement influencée par l'élongation compétitive des branches. Les variétés les plus compétitives sont celles les branches plagiotropes sont de forme retombante ; cela grâce à leur meilleure adaptation.

**Mot clés:** architecture, paramètre de croissance, prédiction, production, *Coffea canephora*, Côte d'Ivoire

### INTRODUCTION

Le café est le produit le plus commercialisé après le pétrole (ICO, 2015). La culture du café représente un enjeu économique majeur pour les 70 pays producteurs de toute la zone intertropicale humide (ICO, 2015). Deux espèces de caféiers sont cultivées à l'échelle industrielle (*Coffea arabica* L, et *Coffea canephora* Pierre (Robusta). L'arabica est cultivé en altitude (1600 à 2100 m), à de basses températures. C'est le café le plus apprécié par les consommateurs à cause de son arôme et son goût agréable. Il représente 70% de l'offre mondiale du café (Montagnon *et al.*, 1992). Cependant, cette espèce est sensible aux maladies. *C canephora*, l'autre espèce, est renommée pour sa robustesse agronomique, d'où son nom commun de Robusta. Il est cultivé principalement dans les zones tropicales humides de basse altitude et représente 30% de la production mondiale de café. En Côte d'Ivoire, la culture du café robusta concerne près de 500 000 planteurs et leurs familles, et participe à la création de nombreux emplois dans les secteurs secondaires et tertiaires de l'économie. Quelque soit le mode de culture de l'arbre (graines ou bouturage), le rendement augmente dans les 3 à 4 années suivant la plantation, puis se stabilise et commence généralement à diminuer avec de l'âge de

l'arbre. La baisse de fertilité des sols sous caféières, le faible rendement et le vieillissement des vergers, etc. constituent les principales contraintes de la production du café en Côte d'Ivoire. Face à celles-ci, un programme de sélection de variétés améliorées a été initié depuis 1960 pour l'amélioration de l'espèce *C. canephora*. Les principaux critères retenus sont la vigueur et l'architecture (Leroy, 1993), la productivité (Montagnon & al., 2012), la résistance aux aléas climatiques, la synchronisation de la maturité des fruits, etc. La modélisation de la caféiculture est de plus en plus utilisée par les agronomes pour prédire les récoltes en fonction des conditions environnementales, du point de vue quantitatif et d'optimiser les itinéraires culturaux (De reffye, 2009). Divers modèles agronomiques et écophysologiques ont été développés : le modèle LIGNUM (Gawain, 2009) et récemment, le modèle GreenLab (Qi et al., 2010). Ce dernier modèle cumulant architecture et croissance végétative, apparaissant comme le plus avancé de tous a été utilisé dans le cadre du présent travail dont l'objectif est de modéliser des architectures de caféiers afin d'identifier celles qui prédisent le mieux le rendement chez de nouvelles variétés en cours de sélection. Spécifiquement, les activités consistaient à établir une corrélation entre les paramètres de l'architecture des variétés et leur potentiel réel de production et à identifier les paramètres architecturaux prédisant le mieux le potentiel de production.

## MATERIEL ET METHODES

### Zonze de l'étude

Les travaux présentés dans ce mémoire ont été réalisés sur une parcelle expérimentale de la station CNRA de Divo (Fig. 1). Cette station est située entre (5°46'04.07N, 5°13'22.09W), à 17 km de la ville de Divo (route de Guitry) et à 200 km du nord-ouest d'Abidjan. Elle est dans une zone de climat tropical humide à quatre saisons. Deux saisons des pluies dont une grande (Avril-Juillet) et une petite (Octobre-Novembre), puis deux saisons sèches dont une grande (Décembre-Mars) et une petite (Aout-Septembre). Elle a une pluviométrie moyenne de 1223 mm/an. Les températures oscillent entre 21 °C et 35 °C en moyenne par an. L'hygrométrie est relativement élevée avec un taux d'humidité qui dépasse parfois 80 %. Les sols sont ferrallitiques (Kassin et al., 2018). Cette région contribue significativement à la production de café et de cacao en Côte d'Ivoire.

### Méthode

L'étude portait sur 35 variétés de *C. canephora* en cours de sélection, dont 11 clones et 24 descendances hybrides. Les plants analysés sont tous âgés de 3 ans, depuis la date de leur dernier recépage en décembre 2017. L'expérience a été mise en place en utilisant des pancartes pour marquer les arbres sélectionnés, d'une balance de précision électronique (SARTORIUS) pour peser les récoltes, de sachets en plastique pour la récolte des cerises mûres. Toutes les mesures ont été réalisées sur une parcelle portant le numéro A18-2003. Le nombre total d'arbres analysés est de 347, à raison de 7 à 10 arbres choisis au hasard par variété, suivant leur taux de survie dans l'essai. L'analyse des cimes a été réalisée pour chaque arbre individuel, et sa production en cerises fraîches récoltées et pesées au laboratoire. Toutes les données collectées ont constitué en une base de données pour les analyses. L'analyse des cimes a consisté au comptage du nombre de phytomères sur chaque axe, de l'apex à la base (tige principale (A1), rameaux plagiotropes sur chaque nœud (A2). Cette démarche permet d'avoir par cohorte, des phytomères de même âge et donc, qui sont comparables (Fig. 2). Différents codes ont été utilisés pour caractériser les axes. Chaque nœud a été caractérisé par la présence ou non de ramifications à l'aisselle de chacune de ses feuilles : « 0 » pour l'absence de ramification «1», «3» ou «10 » indique la présence, à l'aisselle d'une feuille, d'un rameau qui

comporte respectivement 1, 3 ou 10 phytomères ; «999» symbolise une branche vivante dont le nombre de phytomères n'a pas été relevé.



**Figure 1.** Plagiotrope primaire montrant les phytomères des branches secondaires.

La production a été déterminée par plante. Les cerises mûres sur chaque arbre ont été récoltées à chaque passage et pesées au laboratoire. La détermination des paramètres de croissance et de développement a été réalisée par le logiciel MATLAB. Le programme Gloups-Dev a calculé les paramètres P, B, W et A. (P : probabilités de développement du tronc, B : probabilité de développement des branches A : probabilité de ramification W : rapport de rythme de développement)

## RESULTATS

### Estimations des paramètres de croissance et de développement à partir du programme «gloup-dev» de 35 variétés de Coffea. Canephora

Toutes les valeurs obtenues sont faibles. Les écarts observés entre variétés pour le même paramètre ne sont pas statistiquement significatifs. La probabilité de croissance du tronc (P) est comprise entre 0,82 et 0,98. Celle des branches (B) est entre 0,86 et 0,96.

### Estimation du rapport de rythme de croissance et de développement du caféier

Le rapport de rythme (W) varie de 0,82 à 1,16 et la probabilité d'apparition des branches sur le tronc (A), de 0,74 à 0,97. Plusieurs variétés affichent la même valeur lorsqu'on considère les paramètres individuellement. Par contre, lorsque les 4 paramètres sont considérés ensemble les variétés sont assez différentes les unes des autres. Les rapports de rythme de développement des branches par rapport au tronc (W) sont, pour 14 des variétés étudiées, inférieurs à 1 ( $W < 1$ ) et pour 17 autres, supérieurs ou égaux à 1 ( $W \geq 1$ ).

### Corrélation entre croissance et production du caféier

Les corrélations significatives s'observent entre P et W ( $P = 0,6133$ ) d'une part, et entre W et B ( $P = -0,5251$ ) d'autre part. Dans le dernier cas la corrélation observée est négative entre la probabilité de croissance des branches (B) et la production, quoiqu'elle ne soit pas statistiquement significative. Aucune différence n'a été observée entre les paramètres de croissance et de production suivant les générations de sélection. Par contre, une légère augmentation de productivité des premières aux dernières générations de sélection, a été observée autant pour les hybrides que pour les clones.

## DISCUSSION

Les paramètres de développement des axes des 35 variétés de caféiers ont montré des probabilités de développement du tronc (P) et des branches (B) élevées, supérieures à 80 %. Ces données indiquent le faible taux d'échec dans l'émission des phytomères. Comme l'a montré Mathieu (2006). Celui-ci a mentionné que chez les arbres tropicaux à développement continu, la plupart des cycles de développement aboutissent à l'émission de phytomères à partir de tous les méristèmes. Les caféiers, comme beaucoup d'autres espèces tropicales, sont caractérisés par un développement continu. La ramification, tout comme le nombre de phytomères des branches, sont des critères de sélection importants. Les caféiers avec des branches qui font moins de pause sont les idéotypes les plus recherchés par la sélection. Les rapports de rythme de développement des branches par rapport au tronc (W) inférieurs à 1 ( $W < 1$ ) pour 14 des variétés étudiées, et supérieurs ou égaux à 1 ( $W \geq 1$ ) pour 17 autres, montre que le tronc des 14 premières variétés ont une croissance plus rapide que les branches et sont des caféier de grande taille. Les 17 variétés pour lesquelles W est supérieur ou égal à 1 représentent des caféiers de petite taille qui offre aux producteurs l'avantage d'accès facile aux branches pendant la récolte du café. Les valeurs de l'intensité de ramification (A) obtenues dans cette étude sont toutes supérieures à 0,7. Ces valeurs sont très élevées par rapport aux valeurs trouvées par Ouattara (2013) sur la même espèce ( $A < 0,5$ ). Ces écarts pourraient s'expliquer par la différence d'âge des caféiers, et les conditions climatiques dans lesquelles les travaux se sont déroulés. Les valeurs observées sur de jeunes individus seraient, selon Andrianasolo, (2012) influencées par « l'effet de base », les conditions de l'environnement, les effets maternels. Les caféiers étudiés ici étant plus âgés, les valeurs obtenues seraient donc, caractéristiques de chacune des variétés étudiées. La valeur maximale (0,97) est obtenue avec le clone 588, l'un des plus ramifiés qui soient actuellement connus. La valeur la plus faible (0,74) est obtenue avec l'hybride 900 de seconde génération. Les valeurs les plus élevées sont celles relevées sur des caféiers dont les méristèmes axillaires sont toujours fonctionnels pour générer une ramification (Hallé, 1978). L'idéal de la sélection architecturale du caféier serait de rechercher les variétés ou les arbres qui ramifient le plus. La présente étude a montré deux corrélations très significatives, entre P et W d'une part (positive) et entre B et W d'autre part (négative). L'estimation de telles corrélations entre paramètres de croissance à partir des résultats de Ouattara (2013), Okoma (2019) confirme la forte liaison entre P et W mais également, entre P et B. Par ailleurs, aucun paramètre architectural ne montre de liaison significative avec la production (Y). La valeur la plus élevée s'observe avec P, le paramètre de croissance du tronc. En effet, quoique ce soient uniquement les branches qui portent les fruits chez cette espèce, leur mise en place a lieu à chaque nœud de la tige principale, celui-ci dépendant du fonctionnement du méristème apical. Le contraire du comportement du 528 s'observe avec la variété 126, connue pour la rigidité de son bois et de ses plagiotropes. Grande victime de cette forte compétition avec ses proches voisins, cette variété affiche l'une des productions les plus faibles de la parcelle d'essai.

## CONCLUSION

Les écarts observés entre variétés pour chacun des paramètres estimés sont très faibles et non significatifs statistiquement. L'étude a permis d'identifier 17 variétés de petite taille, avec des plagiotropes plus longues. Cette architecture présente des branches plus faciles d'accès pendant la récolte du café. Les paramètres de croissance et de production ne sont pas corrélés mais les valeurs obtenues montrent que la probabilité d'élongation du tronc est plus fortement liée à la production. Cependant, la compétition générée par l'élongation des branches au cours de la croissance influence négativement la production des caféiers. Dans cette

compétition, les variétés qui ont des plagiotropes de forme retombante présentent les meilleures adaptations et ont une production plus élevée. Par ailleurs il est possible par GreenLab à partir des paramètres de croissance caractéristiques de l'espèce *C. canephora* de faire des simulations de densités de plantation les mieux adaptées aux nouvelles variétés sélectionnées de caféiers. Une telle stratégie permettrait, non seulement un gain considérable de temps en matière de mise au point de techniques culturales du caféier, mais également une économie substantielle de moyens.

## REFERENCES

- Andrianasolo DN. 2012. Génétique des populations et modèles d'architecture et de production végétale. Application à la préservation des ressources génétiques des Mascaro-coffeea. Thèse de Doctorat, Département de Biologie des Organismes, Université de Montpellier II (Montpellier, France), 208 p.
- De Reffye P. 2009. Modélisation en biologie végétale. Production végétale et architecture des plantes. Académie d'Agriculture de France - 2009. Séance du 28 janvier,
- Gawain J. 2009. Modélisation d'image agronomique application à la reconnaissance d'adventices par un pulvérisateur localisé 54: 102-180.
- Hallé F, Oldeman RAA, Tomlinson PB. 1978. Eds. Tropical trees and forests :an architectural analysis. Berlin : Springer-Verlag, 441pp.
- ICO 2015. International Coffee Organization. Trade Statistics, [http://www.ico.org/trade\\_statistics.asp](http://www.ico.org/trade_statistics.asp). consulté le 23/02/2016.
- IRD 2010. A new history of coffee. Scientific bulletin n° 347; April 2010.
- Kassin KE, Kouame B, Coulibaly K, Tahiri GM, N'guessan WP, Aka AR, Assi ME, Guiraud BH, Kone B, Yao GF. 2018. Prospects for sustainable cocoa farming from the rainfall balance in the last thirty years at Lôh-Djiboua and Gôh post-pioneer regions, Côte d'Ivoire. Journal of Soil Science and Environmental Management 9(11): 188-198.
- Leroy T. 1993. Diversité, paramètres génétiques et amélioration par sélection réciproque du caféier *Coffeacanephora* Pierre, Thèse de doctorat, Ecole Nationale agronomie de Rennes, 147 p.
- Montagnon C, Cubry P, Leroy T. 2012. Amélioration génétique du caféier *Coffeacanephora* Pierre connaissances acquises, stratégies et perspectives. Cahier Agriculture, 21(2): 143-153.
- Montagnon C, Leroy T, and Yapou A. 1992. Diversité génotypique et phénotypique de quelques groupes de caféiers (*Coffeacanephora*) en collection, Conséquences leur utilisation en sélection, Café, Cacao, Thé, 36(3): 187-198.
- Okoma P. 2019. Modélisation et identification de QTL de l'architecture et de la production de biomasse chez six espèces de caféiers Africain, Thèse de doctorat, Université Jean Lorougnon Guede de Daloa (Cote D'Ivoire).
- Ouattara Y. 2013. Étude des paramètres de croissance, d'architecture et de l'ajustement de la biomasse chez cinq espèces de caféiers (coffeasp). Mémoire pour l'obtention du diplôme de master en sciences agronomiques, spécialité : protection des végétaux et de l'environnement, 67 p.
- Qi R, Ma Y, Hu B, De Reffye P, Cournède PH. 2010. Optimization of source-sink dynamics in plant growth for ideotype breeding a case study on maize. Computers and Electronics in Agriculture 71: 96-105.